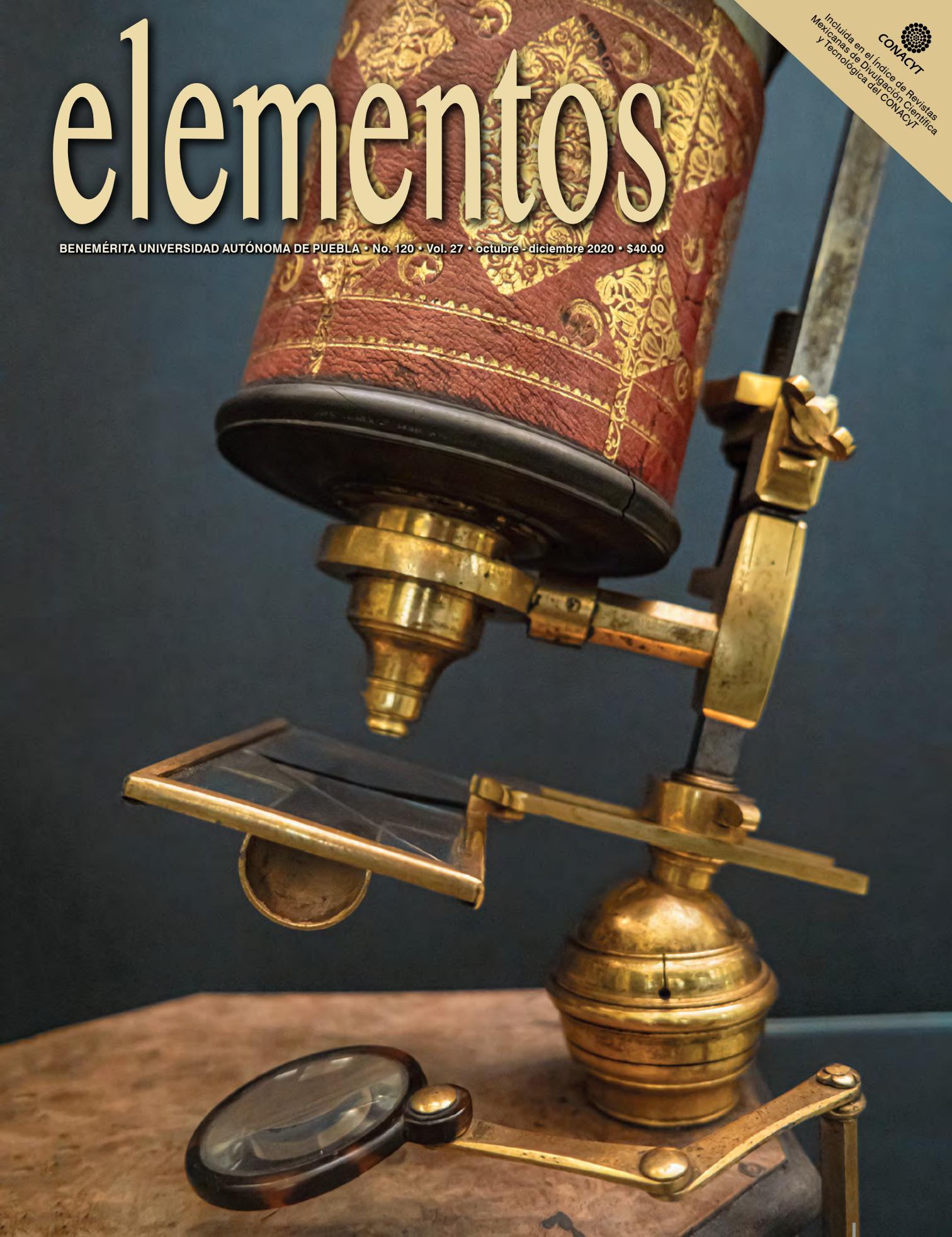
elementos

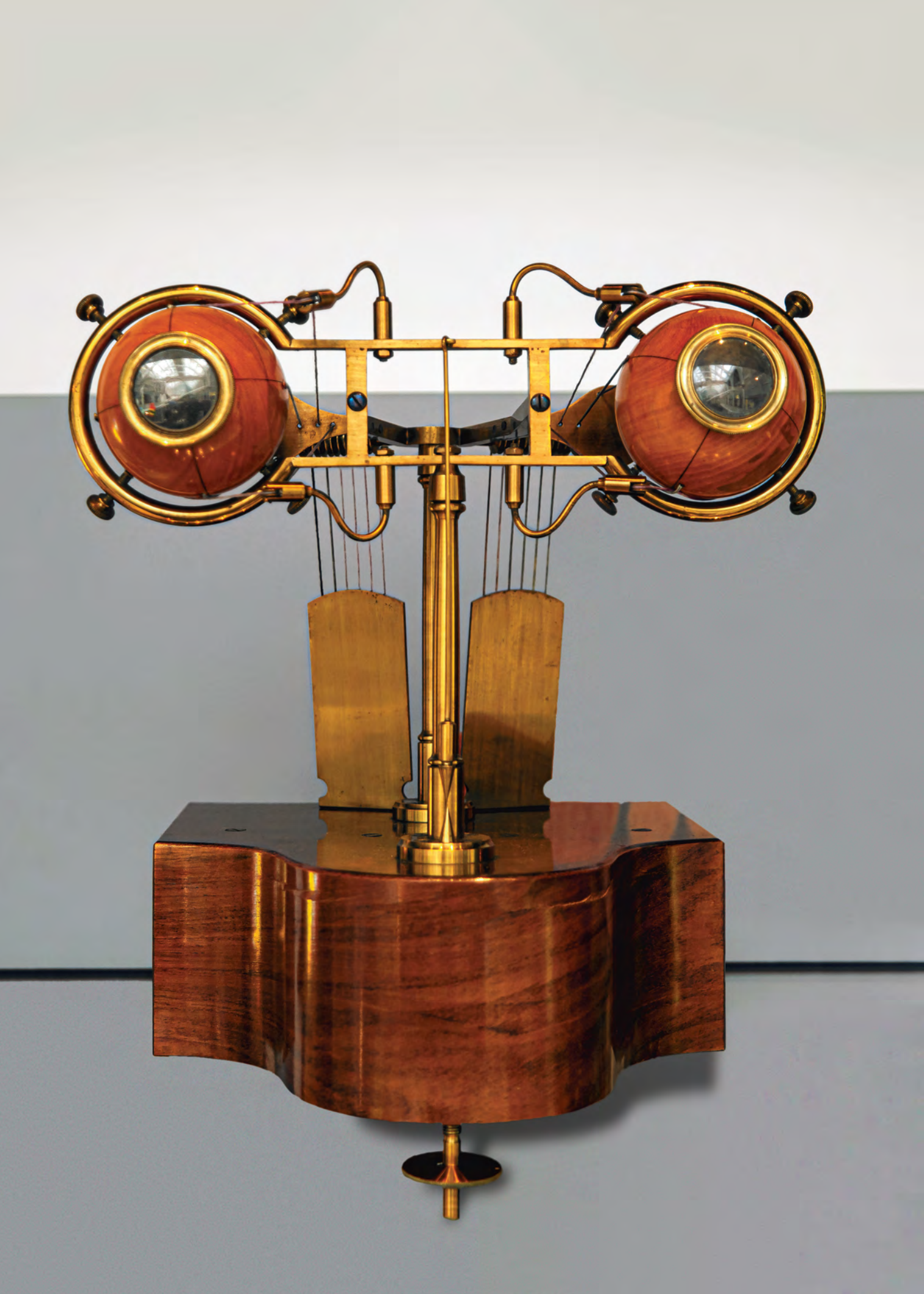
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA • No. 120 • Vol. 27 • octubre - diciembre 2020 • $40.00

CONACYT
Incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica del CONACyT



00120
7 52435 06402 6
EXHIBIR HASTA EL 31-DICIEMBRE-2020

Algunas lecciones del coronavirus | Sustentabilidad y ecología de las enfermedades infecciosas | ¿Cómo surge una nueva especie?... | Los bosques tropicales secos del futuro | ¿Cuántos años viven las semillas?... | ¿Qué hacen los nanomateriales en los recubrimientos...? | Bugambilias: muchos colores... | Factores asociados y situación actual de la infección por *Rickettsia rickettsii*... | Influencia canaria en tres ciudades... | Obra gráfica: Enrique Soto



S U M A R I O

Algunas lecciones del coronavirus 3

Emilio **Salceda**

Sustentabilidad y ecología de las enfermedades infecciosas 11

Angélica María **Hernández-Ramírez**

¿Cómo surge una nueva especie? 19

El caso de las aves

Andreia **Malpica,** Clementina **González**

Los bosques tropicales secos del futuro 25

Francisco **Guerra Martínez**

¿Cuántos años viven las semillas? 31

La longevidad ecológica y potencial

Héctor **Godínez Álvarez**

¿Qué hacen los nanomateriales en los recubrimientos, pinturas y tintas? 37

Gabriela **Navarro-Tovar,** Víctor Manuel **Martínez Pruneda,**

María del Carmen **González Castillo**

Bugambilias: muchos colores en pocas especies 43

Patricia **Hernández-Ledesma**

Factores asociados y situación actual de la infección por *Rickettsia rickettsii* en México 47

Héctor A. **Jurado Bañuelos**

Influencia canaria en tres ciudades tropicales Patrimonio Mundial 53

José Antonio **Ochoa Acosta,** Ana Aurora **Fernández Mayo**

Libros 59

Ciencia a tiempo 63

BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
rector, José Alfonso Esparza Ortiz
secretaria general, Guadalupe Grajales Porras
vicerrector de investigación y estudios de posgrado, Ygnacio Martínez Laguna

ELEMENTOS
www.elementos.buap.mx
revista trimestral de ciencia y cultura
número 120, volumen 27, octubre-diciembre de 2020
director, Enrique Soto Eguibar
subdirector, José Emilio Salceda
consejo editorial, Itziar Aretxaga (INAOE), Beatriz Eugenia Baca (ICUAP, BUAP), María Emilia Beyer Ruiz (DGDC, UNAM), María de la Paz Elizalde, (ICUAP, BUAP), Ana Lidya Flores Marín (IBERO Puebla), Marcelo Gauchat (FUNDACIÓN FORMA, A.C.), Sergio Segundo González Muñoz (COLPOS Montecillo), Federico Méndez Lavielle (Facultad de Ingeniería, UNAM), Jesús Mendoza Álvarez (CONACYT), Ricardo Moreno Botello (Ediciones de Educación y Cultura), Francisco Pellicer Graham (Instituto Nacional de Psiquiatría), Adriana Pliego Carrillo (Facultad de Medicina, UAEM), Leticia Quintero Cortés (ICUAP, BUAP), José Emilio Salceda (Instituto de Fisiología, BUAP), Gerardo Torres del Castillo (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP), Catalina Valdés Baizabal (Instituto de Neurociencias de Castilla y León, Universidad de Salamanca, España), Enrique Vergara (ICUAP, BUAP)
obra gráfica, © Enrique Soto
1ª y 3ª forros, © Enrique Soto, Museo de Historia de la Ciencia, Oxford, 2017
2ª y 4ª forros, © Enrique Soto, Museo Nacional de Escocia, Edimburgo, 2017
diseño y producción gráfica, Mirna Guevara
corrección de estilo, Emilio Salceda y Leopoldo Noyola
sitio web y laboratorio multimedia, Leopoldo Noyola
redes sociales, Mirna Guevara
administración y logística, Lorena Rivera e Ileana Gómez
redacción, 14 Sur 6301, Ciudad Universitaria
Apartado Postal 406, Puebla, Pue., C.P. 72570
email: esoto24@gmail.com
Revista registrada en Latindex (www.latindex.unam.mx), Miembro de la Federación Iberoamericana de Revistas Culturales, Afiliada a CiteFactor-Directory of International Research Journals
Reserva de derechos al uso exclusivo 04-2018-101113435900-102
Certificados de licitud de título y contenido 8148 y 5770
ISSN 0187-9073

CONACYT ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

VIRORVM PRIMVS IN HVMANI CORPORIS HISTO
JOANNES BAPTISTA MORGAGNVS
natus Forolivii die 25 Februarii anno 1682
in Patavino Gymnasio e Primaria Sede
Anatomen adhuc docebat anno 1765

JO. BAPTISTÆ
MORGAGN
FOROLIVIENSIS
GYMNASI
OMNIA
OPERUM
PRIMUS
ANATOMICA OMNIA.

www.elementos.buap.mx

Algunas lecciones del coronavirus

Emilio **Salceda**

La crisis sanitaria a la que se ha visto enfrentado el mundo durante las últimas semanas nos ha dejado lecciones que haríamos muy mal en ignorar. Al momento de escribir estas líneas, el número de casos confirmados a nivel mundial supera los 26 millones, con casi un millón de decesos, y sumando; las fronteras de muchos países, incluidos los pertenecientes a la Unión Europea, permanecen prácticamente cerradas, y todas las previsiones del impacto económico global provocado por las medidas de contención de la pandemia son pesimistas. Ante este panorama cabe preguntar cómo pudo sucederle algo así a la especie que se ha ufanado tanto y por tanto tiempo de ser el centro y medida de todas las cosas. ¿No estábamos destinados a llenar la Tierra y sojuzgarla; a señorear "en los peces del mar, en las aves de los cielos, y en todas las bestias que se mueven sobre la tierra?" ¿Y lo mismo con las plantas y con todo cuanto hay de natural en la superficie del planeta? Contra toda evidencia, así lo hemos creído; y de pronto, una minúscula partícula que hace equilibrios en el límite de la definición de lo que es un ser vivo viene a recordarnos que nuestro lugar en el universo es mucho más modesto.

A LA NATURALEZA LE IMPORTAMOS MUY POCO...

De hecho, no le importamos en absoluto. Desde el punto de vista biológico, nuestra presencia en el planeta no es más relevante que la de una bacteria o, para el caso, la de un virus. Estamos aquí por una serie de accidentes,

© **Enrique Soto.** Microscopio de Morgagni, Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

© Enrique Soto. Kunstkámera, San Petersburgo, 2010.

algunos bastante improbables, si se quiere, pero accidentes al fin. Somos efecto del azar. La naturaleza ya existía cuando llegamos y seguirá existiendo si nos extinguimos. Nuestro surgimiento, como el de todas las demás especies, no obedeció a intención ninguna. No somos producto de ningún "proyecto". No ocupamos, por tanto, el centro del universo, ni de la creación, ni de nada. Animales entre los animales, somos tan solo una especie más cuya existencia, allende de sí misma, no tiene significado alguno. Estamos solos en un universo indiferente que tampoco tiene finalidad ni sentido. Esta idea puede resultarnos fastidiosa porque aniquila los afanes de trascendencia con que pretendemos paliar nuestro miedo a la muerte. Pero preferir la comodidad de la mentira al fastidio de la verdad nos deja en una posición intelectualmente vulnerable: nos beneficiamos de los productos de la ciencia, esperamos anhelantes la noticia de la vacuna, pero vivimos negando los fundamentos que dan lugar a tales logros. Disonancia cognitiva en estado puro. ¿Cómo conciliar ambas actitudes? Quizá buscando fuentes de consuelo que no impliquen la renuncia al ejercicio de una de las pocas facultades que nos distinguen de los primates: la razón; tal vez entendiendo que por más que una creencia sea capaz de confortarnos, eso no la hace más verdadera.

...Y ES QUE NO TIENE MORAL

Sorprende la cantidad de dirigentes políticos de estados democráticos que han declarado que estamos en guerra: el virus es el enemigo, los hospitales nuestras trincheras, los trabajadores de la salud el ejército que nos salvará de la invasión, los sobrevivientes unos guerreros. Viniendo de quienes vienen, tales declaraciones podrían pasar tan solo por incongruencias curiosas, porque nada hay menos democrático que la guerra, pero es que no funcionan ni como metáforas. En estos días hemos sido testigos de cómo en algunos lugares del planeta las tentaciones autoritarias han aflorado: declaraciones de estado de excepción sin fecha de caducidad explícita, suspensión de derechos constitucionales, ataques a la libertad de expresión y a la prensa, uso inmoderado de la fuerza pública. En Hungría, el parlamento aprobó una ley que permite al primer ministro gobernar por decreto y por tiempo indefinido (lo primero que hizo fue cancelar las elecciones); en Turquía se ha expulsado a corresponsales extranjeros y se persigue a periodistas que critican las acciones del gobierno relacionadas con la pandemia; en Turkmenistán se arresta a quien pronuncia la palabra coronavirus; en Filipinas se ha disparado contra ciudadanos que violaron la cuarentena. Los ejemplos ya van siendo muchos, algunos dolorosamente cercanos. Las crisis son propicias para materializar anhelos totalitarios, pero si las instituciones democráticas van a salir aminoradas del escollo

actual no será por la malevolencia de un fenómeno natural, sino por sus propias debilidades intrínsecas; y si el autoritarismo resulta fortalecido será únicamente porque habrá sabido capitalizar la parálisis de una ciudadanía atemorizada al grado de consentir cualquier vejación a sus derechos, pero no porque un virus tenga especial predilección por las autocracias.

Equiparar la actual emergencia sanitaria con una guerra es perverso, además, porque al atribuirle a la naturaleza una intencionalidad que no posee, se abona con mentiras a la ignorancia acerca de cómo funciona el cosmos. La principal de esas falacias es la implicación de que el universo no se comporta de acuerdo con leyes naturales que podemos descubrir y entender, sino que lo hace obedeciendo a intenciones que están más allá de nuestra capacidad de comprensión.

El virus no es nuestro enemigo; para serlo debería tener el propósito de dañarnos, pero la naturaleza no tiene designios ni moral, no es buena ni mala, simplemente *es*, y no distingue lo bueno de lo malo por la sencilla razón de que esos conceptos carecen de sentido en el mundo natural. Decir que el virus es nuestro enemigo es tanto como afirmar que la naturaleza también lo es, y ese camino solamente conduce a la justificación política de nuestras constantes agresiones al medio ambiente. La naturaleza no tiene moral, pero nuestra especie sí debería tenerla.

© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

SALUD Y ECONOMÍA

Desde el año 1983, el artículo 4º de la Constitución Política de nuestro país establece que toda persona tiene derecho a la protección de la salud; es decir, reconoce a la salud como un derecho. Tal reconocimiento supone que en esta materia no aplica la lógica del mercado según la cual únicamente tienen acceso a un bien quienes pueden pagar por él. Esto es así porque, en principio, ese servicio del sector público, sus instalaciones, los servicios relacionados y los recursos materiales y humanos que necesita para operar los sostenemos y pagamos todos a través de nuestros impuestos. En la práctica, sin embargo, por razones estructurales que sería largo analizar, México aún está lejos de lograr la cobertura universal en materias sanitaria y de seguridad social, y lejos también de que su sistema de salud tenga la calidad deseable.

Conforme han pasado los días y las semanas de la pandemia, ha quedado demostrado que no existe una estrategia ecuménica que permita enfrentarla con garantía de éxito, pues no se trata únicamente de tener los recursos. Está visto que a algunos países que tienen sistemas de salud relativamente sólidos no les ha ido bien. Lo contrario también ha ocurrido. Estamos en una circunstancia compleja cuya solución implica tomar decisiones políticas, económico-sociales y sanitarias igualmente complejas, y aplicarlas en entornos culturales muy diversos; además, hay que hacerlo a tiempo. Lo que a estas alturas deja pocas dudas es el hecho de que los habitantes de países con sistemas de salud pública poco robustos están en

su mayoría en peor situación que el resto. Países subdesarrollados tienen sistemas de salud subdesarrollados, y solo pueden enfrentar las crisis desde el subdesarrollo. Pretender o exigir otra cosa es poco realista.

La pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 ha venido a recordarnos brutalmente algo que ya sabíamos, aunque durante años hemos insistido en mirar hacia otro lado: el valor de los sistemas públicos de atención a la salud. Ha sido necesario que una emergencia sanitaria de esta magnitud golpeara como lo ha hecho a la economía mundial para exhibir, a la vista de todos, el delicado equilibrio que existe entre salud y economía, y los efectos adversos que el negacionismo y el pensamiento dicotómico tienen sobre las vidas de las personas. Por si hubiésemos necesitado una comprobación empírica, el virus ha evidenciado que no puede haber una economía sana si no hay un mínimo de bienestar social. El problema es la propensión a convertir una relación de equilibrio en un falso dilema y a proponer soluciones basadas en esquemas binarios, porque también es cierto que la salud y el bienestar en general dependen en gran medida de una economía que funcione adecuadamente. Pero hay una gran diferencia en la forma en que percibimos ambos elementos: en tanto que la economía puede desmoronarse en el término de unas pocas horas, una salud pública diezmada por años de abusos, malas decisiones y corrupción no puede ser repuesta más que a mediano o largo plazo, y eso poniendo mucha voluntad política y una ingente cantidad de recursos económicos.

Es bien conocido por los epidemiólogos el hecho de que la enfermedad, la salud y la muerte se distribuyen en las sociedades humanas de forma distinta según el grado de desarrollo socioeconómico de estas. En México, desde 1970, dicha realidad fue claramente expuesta (que no descubierta) por los doctores Alejandro Celis y José Nava, médicos del Hospital General de la entonces llamada Secretaría de Salubridad y Asistencia.[1] Celis y Nava mostraron que las principales enfermedades

© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

y causas de muerte se distribuían de manera diferente según se tratara de pacientes internados en el Hospital General, o de enfermos pertenecientes a la consulta privada de médicos que también trabajaban en ese centro hospitalario, e incluso de individuos cuyas necesidades de atención a la salud eran cubiertas por compañías de seguros.

Para finales de mayo, con la curva epidémica en pleno ascenso, ya estaba claro que en Estados Unidos la población latina y afroestadounidense sería la más afectada por el virus, registrando el triple de infecciones y casi el doble de defunciones que la población blanca.[2] La gran mayoría (69 %) de los muertos por COVID en Nueva York son latinos, negros, o blancos pobres. Cuando hagamos cuentas, en México esa mayoría seguramente estará conformada por ciudadanos que no pudieron darse el lujo del confinamiento, que dependen del transporte público, que viven en condiciones de hacinamiento y malnutrición y que no tienen acceso a servicios sanitarios de calidad.

Quien dijo que la COVID-19 es una enfermedad de ricos se equivocó estrepitosamente. En rigor, las enfermedades epidémicas infectocontagiosas no distinguen clase social, pero es indudable que aquellos que tienen medios para acceder a una atención de calidad tendrán mayores probabilidades de salir adelante. Esta no será la última pandemia que sufra la humanidad, y si las circunstancias actuales no nos han enseñado que la salud de la población no debe ser tratada como una mercancía,

© **Enrique Soto.** Kunstkámera, San Petersburgo, 2010.

y que depauperar los servicios públicos de atención de la salud es un camino seguro hacia el debilitamiento de la economía, entonces estaremos muy pobremente preparados para enfrentar la pandemia que vendrá.

EL VIRUS ES EL OTRO

Somos enfermos en potencia, víctimas contingentes de un peligro que no podemos ver y al que, por tanto, nos es imposible identificar. Nos angustiamos (la angustia suele ser la antesala del miedo), y como no lo podemos reconocer, optamos por representarlo: el peligro ya no viene de un poco de material genético metido en un envoltorio de proteína; el peligro *es* el transeúnte que estornuda, el vecino que no usa mascarilla, la mujer vestida de blanco que entra en el mismo supermercado que nosotros, luego de pasar la noche atendiendo enfermos. El miedo se instala y eventualmente deviene en pánico. El miedo, aun si resulta de la ignorancia, puede protegernos ante una amenaza. El pánico, en cambio, hace que dejemos de pensar. Nos convierte en autómatas obedientes y acríticos, pero también en vigilantes obsesivos, en delatores y jueces de nuestros conciudadanos. Y en sus verdugos, porque del miedo al odio el sendero es tan corto como el que hay entre el odio y la violencia. El virus es el otro. Y el otro nunca es como nosotros, siempre es más pobre o más rico, tiene otro color de piel, diferente orientación sexual, habla un idioma distinto, adora a un dios extraño, vota por otro partido... El otro siempre es diferente a nosotros, pero nunca es mejor, por eso es tan fácil atribuirle la culpa de nuestros males.

Durante la pandemia de peste negra que asoló Eurasia en el siglo XIV, los cristianos de muchas ciudades europeas acusaron a los judíos de envenenar los pozos con la intención de transmitir la enfermedad. La mitad de los individuos pertenecientes a comunidades judías fueron asesinados o expulsados como resultado de ese rumor.[3] Lamentablemente, la humanidad no ha cambiado mucho durante los últimos 700 años; sucedió con la lepra, la viruela, el cólera, la influenza, el SIDA, el ébola... En todos esos casos nunca faltó a quien estigmatizar, y siempre hubo un chivo expiatorio a la mano. ¿Anécdotas de la historia? ¿Incidencias del subdesarrollo? No: hoy, uno de cada cinco ingleses adultos está de acuerdo con la afirmación de que el coronavirus ha sido propagado por los musulmanes como una forma de ataque a los valores occidentales; una proporción semejante piensa que el virus fue creado por los judíos para provocar el colapso de la economía y obtener así ganancias financieras.[4] En Occidente, en general, se culpa a los asiáticos (“el virus chino”, lo ha apodado Donald Trump); en Asia, a minorías religiosas; en Italia, a inmigrantes africanos; en la India, a los musulmanes. Da igual la nacionalidad, el grupo étnico o la comunidad religiosa a los que se atribuya el origen del mal, en tanto no sean los propios nos sentiremos cómodos.

ORGULLO Y PREJUICIO

Los seres humanos tenemos líneas de defensa muy sólidas contra todo aquello que desafíe la propia forma de mirar el mundo. Nuestra ideología, nuestros intereses, nuestros valores, nuestras creencias

y hasta nuestros deseos constituyen un filtro que no somos propensos a remover en aras de interpretar críticamente la información que recibimos. Desconfiamos de quienes no piensan como nosotros, recelamos de quienes creen en lo que nosotros no, sospechamos del otro únicamente porque es distinto. Por otra parte, estimamos la opinión que refuerza nuestras convicciones, aceptamos sin cuestionar los argumentos de aquellos que comparten nuestras posiciones políticas, prestamos la máxima atención a quienes alimentan nuestros prejuicios, somos complacientes con quien nos complace. En este juego de autosatisfacción la verdad suele importarnos muy poco. De hecho, estamos dispuestos a hacer lo que sea con tal de que la realidad no estropee nuestras creencias; incluso, dejar de pensar. A cambio, obtenemos un falso sentido de identidad y autoestima.

El prejuicio ha sido definido como "una actitud o sentimiento hostil hacia una persona únicamente porque pertenece a un grupo al que se le han asignado cualidades objetables", y también como "la antipatía basada en una generalización inflexible y errónea, la cual puede ser sentida o expresada y que está dirigida hacia un grupo como totalidad o hacia un individuo por ser miembro del grupo."[5] La crisis del coronavirus ha demostrado, como pocas veces antes, que hay un prejuicio cortado a la medida de cada persona, y que en no pocas ocasiones quien ejerce de sastre es un político o un medio de comunicación. Ambos saben que del prejuicio a la credulidad más cándida solamente hay un paso. Y es así como terminamos creyendo que el virus fue creado por Bill Gates con el objetivo de inyectar chips usando la vacuna como vehículo, o que es una creación de la *Big Pharma* para lucrarse con el tratamiento, o que fue diseñado y construido por un consorcio de gobiernos para limitar las libertades civiles, o que el dióxido de cloro puede curar la enfermedad...

¿Cómo, entonces, debemos prevenirnos contra el prejuicio y sus consecuencias? Ya que en su origen hay atavismos muy arraigados, y que quien tiene un prejuicio suele no saberlo, la respuesta puede no ser tan sencilla, pero un buen inicio sería, tal vez, dejar a un lado el orgullo y poner a prueba nuestros juicios: ¿por qué creemos lo que creemos?, ¿qué evidencias apoyan esas creencias?, ¿estamos confundiendo esperanzas con hechos, creencia con verdad?, ¿aceptamos un argumento solo porque así lo hace la mayoría?, ¿suscribimos un razonamiento únicamente porque corrobora nuestras ideas preconcebidas?

¿EN QUÉ CONFIAR?

En este estado de cosas, ¿queda algo o alguien en quien podamos confiar? No parece que los líderes políticos sean buenos candidatos. Con poquísimas excepciones, les hemos perdido el respeto. Los sacerdotes y predicadores tienen poco que ofrecer. Los medios de comunicación en tiempos de crisis suelen convertirse en fuentes de polarización y en pasto para los prejuicios ajenos. Las redes sociales y su nube de picapleitos y mercachifles de la

© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

opinión son simples cazadoras de incautos, coleccionistas de clics convertibles en papel moneda.

Queda la ciencia. Y sin embargo, para la mayoría de nosotros, depositar nuestra confianza en las afirmaciones de los científicos es un acto de fe, porque no tenemos los medios para comprobar por nuestra cuenta sus aseveraciones. En ese caso, ¿no estaríamos acatando el principio de autoridad que la propia ciencia desautoriza?

Habrá que aceptar que esto es así, con dos importantes matices: el primero es que no se trata de la autoridad de un individuo, sino la de un grupo, porque el conocimiento científico se crea en el consenso de conjuntos de expertos, colectivos a los que resulta muy difícil convencer de que algo es cierto. Pero, además, el científico sabe que su conocimiento de la naturaleza es incompleto y, a diferencia del común de los políticos, reconoce que puede estar equivocado, que por muy cuidadosas que sean sus mediciones siempre habrá un margen de error que no podrá controlar. Y no solo lo sabe, sino que intenta cuantificarlo y lo hace explícito.

El segundo es que la ciencia no es un arcano y su método no es un secreto. Cualquiera que esté dispuesto a invertir su tiempo y su energía puede adquirir el conocimiento que le permitirá poner a prueba los dichos de otros.

© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

Confiar en la ciencia no es lo mismo que creer en ella. La ciencia no sirve para creer, sino para dudar. Los científicos no solo deben decir lo que saben, sino que están obligados a explicar cómo lo saben y a hacer públicos los métodos que emplearon para llegar a ese conocimiento. La ciencia nos ayuda a entender que la clave para la comprensión de la naturaleza no radica en nuestros deseos, y que debemos aceptar los hechos, se adapten o no a nuestras ideas preconcebidas. No es una herramienta perfecta, pero es la mejor que tenemos para aminorar nuestra ignorancia. Y eso, en tiempos de apremio, no es poco decir.

NOTAS

[1] Celis AS y Nava JN (1970). La patología de la pobreza. *Revista Médica del Hospital General* 33: 371. Este trabajo ha sido ampliamente reseñado (y criticado) por diversos autores; ver, por ejemplo, el artículo de Ruy Pérez Tamayo (*Nexos*, agosto de 1983), disponible en: https://www.nexos.com.mx/?p=4215.

[2] Datos obtenidos por *The New York Times* luego de llevar ante los tribunales a los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos: https://www.nytimes.com/es/interactive/2020/07/09/espanol/mundo/coronavirus-latinos-africanoamericanos-datos.html.

[3] Un interesante análisis de cómo cundió el antisemitismo durante la epidemia de peste negra del siglo XIV puede encontrarse en el artículo de Mark Koyama, Rémi Jedwab y Noel Johnson "Las pandemias y la persecución de las minorías", cuya traducción al español publicó la revista *Letras Libres*: https://www.letraslibres.com/espana-mexico/historia/las-pandemias-y-la-persecucion-las-minorias#:~:text=Entre%201347%20y%201352%20murió,consecuencia%20de%20la%20peste%20negra.&text=Sin%20embargo%2C%20uno%20de%20los,más%20devastadores%20de%20la%20historia.

[4] Los datos provienen del estudio publicado por el profesor de la Universidad de Oxford Daniel Freeman y sus colaboradores: Freeman D, Waite F, Rosebrock L and Petit A (2020). Coronavirus conspiracy beliefs, mistrust, and compliance with government guidelines in England. *Psychological Medicine* 1-13. https://doi.org/10.1017/S0033291720001890.

[5] Ambas definiciones son de Gordon Allport: Allport G (1954). *The nature of prejudice*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Emilio Salceda
Revista Elementos
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
emilio.salceda@gmail.com

© **Enrique Soto.** Museo de Historia de la Ciencias, Oxford, 2017.

www.elementos.buap.mx

Sustentabilidad y ecología de las enfermedades infecciosas

Angélica María **Hernández-Ramírez**

> "... *Nada en la vida es para ser temido, es solo para ser comprendido. Ahora es el momento de entender más, de modo que podamos temer menos*..."
>
> **Marie Curie**

En los últimos meses las naciones del mundo han experimentado cambios significativos asociados a la presencia del virus SARS-CoV-2 (COVID-19) y su diseminación,[1] al tiempo que se han concentrado esfuerzos para contener la trasmisión y paliar la propagación masiva del virus en la población humana, las reflexiones en torno al papel de los sistemas ecológicos cobran mayor interés. Por ello, es necesario revisar el conocimiento respecto de la ecología de las enfermedades infecciosas que afectan a los seres humanos para entender su surgimiento (emergencia) y trasmisión (vías de contagio).

LA IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PARA EL BIENESTAR HUMANO

Los sistemas biológicos (ecosistemas) aportan beneficios a las sociedades humanas[2] a través de: 1) proveer abastecimiento o provisión de alimentos, materiales y agua; 2) proveer los servicios de regulación del clima, del ciclo de nutrientes, de la fertilidad del suelo, de control de las enfermedades infecciosas, de la polinización y dispersión;

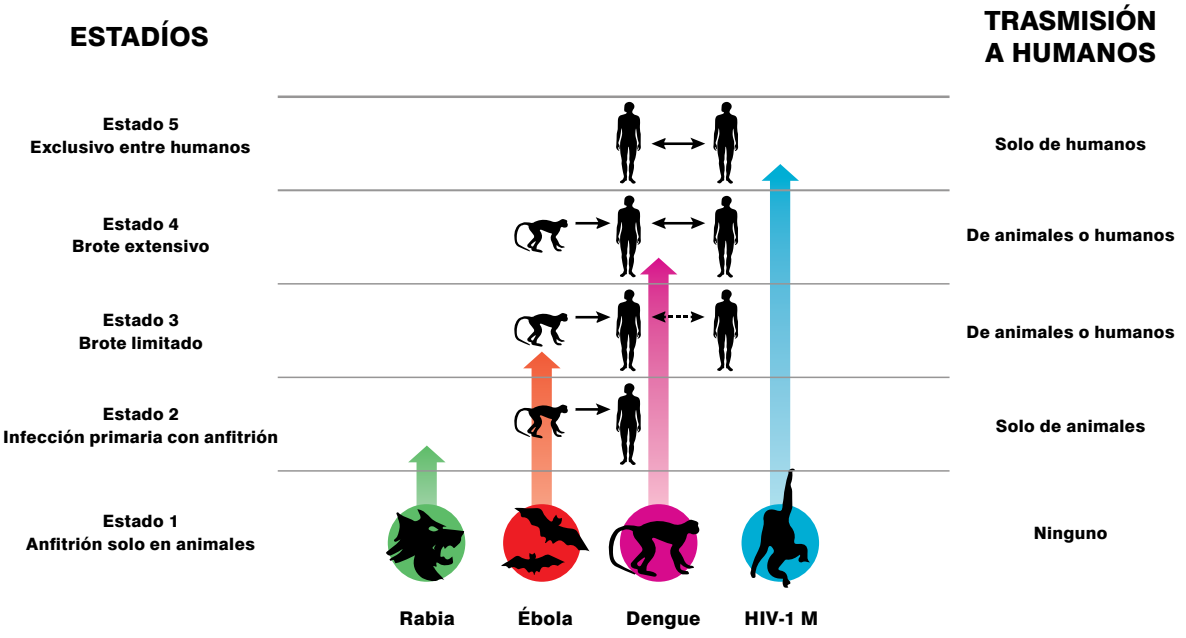


Figura 1. Vías de propagación de las enfermedades infecciosas. Estado 1. Incluye a las infecciones zoonóticas primarias (trasmisión directa pero interrumpida, no existe organismo intermediario y/o anfitrión de la enfermedad). Estado 2. Incluye las infecciones zoonóticas en las que participa un organismo intermediario y/o anfitrión de la enfermedad para que llegue al ser humano; después de un primer brote es posible que se trasmita entre humanos. Estados 3 y 4. Incluyen a las infecciones zoonóticas con la habilidad de trasmitirse a humanos a través de organismos intermediarios y/o anfitriones que pueden ser de diversas especies (por ejemplo, el dengue es trasmitido por diversas especies de mosquito), por lo que su trasmisión se considera extensiva y entre humanos se presenta la trasmisión de tipo comunitaria. Estado 5. Incluye la presencia de nuevos patógenos (o zoonóticos que mutaron) cuya vía de trasmisión es exclusivamente entre humanos. Modificado de Wolfe (2011).

y 3) de protección o soporte a través de la biodiversidad, el hábitat, los recursos hídricos y forestales como elementos base para el funcionamiento del sistema.[3] En conjunto, los sistemas biológicos proveen las condiciones necesarias para la vida en la Tierra, por lo que su debilitamiento puede afectar el bienestar de los seres humanos. Desde el punto de vista ecológico es posible reconocer las causas primarias que influyen en el surgimiento de las enfermedades infecciosas, las cuales se ubican en la interfase ser humano-animal-ecosistema.

LA ZOONOSIS Y SUS VÍAS DE TRASMISIÓN

Las enfermedades infecciosas que afectan a los seres humanos son causadas por la presencia de parásitos, bacterias, hongos y virus. A pesar de existir diversas vías de trasmisión, se sabe que cerca del 73 % de las enfermedades de este tipo son de origen zoonótico[4] (que se desarrollan en los animales). Específicamente, las enfermedades infecciosas de origen animal pueden trasmitirse de forma directa a través del contacto que existe entre los animales anfitriones de la enfermedad (reservorios) y los seres humanos. En otros casos, las enfermedades infecciosas de origen animal se trasmiten a través de organismos intermediarios[5] (Figura 1).

FACTORES QUE REPERCUTEN EN EL SURGIMIENTO DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS

La demanda en la provisión de alimentos, agua y servicios necesarios para satisfacer las necesidades humanas ha propiciado que selvas y bosques se transformen en áreas de producción agrícola y pecuaria a gran escala y a mayor velocidad.[6] El cambio climático (alteración de los patrones de humedad y temperatura a nivel local, regional y global), así como la captura y comercio de fauna silvestre han sido los factores que se han asociado con la emergencia de las enfermedades infecciosas en humanos.[7]

En lo que respecta al cambio de la cobertura original (selvas, bosques, sabanas), se sabe que la trasmisión de rabia por murciélagos hacia los seres humanos ocurre a través de organismos intermediarios como el ganado.[8] En América del Sur se ha documentado que la disminución de la cubierta forestal asociada a la ganadería extensiva ha incrementado los casos de rabia en humanos.[9] La fiebre hemorrágica viral trasmitida por garrapatas (*Haemaphysalis spinigera*) surgió a través de la invasión de la agricultura y el ganado en los bosques del suroeste de la India.[10] La expansión en la distribución del flavovirus que causa la encefalitis japonesa, trasmitida por el mosquito *Culex tritaeniorhynchus* en el sudeste asiático, se ha asociado con el incremento en la producción de arroz y cría de cerdos en Asia.[11] Lo anterior se debe a que el aumento en los campos de arroz irrigados artificialmente incrementa la densidad de mosquitos vectores y la cría de cerdos aumenta los riesgos de propagación del virus a humanos a través de los cerdos en los corrales.[12] La fragmentación en los bosques de América del Norte ha incrementado el riesgo de trasmisión de la enfermedad de Lyme a humanos causada por la bacteria *Borrelia burgdorferi*, la cual es trasmitida por la picadura de garrapatas que utilizan como intermediario al ratón de patas blancas (*Peromyscus leucopus*).[13] Se sabe que en bosques conservados y con alta diversidad de vertebrados, la infección en mamíferos pequeños por la bacteria *Borrelia burgdorferi* es baja. No obstante, en ambientes fragmentados en donde el número de ratones anfitriones es alto, es más probable que estos se infecten y trasmitan la enfermedad a seres humanos.[14]

En lo que respecta al cambio climático, la alteración de los patrones de humedad y temperatura (cambio climático) ha propiciado que la malaria y el dengue se extiendan a nuevas regiones del mundo. Específicamente, ambas enfermedades se trasmiten a través de mosquitos vectores que habitan en climas cálidos (*Anopheles* spp. y *Aedes aegypti*; respectivamente).[15] No obstante, el incremento en la temperatura hace que se amplíe el rango de distribución de los mosquitos e invada zonas montañosas de mayor altitud.

Con respecto a los mercados de animales vivos, se piensa que la aparición de VIH se relaciona con la captura, cacería y tráfico de primates en los bosques de África Central, mientras que los brotes de fiebre hemorrágica del Ébola se han asociado con la captura,[16] cacería y comercio de primates en Gabón y la República del Congo.[17]

Los primeros casos de Síndrome Respiratorio Agudo (SRAS, o SARS por sus siglas en inglés)[18] y el del tipo asociado con el coronavirus en humanos se han relacionado con la presencia y contacto cercano entre los seres humanos y la vida silvestre que se encuentra cautiva por periodos prolongados en mercados locales.[19]

ASENTAMIENTOS HUMANOS Y SU RELACIÓN CON LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS

El incremento en el número de habitantes propicia el avance y cercanía de los asentamientos humanos a zonas de selvas y bosques donde habita la fauna silvestre. Los asentamientos humanos se caracterizan por ir acompañados de aves de corral y otros mamíferos criados en granjas. Estos animales domésticos incrementan el riesgo de trasmisión hacia el ser humano de enfermedades infecciosas provenientes de la fauna silvestre,[20] ya que actúan como organismos intermediarios de trasmisión (Figura 2). Por ejemplo, la presencia del virus Hendra que usa como organismo intermediario de trasmisión a los caballos, el Lyssavirus (parecido al virus de la rabia) y el virus Menangle que usan como intermediario de trasmisión a cerdos, han llegado de los murciélagos frugívoros (organismos anfitriones de la enfermedad) a los seres humanos a través de los animales domésticos.[21] El incremento en la probabilidad de contacto entre murciélagos y animales domésticos se debe a la reducción del hábitat de los murciélagos (selvas y bosques), por lo que estos organismos llegan a alimentarse a los árboles frutales ubicados en las zonas periurbanas, donde se encuentran con los animales de granja.[22]

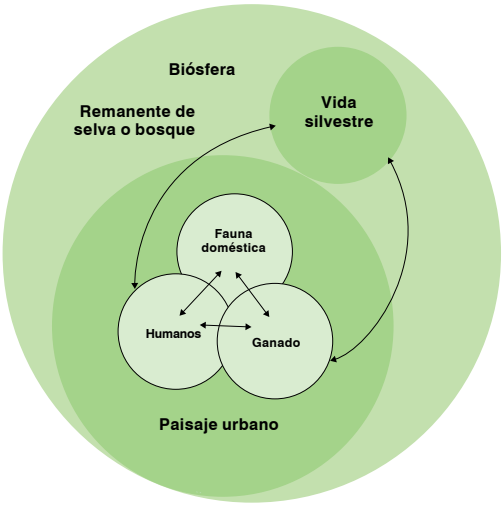


Figura 2. Vía de trasmisión de las enfermedades infecciosas que se ubican en la interfase humano-animal-ecosistema. La cercanía del paisaje urbano (asentamientos humanos) y la presencia de fauna doméstica propician áreas de contacto (mayor probabilidad de trasmisión de enfermedades zoonóticas) con la fauna silvestre que habita en remanentes de selvas y bosques.

El crecimiento de la población va acompañado de la ampliación de las carreteras y vías de comunicación y transporte, lo que favorece la movilidad de los seres humanos a gran escala y en un tiempo reducido. Esta alta movilidad ha propiciado el rebrote y expansión de enfermedades infecciosas. La fiebre de Chikungunya es trasmitida por mosquitos endémicos de África y Asia, vectores del virus.[23] La diseminación de la enfermedad a escala global se propició por el viaje de personas portadoras del padecimiento a diferentes partes del mundo. Una vez llegado el virus a nuevos ambientes, este es propagado por nuevos mosquitos vectores y que suelen ser de amplia distribución; como es el caso de los mosquitos *Aedes aegypti* y *Aedes albopictusmosquitoes,* trasmisores de la fiebre de Chikungunya en el continente americano.[24]

A este ejemplo se suma lo ocurrido recientemente con el virus SARS-CoV-2 (causante de la enfermedad COVID-19), el cual se diseminó de la ciudad de Wuhan en China a otros países y continentes como resultado de su alta virulencia ligada al patrón de aglomeración en grandes metrópolis y a la gran movilidad de las personas infectadas por el virus. Para el caso del virus SARS-CoV-2 no fue necesaria la presencia de un organismo intermediario de trasmisión del virus, ya que la trasmisión se realizó de persona a persona una vez que los seres humanos fueron infectados.

> "La salud sostenida de las poblaciones humanas requiere de la integridad continua de los sistemas naturales de la tierra..." Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

SUSTENTABILIDAD

La crisis que actualmente vive la humanidad relacionada con la pandemia de COVID-19 se ha caracterizado por ser más rápida y agresiva, alterando las actividades económicas, políticas y sociales a escala global. Las proyecciones apuntan a un desaceleramiento en el patrón actual de desarrollo económico en el mundo.[25] En este sentido, desde 1987, en el Informe Brundtland que se presentó ante la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas, se alertó que las poblaciones humanas deberían controlar sus tasas de natalidad y la sociedad debería transitar a estilos y formas de vida más saludables y ambientalmente amigables.[26]

De 1987 a la fecha han surgido reflexiones y propuestas en las que se reconoce la necesidad que tiene la sociedad humana para modificar sus patrones de producción y consumo como estrategia factible y clara para que los pueblos de todo el mundo puedan transitar a formas de vida más sustentables.[27] Muchas de estas estrategias de producción provienen de saberes y prácticas de los pueblos indígenas[28] e incluyen como ejemplos a citar:

1) Diversificación espacial y temporal de cultivos multiespecíficos: policultivos de rotación en el espacio y en el tiempo y uso de especies adaptadas a condiciones climáticas de lluvia-sequía para ser cultivadas en su respectiva temporalidad.[29]

2) Cultivos de cobertura: empleo de especies con diferente altura que permite la coexistencia de especies de interés comercial y de especies nativas de cada región (café de sombra).[30]

3) Cultivos intercalados: mezcla de cultivos que favorezca cosechas diversificadas y que proteja los cultivos a través del uso de especies aromáticas y/o resistentes a plagas y enfermedades[31] (barrera y control biológico).

4) Empleo de leguminosas en policultivos como especies fijadoras de nitrógeno que al perder hojas durante la estación de secas favorecen el aporte de nutrientes al suelo.[32]

El empleo de cultivos multiespecíficos y diversificados favorece una cosecha diversificada, un menor agotamiento del suelo (en términos agronómicos) y menor necesidad de insumos.[33] De manera paralela, se plantea que la ciencia y tecnología canalicen sus esfuerzos en el desarrollo de tecnologías e industrias limpias,[34] así como la promoción en el uso de ecotecnologías.[35]

Desde el punto de vista de los patrones de consumo, se exhorta a las sociedades humanas a utilizar productos frescos que pueden encontrarse en mercados locales y a que prefieran consumir aquellos productos que garanticen que provienen de buenas prácticas y de mercados justos.[36] Esta estrategia de modificación en el patrón de consumo contribuiría a disminuir la huella ecológica y a promover el desarrollo local.

Si bien la noción de sustentabilidad aporta elementos para hacer cambios importantes que permitan detener y eventualmente revertir el daño y deterioro ambiental actual, es necesario que las políticas nacionales e internacionales reincorporen a sus agendas la importancia que tienen las áreas naturales protegidas para su manejo, gestión, fortalecimiento y efectividad.

La conciencia de que la salud humana es un reflejo de las circunstancias ecológicas, del óptimo funcionamiento de los sistemas biológicos y de los servicios ambientales derivados de los ecosistemas naturales ha sido un *ethos* de la investigación ecológica. Las lecciones que se tengan que

© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

© **Enrique Soto.** Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

aprender y las acciones que se deban emprender el día de hoy repercutirán en un futuro inmediato ya sea en beneficio o perjuicio de los seres humanos.

REFERENCIAS

[1] Wu Z and McGoogan JM (2020). *Characteristics of and important lessons from the Coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China*. Summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. JAMA. Published online February 24, 2020. doi:10.1001/jama.2020.2648

[2] Hermann A, Schleifer S and Wrbka T (2011). The Concept of ecosystem services regarding landscape research: a review. *Living Rev. Landscape Research* 5:5-37

[3] Seppelt R, Dormann CF, Eppink FV, Lautenbach S and Schmidt S (2011). A quantitative review of ecosystem services studies: approaches, shortcomings and the road ahead. *Journal of Applied Ecology* 48:630-636.

[4] Woolhouse MEJ and Gowtage-Sequeria S (2005). Host range and emerging and reemerging pathogens. *Emerging Infection Diseases* 11:1842-1847.

[5] Wolf N (2011). *The viral storm: the dawn of new pandemic age*. New York: Penguin.

[6] McMichael AJ (2004). Environmental and social influences on emerging infectious diseases: Past, present and future. *Philosophical Transactions of the Royal Society London Series Biology* 359:1049-1058.

[7] McMichael AJ, Bolin B, Costanza R, Daily GC, Folke C, Lindahl-Kiessling K, Lindgren E and Niklasson B (1999). Globalization and the sustainability of human health. *BioScience* 49:205-2010.

[8] Childs JE, Richt JA and Mackenzie JS (2007). Introduction: Conceptualizing and partitioning the emergence process of zoonotic viruses from wildlife to humans. *Current Topics in Microbiology and Immunology* 315:1-31.

[9] Belotto A, Leanes LF, Schneider MC, Tamayo H and Correa E (2005). Overview of rabies in the Americas. *Virus Research* 111:5-1.

[10] Daszak P, Cunningham AA and Hyatt AD (2000). Emerging infectious diseases of wildlife— threats to biodiversity and human health. *Science* 287:443-449.

[11] Vora N (2008). Impact of anthropogenic environmental alterations on vector-borne diseases. *Medscape Journal of Medicine* 10:238-245.

[12] Pfeffer M, Dobler G (2010). Emergence of zoonotic arboviruses by animal trade and migration. *Parasites and Vectors* 3:35-45.

[13] Despommier D, Ellis B and Wilcox B (2006.) The role of ecotones in emerging infectious diseases. *EcoHealth* 3:281-289.

[14] Pongsiri MJ, Roman J, Ezenwa VO, Goldberg TL, Koren HS, Newbold SC, Ostfeld RS, Pattanayak SK and Salked DJ (2009). Biodiversity loss affects global disease ecology. *Bioscience* 59:945-954.

[15] Epstein PR, Diaz HF, Elias S, Grabherr G, Graham NE, Martens WJM, Mosley-Thomson E and Susskind J (1998). Biological and physical signs of climate change: Focus on mosquito-borne diseses. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78:409-417.

[16] Leroy EM, Rouquet P, Formenty P, Souquiére S, Kilbourne A, Froment J-M, Bermejo M, Smit S, Karesh W, Swanepoel R, Zaki SR and Rollin PE (2004). Multiple Ebola virus transmission events and rapid decline of central African wildlife. *Science* 303:387-390.

[17] Gummow B (2010). Challenges posed by new and re-emerging infectious diseases in livestock production, wildlife and humans. *Livestock Science* 130:41-46.

[18] Li W, Shi Z, Yu M, Ren W, Smith C, Epstein JH, Wang H, Crameri G, Hu Z, Zhang H, Shang J, McEachern J, Field H, Daszak P, Eaton BT,

Zhang S and Wang L-F (2005). Bats are natural reservoirs of SARS-like coronaviruses. *Science* 310:676-679.

[19] van den Hurk AF, Ritchie SA and Mackenzie JS (2009). Ecology and geographical expansion of Japanese encephalitis virus. *Annual Review Entomology* 54:17-35.

[20] Landolt GA and Olsen CW (2007). Up to new tricks —a review of cross-species transmission of influenza A virus. *Animal Health Research Review* 8:1-21.

[21] Daszak P, Plowright RK, Epstain JH, Pulliam J, Rahman SA, Field HE, Jamaluddin A, Sharifah SH, Smith CS, Olival KJ, Luby S, Halpin K, Hyatt AD, Cunningham AA and Henipavirus Ecology Research Gourp (2006). *The Emergence of Nipah and Hendra Virus: Pathogen Dynamics Across a Wildlife-Livestock-Human Continuum* (Oxford Univ Press, Oxford), pp 186-201.

[22] Field HE (2009). Bats and emerging zoonoses: Henipaviruses and SARS. *Zoonoses Public Health* 56:278-284.

[23] Johansson MA, Powers AM, Pesik N, Cohen NJ and Staples JE (2014). Now casting the spread of Chikungunya virus in the Americas. *PLoS One* 9:e104915.

[24] Ng V, Fazil A, Gachon P, Deuymes G, Radojevic M, Mascarenhas M, Garasia S, Johansson MA and Ogden NH (2017). Assessment of the probability of autochthonous transmission of Chikungunya virus in Canada under recent and projected climate change. *Environmental Health Perspective* 125:067001.

[25] CEPAL (2020). *América Latina y el Caribe ante la pandemia de COVID-19: efectos económicos y sociales*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Disponible en: https://www.cepal.org/es.

[26] World Commission on Environmental and Development (WCED) (1987). Our Common future (Brundtland Report). United Nations.

[27] Weinstein MP, Turner E and Ibáñez C (2013). *The global sustainability transition: it is more than changing light*. Sustainability transition: it is more than changing light bulbs. Winter 2013, volume 9/issue 1.

[28] Dewalt B (1994). Using indigenous knowledge to improve agriculture and natural resource management. *Human Organization* 5:11-27.

[29] Edwards CA, Grove TL, Harwood RR and Colfer CJP (1993). The role of agroecology and integrated farming systems in agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46:99-121.

[30] Ewel J (1999). Natural systems as a model for the design of sustainable systems of land use. *Agroforestry Systems* 45:1-21.

[31] Jackson W (2002). Natural systems agriculture: a truly radical alternative. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88:111-117.

[32] Francis C (1986). *Multiple cropping systems*. New York: MacMillan.

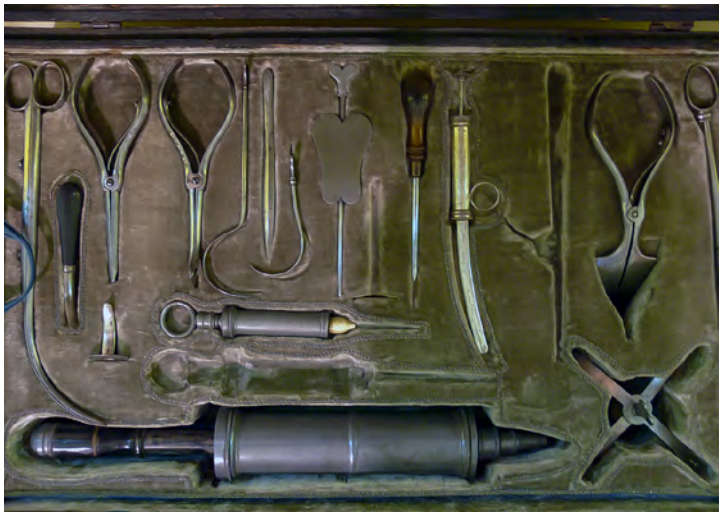
[33] Farley J and Costanza R (2002). Envisioning shared goals for humanity: A detailed, shared vision of sustainable and desirable USA in 2100. *Ecological Economics* 43:245-259.

[34] Uphoff N and Altieri M (1999). *Alternatives to conventional modern agriculture for meeting world food needs in the next century*. New York: Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development.

[35] Ortiz Moreno JA, García SLM and Cerutti ORM (2015). Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el Sur global. Interdisciplina 7:193-215.

[36] Pretty J and Hine R (2001). *Feeding the world with sustainable agriculture: a summary of new evidence*. Final Report from SAFE-World Research Project. Inglaterra: University of Essex, Colchester.

Angélica María Hernández-Ramírez
Centro de EcoAlfabetización y Diálogo de Saberes
Universidad Veracruzana
angehernandez@uv.mx



© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

© Enrique Soto. Kunstkámera, San Petersburgo, 2010.

¿Cómo surge una nueva especie?
El caso de las aves

Andreia **Malpica**
Clementina **González**

Las aves por siglos han fascinado al hombre, ya sea por sus hermosos cantos, sus colores llamativos, sus bailes de cortejo o por los increíbles viajes migratorios que realizan. Las aves han sido motivo de contemplación, admiración e intensa investigación científica. El estudio de las aves ha ayudado a desarrollar conceptos y teorías fundamentales en la biología, tales como la formación de nuevas especies durante el curso de la evolución (i.e., especiación).

Charles Darwin sentó las bases de la teoría evolutiva. Las observaciones que hizo durante uno de sus viajes, sobre el tamaño y forma del pico de los pinzones del archipiélago de las Galápagos, le ayudaron a entender mejor cuáles eran los factores que promovían la formación de nuevas especies. Darwin definió "evolución" como "descendencia con modificación", proceso en que las poblaciones y las especies cambian a lo largo del tiempo y dan origen a nuevas especies, las cuales comparten un ancestro en común. El mecanismo que Darwin propuso para explicar este cambio es la selección natural. La idea básica de la selección natural es que los organismos que poseen rasgos que les ayudan a sobrevivir y, por lo tanto, reproducirse en un ambiente particular, dejarán más descendientes (los cuales heredarán a su vez los rasgos ventajosos a su descendencia) que los organismos que carecen de dichas características.

Se ha estimado que en el mundo hay alrededor de 10,800 especies de aves. La forma clásica de estimar el número de especies se ha basado en las diferencias de los patrones geográficos de rasgos morfológicos como el tamaño y la coloración del plumaje. Pero en sí, ¿qué es una especie? A lo largo del tiempo se han propuesto diferentes conceptos de especie como, por ejemplo, el biológico, el morfológico, el filogenético, el ecológico y el evolutivo, entre otros. Aunque cada concepto tiene una característica particular, todos ellos se refieren a las especies como linajes que evolucionan de manera independiente de otros. Hoy en día, la taxonomía integradora ofrece una visión completa para definir a las especies con múltiples tipos de evidencia como la morfología, la genética, la distribución y el comportamiento (Dayrat, 2005).

Al observar la diversidad de especies de aves en el mundo han surgido preguntas fundamentales como, por ejemplo: ¿por qué hay tantas especies?, ¿cómo se formaron?, ¿qué factores promueven la especiación? La especiación es un proceso fascinante y estudiarlo resulta complejo, ya que puede ser resultado de diferentes mecanismos que pueden interactuar en el tiempo y en el espacio. Por lo tanto, entender el papel que tiene cada mecanismo en el proceso de especiación es un campo de investigación muy activo. Particularmente en aves, los mecanismos que promueven la especiación mayormente estudiados son la presencia de barreras geográficas y cambios climáticos históricos, así como mecanismos biológicos como la divergencia ecológica (impulsada por la selección natural) y la selección sexual.

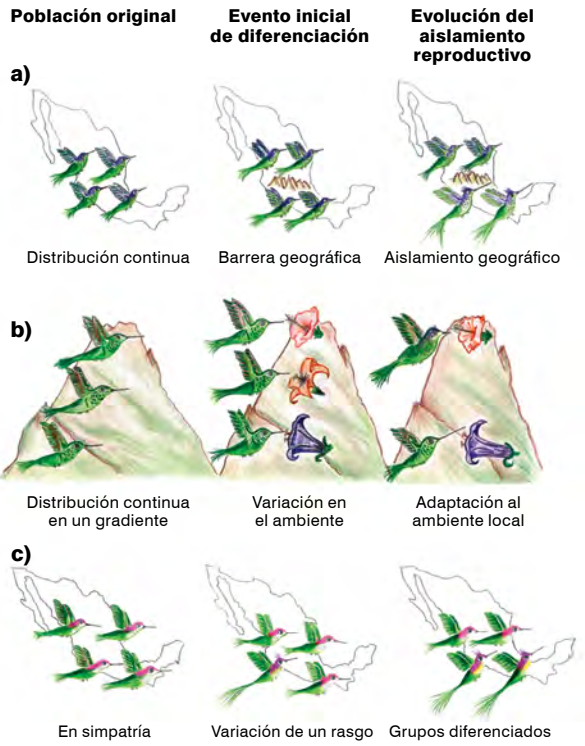


Figura 1. Modelos de especiación de acuerdo con la distribución geográfica de las especies: a) especiación alopátrica, b) especiación parapátrica, c) especiación simpátrica. Dibujos hechos por Martha Elena Mejía.

MODELOS DE ESPECIACIÓN

Se han propuesto diferentes modelos de especiación de acuerdo con la distribución geográfica de las poblaciones que conforman las especies. Los más importantes son: especiación alopátrica, parapátrica y simpátrica. Se ha sugerido que, en aves, la especiación alopátrica es la más común y la simpátrica la más rara (alrededor del 5 % de las especies estudiadas).

En la especiación alopátrica, la distribución originalmente continua de las poblaciones de una especie se fragmenta por distintos eventos como el surgimiento de una barrera geográfica (Figura 1a). Como consecuencia, las poblaciones se aíslan entre sí reduciéndose el flujo genético entre ellas y favoreciendo la acumulación de nuevas mutaciones genéticas. Con el paso del tiempo (miles o millones de años), se pueden acumular suficientes diferencias a nivel genético, morfológico (por ejemplo, el color del plumaje) y de comportamiento (por ejemplo, diferencias en los cantos) entre las poblaciones, que pueden promover la especiación.

La especiación parapátrica ocurre en poblaciones que tienen una distribución continua, pero con distintas condiciones ambientales (Figura 1b). Esto puede dar lugar a una "clina", que es una variación gradual de los rasgos morfológicos en las poblaciones, debida a las adaptaciones a sus entornos

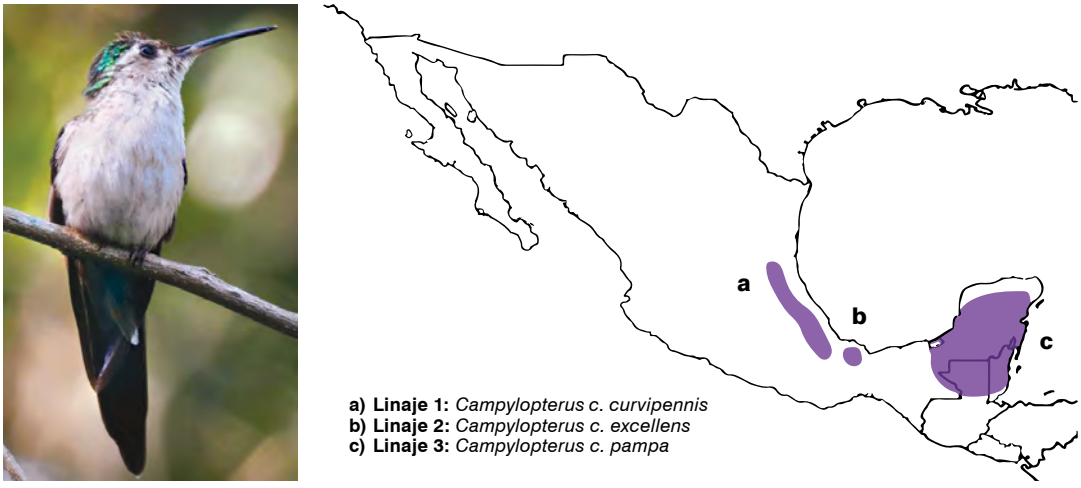


Figura 2. El papel de las barreras geográficas en promover la formación de nuevas especies. Se ilustra el caso del colibrí *Campylopterus curvipennis*, para el cual las barreras geográficas han promovido la diferenciación genética, morfológica y vocal entre linajes. Fotografía de Nataly Cruz.

particulares. Aunque hipotéticamente es posible que cualquier miembro de la especie se aparee con otro, en este caso los individuos tienden a aparearse con los de su propia área. Comparada con la especiación alopátrica, la especiación parapátrica ocurre en presencia de flujo genético entre las poblaciones. Sin embargo, la diferenciación y, finalmente, la especiación, ocurre si el efecto de la selección natural es más fuerte que el efecto del flujo genético de las poblaciones.

Finalmente, la especiación simpátrica (Figura 1c) ocurre en ausencia de barreras geográficas que impidan el apareamiento entre miembros de una especie y donde todos los individuos están en proximidad con otros. Se ha propuesto que lo que facilita la diferenciación entre los individuos, en este caso, es la especialización ecológica. Es decir, cuando en una población hay diferentes presiones que promueven que una población se adapte a dos características distintas, por ejemplo, a consumir semillas de distintos tamaños (ejemplo: individuos con picos grandes que pueden consumir semillas grandes e individuos de picos pequeños que pueden consumir semillas pequeñas), promoviendo gradualmente la diferenciación y finalmente la especiación. Este modelo de especiación ha sido debatido por décadas y se postula que unos pocos casos han ocurrido en las aves.

EL PAPEL DE LAS BARRERAS GEOGRÁFICAS

Las barreras geográficas, tales como montañas, ríos y valles juegan un papel muy importante en promover la formación de nuevas especies de aves a través de un modelo de especiación alopátrico. Un ejemplo es el caso del colibrí fandanguero (*Campylopterus curvipennis*), del que hay tres grandes poblaciones aisladas entre sí, las cuales se encuentran en la Sierra Madre Oriental, en la región de los Tuxtlas y en la Península de Yucatán (Figura 2). Mediante estudios genéticos, morfológicos y vocales, se ha documentado que estas tres poblaciones corresponden a distintos linajes genéticos separados por barreras geográficas (el Istmo de Tehuantepec y la planicie costera del Golfo de México), que se diferencian en morfología y cantos (González y cols., 2011). Los linajes de la Sierra Madre Oriental y los Tuxtlas están menos diferenciados entre sí que con respecto al de Yucatán. Mediante experimentos de reconocimiento vocal entre machos de los tres linajes, se encontró que los linajes menos diferenciados responden con mayor intensidad a sus cantos que con respecto al linaje más diferenciado, al que pueden no reconocer ya como un competidor potencial (Cruz-Yepez y cols., 2020). Esto sugiere que

estos linajes se encuentran en etapas tempranas del proceso de especiación.

EL PAPEL DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS HISTÓRICOS

Otro mecanismo de especiación que ha sido ampliamente estudiado es el efecto de las glaciaciones climáticas del Pleistoceno. Durante el Pleistoceno hubo diferentes periodos glaciales (llamados también eras de hielo) e interglaciares (como el que estamos viviendo actualmente), que han tenido el efecto de aislar y reconectar a las poblaciones de muchos organismos. Por ejemplo, en Norteamérica, durante los periodos glaciales del Pleistoceno, algunas poblaciones de distintas especies se extinguieron, otras migraron hacia el sur, pero otras sobrevivieron en refugios aislados. El aislamiento restringió el flujo genético entre poblaciones de algunas especies promoviendo la diferenciación o incluso la especiación. Un estudio genético que estimó el tiempo en el que ocurrieron diferentes eventos de divergencia en especies de aves de bosques boreales, sub-boreales (de Estados Unidos y tierras altas del noreste de México) y tierras bajas del Neotrópico (desde el sureste de México al sureste de Bolivia), sugiere que el hábitat se fragmentó hace aproximadamente 1.2 a 0.6 millones de años como resultado de la glaciación del Pleistoceno. Esto promovió la especiación de una gran parte de las aves del Nuevo Mundo (Weir y Schluter, 2004).

DIVERGENCIA ECOLÓGICA IMPULSADA POR LA SELECCIÓN NATURAL

Se ha estudiado también el papel que tiene el ambiente en la formación de nuevas especies a través de la divergencia ecológica, que consiste en el aislamiento reproductivo entre poblaciones que habitan ambientes distintos. Adaptarse a ambientes distintos puede cambiar algunos rasgos de los individuos (morfológicos, conductuales, fisiológicos, etc.). Estos cambios pueden influir en qué tan exitosos son los individuos para sobrevivir y reproducirse en su ambiente particular. Aquellos que no logran adaptarse a su ambiente, simplemente tienen menos probabilidades de sobrevivir y reproducirse. Un ejemplo de divergencia ecológica que sigue un modelo parapátrico es el caso del trepatroncos picocuña (*Glyphorynchus spirurus*; Figura 3), una especie que pertenece a un grupo de aves que, al igual que los carpinteros, se alimentan principalmente de insectos que cazan en los troncos de los árboles. Al estudiar las poblaciones de esta especie a lo largo de un gradiente altitudinal en los Andes ecuatorianos, se documentó que existía una relación entre el hábitat y algunas características de la especie (Milá y cols., 2009). Encontraron que a mayor altitud había mayor cantidad de musgo en la corteza de los árboles en comparación con altitudes menores; además, a ambos lados de la cordillera, el número de árboles difería. Las aves que habitaban altitudes mayores tenían patas más

Figura 3. *Glyphorynchus spirurus*, un ejemplo de divergencia ecológica impulsada por la selección natural. Fotografía de Borja Milá.

largas para poderse sostener del musgo más abundante de la corteza de los árboles y de esta manera ser más efectivas en la búsqueda de alimento. Las que habitaban en lugares donde la densidad de árboles era más abundante, tenían las alas más cortas, para poder maniobrar de manera más efectiva en ese ambiente. Sus análisis revelaron que las poblaciones no solo eran diferentes morfológicamente, sino también genéticamente, lo que sugiere estados tempranos de especiación.

EL PAPEL DE LA SELECCIÓN SEXUAL EN LA ESPECIACIÓN

La selección sexual explica la evolución de caracteres sexuales secundarios en los machos (que no están directamente relacionados con la reproducción), como los ornamentos en el plumaje, el color de las plumas, así como los cortejos y cantos elaborados. Algunos ejemplos impresionantes en que la selección sexual ha sido muy importante son las aves del paraíso, los manakins y los gallitos de las rocas. Los machos de estas especies han desarrollado complejos y llamativos bailes de cortejo, así como exuberantes y dramáticos plumajes que les sirven para atraer a las hembras (Figura 4), que a su vez seleccionan al macho con las características más llamativas como un reflejo de su calidad. Pero, ¿cuál es la relación entre la selección sexual y la formación de nuevas especies? Si en una población surge un macho con un rasgo diferente al resto, que además es más atractivo para las hembras, a través de las generaciones ese rasgo podrá volverse más común en la población, hasta llegar a ser dominante. Con el tiempo, las poblaciones con machos de rasgos diferentes pueden diferenciarse genéticamente y, eventualmente, formar especies distintas, ya que las hembras se reproducirán con los machos de su propia población. Esto mismo podría ocurrir también dentro de una misma población (especiación simpátrica).

Un ejemplo clásico del papel de la selección sexual en la especiación simpátrica es el caso de las aves del género *Vidua*, que se distribuye en África, comúnmente llamados "viudas" (Sorenson y cols., 2003). Estas aves ponen sus huevos (parasitan) en los nidos de diferentes especies de aves (hospederos) y los polluelos son criados por los padres hospederos como si fueran suyos. Los machos jóvenes aprenden el canto de su padre hospedero y lo incorporan a su repertorio vocal. Las hembras usan, al menos en parte, estas señales para elegir parejas (selección sexual) e, incluso, el nido que van a parasitar (Balakrishnan y Sorenson, 2006). Si bien el aprendizaje e imitación de los cantos les ha permitido seleccionar hospederos particulares, también promueve el rápido aislamiento entre poblaciones. Aunque es raro, algunas veces las hembras ponen sus huevos

Figura 4. *Ceratopipra mentalis (a y b)*, comúnmente llamados manakins, ejemplo en que la selección sexual ha promovido la formación de nuevas especies. Fotografías de Clementina González (a) y Juan F. Escobar-Ibáñez (b).

en una nueva especie de hospedero y esto trae consecuencias interesantes. Si los polluelos sobreviven, los machos aprenderán el canto de la nueva especie y las hembras preferirán aparearse con los machos que imitan el canto de esta nueva especie. En una sola generación estarán reproductivamente aislados, promoviendo así la diferenciación entre individuos de una misma población que coinciden geográficamente.

En cualquier modelo de especiación es muy importante la evolución del aislamiento reproductivo. En aves, la divergencia en caracteres involucrados en la elección de pareja, tales como el canto o el plumaje, puede jugar un papel muy importante como barrera precopulatoria. Como consecuencia de la divergencia de estos caracteres, los individuos de distintas poblaciones pueden encontrarse, pero no reconocerse como parejas o competidores potenciales, lo cual puede conducir al aislamiento reproductivo y eventualmente a la especiación.

CONCLUSIÓN

Actualmente nos enfrentamos a un escenario de pérdida acelerada de biodiversidad. Estudiar y entender los diferentes factores que han promovido la especiación en aves y en cualquier otro grupo biológico es importante, ya que nos permite entender cómo se origina y mantiene la biodiversidad para proponer estrategias para conservarla. Es de particular interés entender de qué manera las presiones del ambiente afectan a las especies. En el caso de los trepatroncos, los científicos han podido detectar aquellos rasgos biológicos que han permitido la flexibilidad de adaptarse a condiciones ambientales distintas en un tiempo evolutivo relativamente corto. Algunas especies serán capaces de adaptarse a dichos cambios de manera exitosa, pero otras, menos afortunadas, se extinguirán rápidamente. Quizás estos estudios nos puedan dar pistas de lo que puede ocurrir en un futuro cambiante.

REFERENCIAS

Balakrishnan CN and Sorenson MD (2006). Song discrimination suggests premating reproductive isolation among sympatric indigobirds species and host races. *Behav Ecol* 17(3):473-478.

Cruz-Yepez N, González C and Ornelas JF (2020). Vocal recognition suggests premating isolation between lineages of lekking hummingbird. *Behav Ecol* 31(4):1046-1053.

Dayrat B (2005). Towards integrative taxonomy. *Biol J Linn Soc* 85(3):407-415.

González C, Ornelas JF and Gutiérrez-Rodríguez C (2011). Selection and geographical isolation influences hummingbird speciation: genetic, acoustic and morphological divergence in the wedge-tailed sabrewing (*Campylopterus curvipennis*). *BMC Evol Biol* 11:38.

Milá B, Wayne RK and Smith TB (2009). Divergence with gene flow and fine-scale phylogeographical structure in the wedge-billed woodcreeper, *Glyphorhynchus spirurus*, a Neotropical rainforest bird. *Mol Ecol* 18(14):2979-2995.

Sorenson MD, Sefc KM and Payne RB (2003). Speciation by host switch in brood parasitic indigobirds. *Nature* 424(6951):928-931.

Weir JT and Schluter D (2004). Ice sheets promote speciation in boreal birds. *Proc Roy Soc of London B* 271(1551):1881-1887.

Andreia Malpica
Clementina González
Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
andreia.malpica@gmail.com
clementina.gonzalez@umich.mx

© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

www.elementos.buap.mx

Los bosques tropicales secos del futuro

Francisco **Guerra Martínez**

Hoy en día estamos inmersos en una era digital con un sinfín de dispositivos que permiten imaginar un futuro con automóviles autónomos y vehículos voladores, transportes colectivos basados en drones, trenes subterráneos viajando a velocidades supersónicas. Sin embargo, surge una pregunta: ¿qué depara el futuro a los bosques y otros tipos de vegetaciones en el mundo?

Desde que los seres humanos evolucionamos como especie y nos asentamos sobre la superficie del planeta hemos aprovechado los recursos naturales al grado de haber eliminado o deteriorado la mitad de los tipos de vegetación (terrestre y acuática) en el mundo. No obstante, aún existe vegetación casi sin contacto con los seres humanos a nivel mundial.

Todos los tipos de vegetación se consideran ecosistemas. Aquellos ecosistemas que no han tenido una interferencia humana se conocen como primarios, y pueden ser bosques o cualquier otro tipo de vegetación. Para México, los principales tipos de vegetación (ecosistemas) son: pastizales (ubicados principalmente en el norte de México), matorrales (ubicados en zonas desérticas), bosques templados (típicos de zonas montañosas donde se presentan especies de oyamel, pino, encino), bosques mesófilos de montaña (o bosques de niebla, ubicados en áreas montañosas en contacto con vientos cargados de humedad provenientes del mar), manglares (establecidos

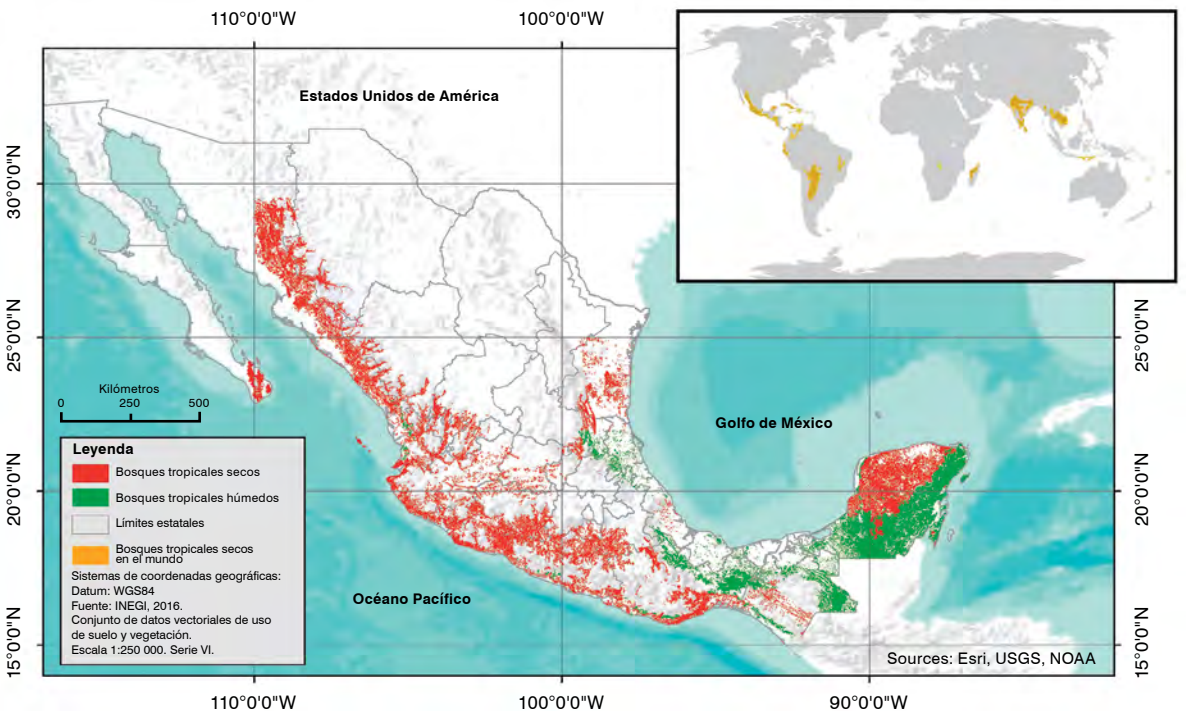


Figura 1. Distribución de los bosques secos y los bosques húmedos en México. Elaboración propia a partir de los datos de INEGI 2016.

en zonas costeras), bosques de galería (aquellos que se establecen en la orilla de los ríos) y bosques tropicales húmedos y secos, también conocidos como selvas.

¿QUÉ SON LOS BOSQUES TROPICALES?

Los bosques tropicales se ubican principalmente en la zona intertropical (entre el trópico de Cáncer y el de Capricornio). Los bosques tropicales quizá son mejor conocidos como selvas tropicales. En el mundo, existen dos tipos de bosques tropicales: los húmedos y los secos. Del total de bosques tropicales del planeta, los bosques húmedos ocupan el 60 %, mientras que los bosques secos constituyen el 40 % (Miles y cols., 2006). Esta relación es inversa para México, donde los bosques secos ocupan una mayor extensión (60 %) que los bosques húmedos (40 %) (Figura 1; Miranda y Hernández, 1963). El más conocido de los bosques húmedos en el mundo es la selva tropical húmeda del Amazonas, en América del Sur.

En México, la más conocida es la selva Lacandona, ubicada en Chiapas. Con respecto al bosque tropical seco, también llamada selva baja caducifolia, se distribuye en la mayor parte de la costa del Pacífico mexicano y fuera de México, continuando casi ininterrumpidamente por la costa del continente hasta Perú.

Los bosques tropicales húmedos cuentan con una vegetación siempre verde a lo largo del año y se caracterizan por la presencia de árboles con una altura de hasta 40 metros; por su parte, los bosques tropicales secos poseen una limitante en la disponibilidad de agua, lo que se refleja en bosques verdes y frondosos la mitad del año (Figura 2), y bosques con hojas caídas y totalmente secos la otra mitad (Figura 3), con árboles de hasta 15 metros de altura. Los bosques tropicales secos se ubican en áreas que cuentan con una precipitación media anual entre 250 y 2000 mm, una temperatura media anual mínima de 17 °C y entre 3 y 8 meses de sequía (sin lluvias), cuando la mayoría de los árboles pierden sus hojas.

Figura 2. Vista panorámica del bosque tropical seco en época de lluvias en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Fotografía de Julio César Gallardo Vásquez.

Figura 3. Vista panorámica del bosque tropical seco en época de secas en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Fotografía de Julio César Gallardo Vásquez.

¿DÓNDE SE UBICAN LOS BOSQUES TROPICALES SECOS?

Existen bosques tropicales secos en todos los continentes; no obstante, la mayor proporción (66.7 %) se encuentra en América (Figura 1) (Miles y cols., 2006). En la actualidad, el 97 % de estos bosques se encuentra amenazado y es susceptible a la transformación (Mooney, 2011). La causa principal de la pérdida de estos bosques es la deforestación, que se ejerce para el establecimiento de pastizales para la ganadería y áreas agrícolas, tanto intensivas como de subsistencia (Sánchez-Azofeifa y Portillo-Quintero, 2011), ambas actividades están asociadas al aprovechamiento de los bosques y nos proveen a las poblaciones humanas de alimento, un servicio ecosistémico. En contraste, aunque la provisión de alimentos es elemental para la vida humana, la eliminación de estos bosques repercute en la pérdida de otros servicios ecosistémicos como la provisión, en cantidad y calidad, de agua y oxígeno, la regulación del clima regional y la reducción del riesgo a desastres naturales, principalmente.

Aunque son diversas las consecuencias de la actividad humana en el planeta, la naturaleza y los ecosistemas tienen una capacidad intrínseca de recuperarse, a veces de manera natural (restauración ecológica pasiva) y en ocasiones con ayuda de los seres humanos (restauración ecológica activa). Por ejemplo, con la disminución de las actividades agrícolas en diversas regiones del mundo (causada por la migración, la urbanización y la baja fertilidad de los suelos), las tierras de cultivo han comenzado a abandonarse, situación que ha favorecido a los ecosistemas. En particular, en las áreas de bosques tropicales secos las zonas abandonadas han comenzado a recuperarse y ahora ocupan una extensión considerable de tierras alrededor del mundo.

LA ERA DE LOS BOSQUES SECUNDARIOS

Los bosques que han sido eliminados o transformados y posteriormente comienzan a recuperarse hasta casi alcanzar las condiciones de un bosque primario, se denominan bosques secundarios.

Existen dos tipos de bosques secundarios: 1) aquellos bosques jóvenes que se han recuperado a partir de áreas deforestadas y que con el tiempo adquirirán características similares a las presentes en los bosques primarios (Chazdon, 2014); y 2) los bosques primarios que han sido degradados y que muestran señales visibles de alteración humana, pasada o presente, como la extracción de leña. Los bosques degradados conservan características del bosque primario y también se encuentran en recuperación (Putz y Redford, 2010). Sin embargo, la degradación repercute en la pérdida parcial de la composición de especies, la estructura (organización de los seres vivos en el área: grupos de edad, altura), la función y la productividad del bosque en

comparación con un bosque primario sin intervención humana (FAO, 2010).

Hoy en día los bosques primarios han disminuido alrededor del mundo, siendo los bosques secundarios los que han aumentado su extensión en las áreas de bosque tropical seco. De los 106 países con bosques tropicales (húmedos y secos), el 48 % presenta más bosque secundario que bosque primario, el 34 % solo presenta bosques secundarios y tan solo el 18 % posee más áreas de bosque primario que secundario (Chazdon, 2014; FAO, 2010). Esta tendencia se ha venido observando desde la década de 1970, cuando se considera que inició la era de los bosques secundarios (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1974), motivo que nos lleva a pensar que los bosques secundarios de hoy serán los bosques tropicales secos del futuro.

MEDIANTE QUÉ MECANISMO NATURAL SE RECUPERAN LOS BOSQUES

Una vez que van recuperándose, los bosques secundarios tienden a adquirir características presentes en los bosques primarios, esto sucede mediante un proceso conocido como sucesión ecológica (Arroyo-Rodríguez y cols., 2017). El proceso de sucesión ecológica comienza después de una perturbación (por ejemplo, deforestación) y consiste en un conjunto de cambios de especies, principalmente de plantas.

Existen dos formas de expresión de la sucesión ecológica: sucesión primaria y sucesión secundaria. La sucesión primaria ocurre en áreas donde ha habido perturbaciones naturales de intensidad elevada (como erupciones volcánicas), que han eliminado todo antecedente de vegetación. Por su parte, la sucesión secundaria ocurre cuando la perturbación no es de intensidad elevada (como un huracán o una deforestación para agricultura) y quedan antecedentes de la vegetación existente, tales como suelos, raíces y semillas, los cuales permiten el desarrollo inicial de un ecosistema. Los procesos de sucesión ecológica pueden tomar hasta cientos de años para alcanzar las condiciones del ecosistema original.

Para valorar la recuperación de los bosques mediante la sucesión ecológica se usan dos enfoques: uno dinámico, que consiste en seguir el crecimiento de la vegetación desde el momento en el que se abandonan los sitios; con ello se tiene la certeza del tiempo de abandono y la recuperación de los bosques. El segundo enfoque, que se denomina cronosecuencias, consiste en ubicar bosques secundarios que cuenten con diferentes tiempos (años) de abandono de las actividades agrícolas, con este enfoque la edad de los bosques es incierta; sin embargo, la información de los habitantes locales y la dendrocronología (disciplina de la botánica que estima la edad de los árboles mediante sus anillos de crecimiento) permiten dar certidumbre a la edad de los bosques.

¿QUÉ CARACTERÍSTICAS SE RECUPERAN EN UN BOSQUE SECUNDARIO?

Una vez que los bosques perturbados son abandonados y las fuentes de perturbación se erradican, el recrecimiento y el desarrollo de la vegetación transitan de áreas desprovistas de vegetación, pasando por bosques secundarios, hasta llegar, después de pasados al menos 100 años, a condiciones similares a las presentes en bosques primarios. Se ha observado que la recuperación de características de los bosques secundarios en áreas tropicales secas muestra una trayectoria hacia condiciones existentes en los bosques primarios (López-Jiménez y cols., 2019); también se ha observado que aunque el proceso de sucesión es, en términos generales, previsible, las vías de recuperación pueden ser múltiples (Arroyo-Rodríguez y cols., 2017). Para características como la composición de especies, algunos autores consideran que los bosques secundarios nunca adquirirán los rasgos de un bosque primario. Sin embargo, en diversos sitios de áreas tropicales secas, los bosques secundarios adquieren, después de 50 años de abandono, una recuperación de la composición de especies similar a la presente en los bosques primarios. Esto varía

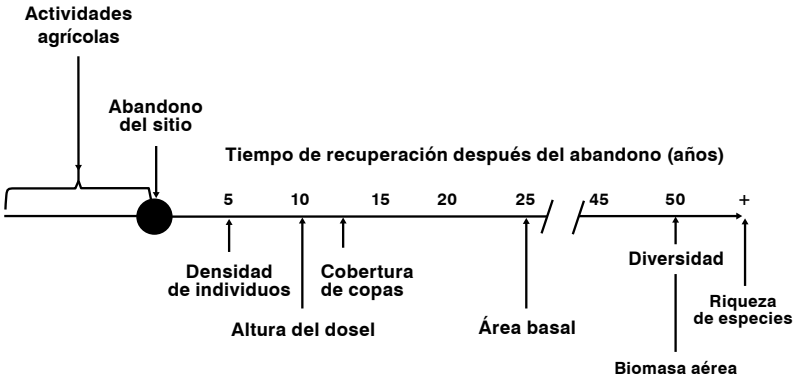


Figura 4. Tiempo en el que se recuperan al 100 % (usando como referencia el bosque primario) las características del bosque secundario en áreas tropicales secas.

entre regiones y depende del tipo y la intensidad de la alteración causada en cada sitio.

La comparación entre las características de un bosque tropical seco primario y las existentes en un bosque secundario, con diversas edades de recuperación, permite evaluar cuál es su grado de recuperación (Figura 4). En general, se ha observado que existen características de los bosques secundarios que indican una recuperación adecuada de los ecosistemas, como son la riqueza de especies y la similitud con otros bosques primarios.

ELEMENTOS PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS BOSQUES SECUNDARIOS

Cualesquiera que sean las condiciones por las cuales se recuperan los bosques secundarios, la realidad es que su restablecimiento tiene implicaciones positivas en todos los niveles: local, paisajística, regional y mundial. En general, los bosques secundarios alrededor del mundo restauran la captación de agua debido a que tanto las hojas como las raíces retienen el agua de la precipitación y rehabilitan las funciones hidrológicas. La presencia de la vegetación restaura los nutrientes del suelo: los niveles de materia orgánica y las concentraciones de nitrógeno se restablecen; el suelo se vuelve a formar y se estabiliza debido a la vegetación.

La presencia de bosques secundarios regula el clima regional; los suelos desprovistos de vegetación presentan temperaturas más elevadas que las áreas con vegetación secundaria, donde la temperatura es menor. Sin vegetación, la energía lumínica proveniente del Sol regresa a la atmósfera y se retiene producto de los gases de efecto invernadero, ocasionando el calentamiento climático global. Con vegetación, la energía del Sol es absorbida por las plantas y convertida en energía química mediante la fotosíntesis; situación que regula la temperatura y permite aprovechar la energía y transformarla en materia orgánica que se almacena en forma de carbono en las plantas. Esto se denomina captación de carbono y permite el crecimiento de las plantas y su correspondiente aumento de biomasa. En términos ecológicos, los bosques secundarios reducen la pérdida de especies debido a que favorecen el retorno de especies erradicadas del área, tanto de plantas como de animales.

CONCLUSIONES

Los bosques secundarios son consecuencia de las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales que los seres humanos hemos realizado sobre el planeta. Actualmente son una realidad y se han vuelto parte de los nuevos paisajes alrededor del mundo. Tenemos el reto de mantenerlos y promover su desarrollo, de ser conscientes de que son el presente y el futuro de la humanidad y el planeta.

© **Enrique Soto.** Museo de Historia de la Ciencias, Oxford, 2017.

REFERENCIAS

Arroyo-Rodríguez V, Melo FPL, Martínez-Ramos M, Bongers F, Chazdon RL, Meave JA and Tabarelli M (2017). Multiple successional pathways in human-modified tropical landscapes: new insights from forest succession, forest fragmentation and landscape ecology research. *Biological Reviews 92*(1):326-340.

Chazdon RL (2014). *Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation*. Yokohama, Japan: University of Chicago Press. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=buJcngEACAAJ.

FAO (Food and Agriculture Organization) (2010a). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Informe nacional. México. FRA2010/ 132.* Roma, Italia.

FAO (Food and Agriculture Organization) (2010b). *Global Forest Resources Assessment. FAO Forestry Paper 163*.

Gómez-Pompa A and Vázquez-Yanes C (1974). Studies on the secondary succession of tropical lownlands: the life cycle of secondary species. In W. H. van Dobben & R. H. Lowe-McConnell (Eds.), *Proceedings on the first international congress of ecology* (pp. 336-342). The Hague, The Netherlands.

INEGI (2016). *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union). Instituto Nacioanl de Geografia y Estadística*. Aguascalientes, México.

López-Jiménez LN, Durán-García R and Dupuy-Rada JM (2019). Recuperación de la estructura, diversidad y composición en una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Madera y Bosques 25*(1):1-17.

Miles L, Newton AC, DeFries RS, Ravilious C, May I, Blyth S... and Gordon JE (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography*, *33*(3), 491–505. Miranda F y Hernández XE (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de La Sociedad Botánica de México 28*:29-179.

Mooney HA (2011). Synthesis and Promising Lines of Research on Seasonally Dry Tropical Forests. En En Dirzo R, Young HS, Mooney HA y Ceballos G (Eds.), *Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation* (pp. 301-306). Washington, USA: Island Press/Center for Resource Economics.

Putz FE and Redford KH (2010). The importance of defining "Forest": Tropical forest degradation, deforestation, long-term phase shifts, and further transitions. *Biotropica 42*(1):10-20.

Sánchez-Azofeifa GA and Portillo-Quintero C (2011). Extent and Drivers of Change of Neotropical Seasonally Dry Tropical Forests. En Dirzo R, Young HS, Mooney HA y Ceballos G (Eds.), *Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation* (pp. 45-57). Washington, USA: Island Press.

Francisco Guerra Martínez
Escuela Nacional de Estudios Superiores
Unidad Mérida
Universidad Nacional Autónoma de México
guerraf@comunidad.unam.mx

www.elementos.buap.mx

¿Cuántos años viven las semillas?
La longevidad ecológica y potencial

Héctor **Godínez Álvarez**

La longevidad es un aspecto ampliamente estudiado no solo para conocer cuántos años viven los seres vivos, sino también para conocer aspectos de su supervivencia, crecimiento y reproducción, como la edad a la que un organismo alcanza su madurez reproductiva, el número de hijos que produce en cada evento reproductivo y la edad a la que comienza a envejecer. Esta información es esencial para preservar las especies de organismos silvestres y aprovechar las especies de organismos comerciales. Debido a lo anterior, la longevidad de algunos seres vivos que son carismáticos o útiles para el humano ya es conocida. Por ejemplo, el maíz vive 2-3 meses, los agaves viven 10-30 años, las ballenas viven alrededor de 200 años y las secuoyas gigantes viven 3,500 años. Sin embargo, la longevidad de otros seres vivos es poco conocida o no ha sido estudiada.

Las semillas son estructuras derivadas de la reproducción sexual de las plantas vasculares superiores que tienen una cubierta protectora externa o testa, una fuente de alimento o endospermo y un embrión, a partir del cual puede desarrollarse una nueva planta (Vázquez-Yanes, 1990). Estas estructuras pueden ser dispersadas por gravedad, agua, viento o animales a sitios ubicados a diferentes distancias de la planta que las produjo, en donde pueden germinar después de algunos meses o sobrevivir enterradas por varios años. Las semillas dispersadas

a sitios cercanos ayudan a mantener la vegetación natural del sitio en donde habitan las plantas, mientras que las semillas dispersadas a sitios lejanos favorecen que las plantas colonicen nuevos ambientes. Las semillas, además, pueden ser consumidas por distintos animales, como insectos, peces, reptiles, aves y mamíferos, incluido el humano. En este último caso, las semillas de algunas plantas comerciales como arroz (*Oryza sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y trigo (*Triticum aestivum*) son sembradas cada año para que crezcan plantas que produzcan nuevas semillas que pueden ser consumidas o almacenadas. Por lo tanto, las semillas son esenciales para mantener las poblaciones de plantas y proporcionar alimentos a los animales, por lo que es necesario conocer su longevidad y los aspectos que las modifican.

Para conocer la longevidad de las semillas es necesario determinar si las semillas permanecen vivas por varios años. Para esto es necesario realizar ensayos en laboratorio, en los que las semillas son colocadas en sitios con luz natural, temperatura moderada y suficiente humedad para su germinación. Si una semilla germina, entonces está viva. Si no germina, entonces podría estar muerta o en latencia (ver más adelante). La longevidad de las semillas ha sido evaluada con semillas obtenidas de los herbarios y los sitios arqueológicos. Los herbarios son colecciones de plantas secas con datos de la persona que las colectó, el lugar y la fecha. Estas colecciones no solo incluyen tallos, hojas y flores, sino que también pueden incluir frutos y semillas. Las semillas de los ejemplares de herbario han sido usadas para ensayos de germinación que, junto con la fecha de colecta, proporcionan una idea aproximada de la longevidad de las semillas. Los sitios arqueológicos también pueden proporcionar información sobre la longevidad de las semillas, pues el material encontrado en estos sitios, en algunas ocasiones incluye semillas. La edad de estas semillas ha sido estimada con métodos de datación que utilizan carbono-14 y además se han hecho ensayos de germinación para determinar si las semillas están vivas. Los herbarios y los sitios arqueológicos han mostrado que las semillas pueden vivir cientos o inclusive miles de años. Así, por ejemplo, una semilla de loto (*Nelumbo nucifera*) encontrada en el lecho seco de un lago en China, germinó y creció normalmente después de 1,300 años (Shen-Miller y cols., 1995). Asimismo, un par de semillas de dátil (*Phoenix dactylifera*) encontradas en las excavaciones arqueológicas de la fortaleza de Masada, en Israel, germinaron y crecieron normalmente después de 2,000 años (Sallon y cols., 2008). Aunque estos datos son impresionantes, estas semillas fueron preservadas en condiciones particulares de temperatura y humedad que prolongaron su longevidad, por lo que son casos excepcionales. Para tener un panorama más general de la longevidad de las semillas es necesario obtener datos a través de otros medios como los experimentos en campo. Estos experimentos permiten evaluar la longevidad de un mayor número de especies de semillas en condiciones naturales y, en general, consisten en colocar semillas frescas en bolsas de tela que son enterradas en el lugar donde habitan las plantas. Las semillas enterradas están expuestas a los cambios de luz, temperatura y humedad del clima. Además, están expuestas al ataque de hongos, hormigas, aves y roedores. Las semillas son desenterradas a distintos intervalos de tiempo para determinar si están vivas con ensayos de germinación en el laboratorio. Por lo tanto, estos experimentos permiten conocer la longevidad ecológica de las semillas. Es decir, la longevidad de las semillas en condiciones naturales.

El experimento más famoso para evaluar la longevidad de las semillas es el iniciado por W. J. Beal en 1879. Beal era un profesor de botánica y silvicultura en Michigan, Estados Unidos, que estaba interesado en determinar el tiempo que las semillas de algunas especies de plantas comunes podrían permanecer en el suelo y germinar cuando eran expuestas a condiciones favorables (Kivilaan y cols., 1981; Telewski y cols., 2002).

Para satisfacer este interés realizó un experimento en campo con 21 especies de plantas. Para cada

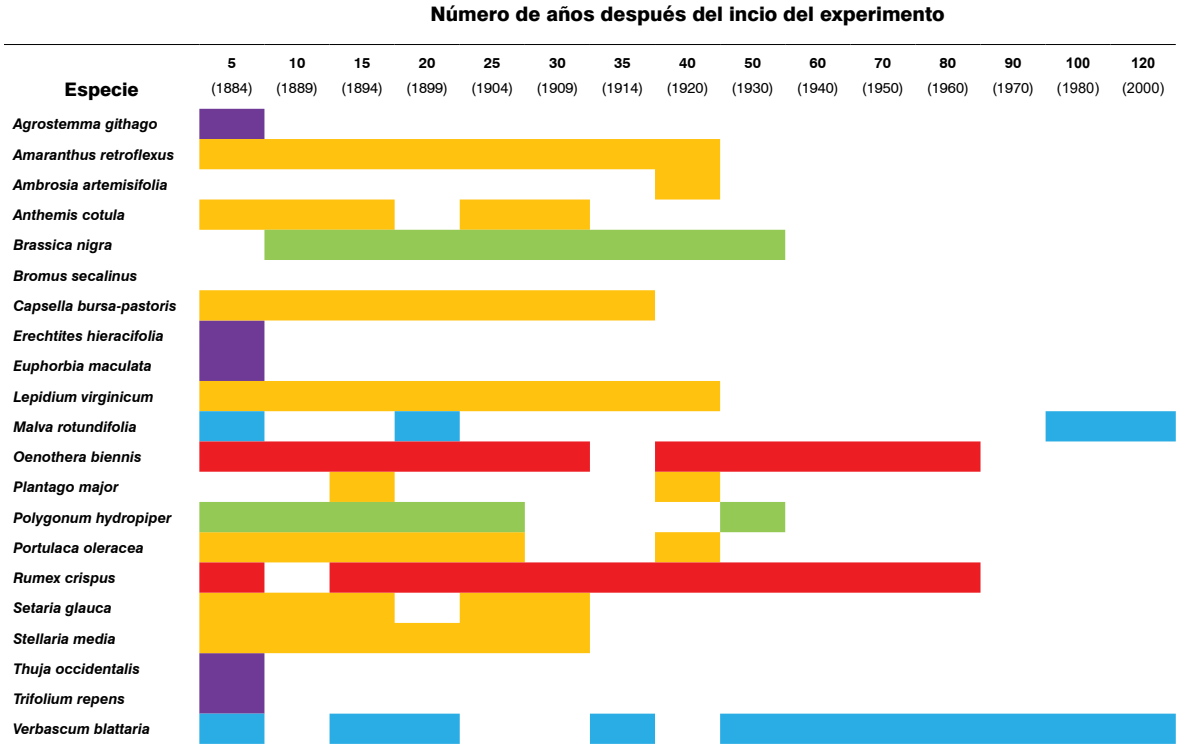


Tabla 1. Resultados del experimento de W. J. Beal para evaluar la longevidad de las semillas en condiciones naturales. El experimento inició en 1879 y terminará en 2100. Los números en paréntesis señalan el año en el que las semillas fueron desenterradas. Las barras de color indican los años en que las semillas germinaron y su longevidad. Morado: ≤ 5 años, Anaranjado: 30-40 años, Verde: 50 años, Rojo: 80 años y Azul: 120 años.

especie seleccionó 1,000 semillas frescas, para un total de 21,000 semillas, mismas que fueron mezcladas con tierra y colocadas dentro de un frasco enterrado a 90 cm de profundidad, con la boca hacia abajo y sin tapa. De esta manera, Beal preparó 20 frascos, que serían desenterrados cada 5 años, para evaluar la viabilidad de las semillas con ensayos de germinación. Los frascos fueron desenterrados cada 5 años durante los primeros 40 años. Sin embargo, Beal se jubiló en 1910, por lo que encargó el experimento a H. T. Darlington, quién a partir de 1940 decidió desenterrar los frascos cada 10 años hasta 1980. En 1990, G. de Zoeten decidió desenterrar los frascos cada 20 años, hasta 2100 (Kivilaan y cols., 1981; Telewski y cols., 2002). Así, el experimento que originalmente duraría 100 años, ahora durará 221 años, por lo que es el experimento más largo de la historia.

Hasta ahora los resultados del experimento de Beal muestran que la longevidad de las semillas varía dependiendo de la especie de planta (Tabla 1).

Seis especies (29 %) sobrevivieron 5 años o menos, nueve especies (43 %) sobrevivieron 30-40 años, dos especies (9 %) sobrevivieron 50 años, dos especies (9 %) sobrevivieron 80 años y dos especies (9 %) sobrevivieron 120 años. Los resultados además muestran que algunas especies como *Ambrosia artemisifolia*, *Malva rotundifolia* y *Plantago major* no tuvieron germinación constante a lo largo de los años (Kivilaan y cols., 1981; Telewski y cols., 2002). Es decir, sus semillas germinaron en algunos años, pero en otros no. Este resultado es debido a que las semillas tienen latencia que impide su germinación. La latencia es la capacidad de una semilla para permanecer viva en el suelo, sin germinar. La latencia puede deberse a que las semillas tienen una cubierta protectora externa que es impermeable al agua u oxígeno, o a que la cubierta protectora tiene sustancias que inhiben la germinación. También puede deberse a que el embrión

de las semillas es inmaduro o tiene sustancias que retardan su crecimiento, o a ambas condiciones. Las semillas con latencia germinarán solo cuando las características que impiden su germinación sean modificadas por algunos factores como los cambios de temperatura y humedad asociados con las estaciones del año.

El experimento de Beal es famoso porque evalúa la longevidad de las semillas a largo plazo, pero solo considera las semillas de las plantas de climas muy estacionales, las cuales tienen latencia profunda para sobrevivir los cambios drásticos entre la estación favorable (cálida o templada y húmeda) y desfavorable (fría y seca) del año. Sin embargo, existen otras especies de plantas de climas poco estacionales cuyas semillas no tienen latencia profunda debido a que los cambios entre la estación favorable y desfavorable no son tan drásticos.

Además de los experimentos en campo, los experimentos en condiciones controladas son otra alternativa para conocer la longevidad de las semillas. En general, estos experimentos consisten en colocar semillas frescas en recipientes que son almacenados en un lugar fresco y seco, en donde están protegidas del clima y los organismos que se alimentan de ellas. No obstante, los recipientes también pueden almacenarse en lugares con diferente temperatura y humedad para evaluar su impacto sobre la viabilidad de las semillas.

Las semillas almacenadas son retiradas de los recipientes a distintos intervalos de tiempo para determinar si están vivas con ensayos de germinación en el laboratorio. Por lo tanto, estos experimentos permiten conocer la longevidad potencial de las semillas. Es decir, la longevidad de las semillas en condiciones de almacenamiento (Vázquez-Yanes, 1990).

Los experimentos en condiciones controladas han mostrado que el bajo contenido de humedad y las bajas temperaturas prolongan la vida de las semillas. Sin embargo, las semillas responden diferencialmente a los cambios de temperatura y humedad, por lo que se propone que existen dos tipos de semillas: las semillas ortodoxas y las semillas recalcitrantes (Vázquez-Yanes y Toledo, 1989). Las semillas ortodoxas pueden deshidratarse y almacenarse a bajas temperaturas sin perder su viabilidad. Las semillas almacenadas de esta manera pueden vivir decenas de años. Este tipo de semilla es característico de las plantas cultivadas como el maíz y el trigo, y las especies forestales como el pino (*Pinus*) y el cedro (*Cedrela*). Por el contrario, las semillas recalcitrantes no soportan la deshidratación y las bajas temperaturas por lo que no pueden almacenarse. Los árboles de bosques templados caducifolios y selvas tropicales húmedas como el laurel (*Nectandra ambigens*) y el zapotillo (*Pouteria durlandii*) tienen este tipo de semillas (Vázquez-Yanes y Toledo, 1989).

Debido a sus características, las semillas ortodoxas de muchas especies de plantas son almacenadas en bancos de germoplasma que son instituciones académicas encargadas de preservar las especies de plantas silvestres y comerciales. Aunque el almacenamiento a baja temperatura y humedad permite prolongar la vida de las semillas, estas no son inmortales, por lo que es necesario realizar ensayos de germinación periódicos para evaluar si están vivas y, en caso de ser necesario, reemplazar las semillas almacenadas por semillas frescas recolectadas en los lugares en donde habitan las plantas.

Sin embargo, un estudio de ingeniería genética con la planta *Arabidopsis thaliana* sugiere que los individuos que producen mayor cantidad de giberelina –la hormona del crecimiento– tienen semillas con una cubierta protectora externa más fuerte, la cual disminuye la entrada de oxígeno a la semilla y prolonga su longevidad (Bueso y cols., 2014). Este hallazgo podría usarse en el futuro para incrementar el tiempo de almacenamiento de las semillas en los bancos de germoplasma (Bueso y cols., 2014).

CONCLUSIÓN

En conclusión, la longevidad de las semillas varía dependiendo de la especie de planta y de las condiciones en las que se encuentren las semillas.

© Enrique Soto. Museo Semmelweis de la Historia de la Medicina, Budapest, 2008.

La longevidad ecológica es el tiempo que permanecen vivas las semillas en condiciones naturales, en las que están expuestas a los cambios de temperatura y humedad, así como a los animales que se alimentan de ellas.

Por el contrario, la longevidad potencial es el tiempo que permanecen vivas las semillas en condiciones óptimas de almacenamiento, en las que están protegidas del clima y los animales. En general, la longevidad ecológica es menor que la longevidad potencial.

REFERENCIAS

Bueso E, Muñoz-Bertomeu J, Campos F, Brunaud V, Martínez L, Sayas E, Ballester P, Yenush L and Serrano R (2014). ARABIDOPSIS THALIANA HOMEOBOX 25 uncovers a role for gibberellins in seed longevity. *Plant Physiology* 164:999-1010.

Kivilaan A and Bandurski RS (1981). The one hundred-year period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany* 68:1290-1292.

Sallon S, Solowey E, Cohen Y, Korchinsky R, Egli M, Woodhatch I, Simchoni O and Kislev M (2008). Germination, genetics, and growth of an ancient date seed. *Science* 320:1464.

Shen-Miller J, Mudgett MB, Schopf JW, Clarke S and Berger S (1995). Exceptional seed longevity and robust growth: Ancient sacred lotus from China. *American Journal of Botany* 82:1367-1380.

Telewski FW and Zeevart JAD (2002). The 120-yr period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany* 89:1285-1288.

Vázquez-Yanes C (1990). Ecología y conservación de semillas. *Ciencias* especial 4:30-33.

Vázquez-Yanes C y Toledo JR (1989). El almacenamiento de las semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 49:61-69.

Héctor Godínez Álvarez
Unidad de Biotecnología y Prototipos (UBIPRO)
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM
hgodinez@unam.mx

¿Qué hacen los nanomateriales en los recubrimientos, pinturas y tintas?

Gabriela **Navarro-Tovar**
Víctor Manuel **Martínez Pruneda**
María del Carmen **González Castillo**

Los nanomateriales, las nanociencias y nanotecnología han ganado popularidad en la sociedad debido al impacto de los productos comerciales generados por la comunidad científica y la industria de los nanomateriales. De acuerdo con la Real Academia Española, el prefijo "nano" proviene del latín *nanus*, que significa enano, y se refiere a la milmillonésima parte de la unidad de medida, por ejemplo 1 nanómetro (nm) es 1 x 10^{-9} metros. En una comparación con objetos de mayor tamaño, una nanopartícula de 1 nm de diámetro es mil veces más pequeña que una bacteria o diez mil veces más pequeña que el diámetro de un cabello. La nanotecnología se encarga del diseño y alteración de nanomateriales con aplicaciones industriales, médicas y ambientales; mientras que las nanociencias, se dedican a la evaluación de dichos nanomateriales para la aplicación puntual a la cual se dirigen (Luby y colaboradores, 2015). Es interesante mencionar que la nanotecnología tiene antecedentes que se remontan a varios siglos. Un ejemplo es el recubrimiento que tiene la Copa de Licurgo, hecha en Roma en el siglo IV (A.C.), y cuya composición química incluye cristales submicroscópicos de sales metálicas a los que se suman nanopartículas de oro y plata que contribuyen a los cambios de color en la copa, de rojo a verde (Freestone

© **Enrique Soto.** Museo Nacional de Escocia, Edimburgo, 2017.

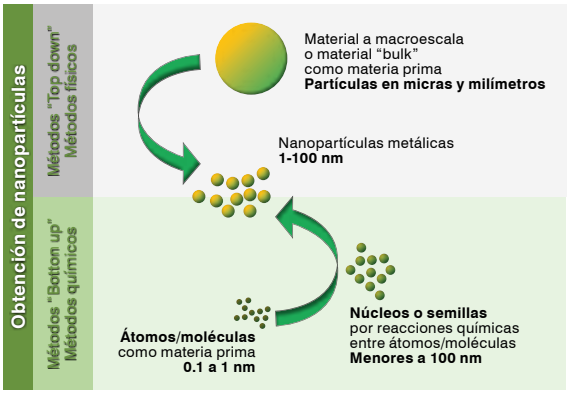


Figura 1. Esquema general de la formación de nanopartículas de naturaleza metálica por dos diferentes rutas: "Top down" y "Bottom up".

y cols., 2007). Los nanomateriales inician su auge en 1959, cuando Richard Feynman, conocido como el padre conceptual de la nanotecnología moderna, plantea los primeros conceptos; y fue en 1974 que el ingeniero japonés Norio Taniguchi acuñó el término nanotecnología (Luby y cols, 2015). Desde entonces se han desarrollado innumerables aplicaciones en diferentes campos del conocimiento incluyendo, por supuesto, el control de corrosión y la protección de superficies mediante pinturas, recubrimientos y tintas con propiedades especiales.

Pero, ¿qué hace que un material en escala nanométrica sea tan distintivo? Cuando se manipulan materiales para obtener estructuras a nanoescala se alteran sus propiedades físicas y químicas, por ejemplo: 1) se aumenta su área superficial, lo que permite incorporar sobre ella mayor cantidad de moléculas de interés; 2) se modifican sus propiedades ópticas, eléctricas o magnéticas, y de esta manera es posible generar dispositivos de detección de sustancias y circuitos electrónicos, entre otros. Estas modificaciones tienen aplicaciones tan vastas que es posible utilizarlas en nuestra vida cotidiana, aunque no nos demos cuenta: medicamentos, ropa, desinfectantes y, por supuesto, los productos de la industria de pinturas.

Los nanomateriales sintéticos pueden obtenerse por medio de procesos "*top down*", es decir, a partir de la fragmentación del material a gran escala; o bien, por procesos "*botton up*", con la interacción de moléculas y átomos en solución, generando "semillas" o núcleos que finalmente darán paso a estructuras nanométricas entre 1 y 100 nm, aproximadamente (Figura 1). Para la síntesis de nanopartículas destinadas al uso de recubrimientos y tintas, regularmente se usan métodos "*top down*", como la molienda de material a gran escala en un molino de perlas o bolas, pero también se pueden aplicar con deposición electroquímica (uso de corriente eléctrica para favorecer la formación de nanomateriales) que entra en procesos "*bottom up*".

LA NANOTECNOLOGÍA EN LA INDUSTRIA MODERNA DE PINTURAS, RECUBRIMIENTOS Y TINTAS

Las pinturas son productos complejos compuestos por pigmentos, resinas (polímeros), solventes y aditivos, que sirven no solo para crear una imagen llamativa de alguna infraestructura; también crean cubiertas protectoras contra agentes externos, principalmente el aire, la humedad y el calor, que disminuyen el tiempo de vida útil de muebles, estructuras arquitectónicas y decorativas. Por otro lado, los recubrimientos industriales son productos altamente especializados que otorgan una capa de protección contra agentes físicos (cambios de temperatura y daño mecánico) y químicos (corrosión). Contienen polímeros que no permiten el paso de iones y evitan el contacto con el oxígeno y agua del ambiente; de esta manera, se utilizan en espacios expuestos a condiciones drásticas: transportes industriales, estructuras metálicas, tanques, cisternas, entre otras.

Otro producto en este sector son las tintas, que son semilíquidos con base acuosa o de solvente orgánico, con aplicaciones en escritura, impresiones, dibujo artístico, tatuajes, entre otras. Las primeras tintas fueron desarrolladas alrededor del año 2500 a.C., y contenían polvo de carbono suspendido en gomas naturales, albúmina de huevo y agua. Las tintas modernas contienen modificadores de pH, humectantes, resinas, compuestos que inhiben el crecimiento de microbios, modificadores de textura, entre otros.

CARACTERÍSTICA BUSCADA	PROPIEDADES QUE APORTAN LOS NANOMATERIALES	EJEMPLOS DE NANOMATERIALES
Biodegradabilidad	Reducen alergias y posible menor impacto ambiental	Nanopartículas de dióxido de titanio (TiO_2)
Funcionalidad dual	Formulación anti-olor, anti-grafiti, resistencia al polvo, aceites, suciedad	Nanopartículas de TiO_2
Conducción de la electricidad	Generación de electricidad	Nanopartículas de plata o cobre, de TiO_2
Absorción de radiaciones	Absorción de radiaciones, y emisión fluorescencia	Nanopartículas de óxido de hierro y nanopartículas de indio
Anticorrosión de metales	Mejoran las propiedades anticorrosivas	Nanopartículas de óxido de zinc
Durabilidad	Resistencia al desgaste y a la abrasión. Para desarrollo de pinturas ignífugas	Nanopartículas de óxido de sulfuro de zinc y de óxido de cobre
Prevención de plagas o bacterias	Efecto antimicrobiano y acaricida	Nanopartículas de plata y de óxido de cobre

Cuadro 1. Necesidades actuales de las pinturas comerciales y características que proporcionan diversos nanomateriales.

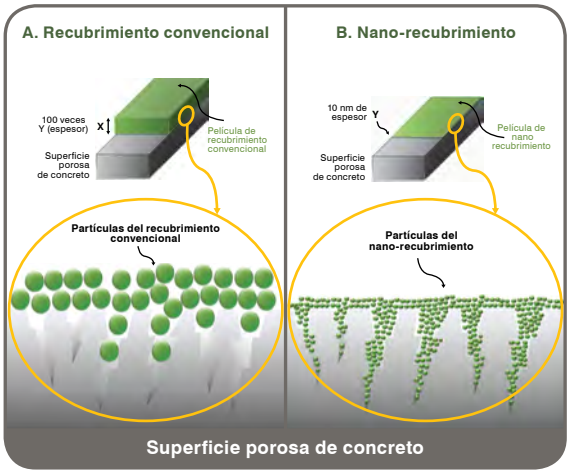


Figura 2. Diferencias entre un recubrimiento convencional (A) y un nano-recubrimiento (B). El grosor de un nano-recubrimiento (Y) es de 10 nm, frente al recubrimiento convencional (X) que es 100 veces más ancho. La impregnación sobre una superficie de concreto poroso muestra que las partículas de un recubrimiento convencional no pueden penetrar a los poros de menor diámetro, en tanto que las partículas del nano-recubrimiento tienen la capacidad de hacerlo.

El uso de pinturas, recubrimientos y tintas está divido en cuatro categorías: 1) recubrimiento de áreas para la construcción (inmuebles); 2) recubrimiento para productos industriales y de consumo (madera, plásticos, tela, papel); 3) recubrimientos para usos específicos (coches, maquinaria), y 4) tintas de impresión para diferentes procesos.

En 2017, el mercado mundial de pinturas y recubrimientos, generó ingresos de 152.6 billones de dólares. Dentro de las empresas de pinturas y recubrimientos más grandes se reconoce a Sherwin Williams (Estados Unidos) y Azkonobel (Países Bajos) (Garside, 2019).

En el área de tintas, destaca la compañía Hewlett-Packard que en 2018-2019 alcanzó ganancias netas de 58 billones de dólares (Holst, 2019). Y en México, la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas (ANAFAPYT), indicó que, en 2018, este rubro generó 3.57 billones de dólares, con 12 mil empleos directos y un crecimiento total de 2.61 % (www.anafapyt.com).

La gran derrama económica que genera la industria de las pinturas, tintas y otros productos similares, sostiene investigaciones científicas dentro de las mismas compañías y, en algunos casos en conjunto con universidades e institutos científicos que buscan resolver las necesidades del mercado, como disminuir el impacto ambiental, eliminar contaminantes ambientales, evitar el crecimiento de microorganismos, conducir corriente eléctrica, así como otras funciones.

Una de las alternativas para la producción de pinturas, recubrimientos y tintas, es el uso de nanomateriales, cuyas propiedades fisicoquímicas podrían mejorar significativamente la calidad y diseño de los productos al proporcionar estabilidad térmica y resistencia al daño mecánico y a la corrosión. En el Cuadro 1 se presentan algunas de las características deseables en pinturas y recubrimientos, así como los nanomateriales que podrían aplicarse.

NANO-RECUBRIMIENTOS

El término nano-recubrimiento abarca películas de nanomateriales para mejorar la durabilidad y características particulares; su objetivo es dejar una capa de recubrimiento imperceptible en la superficie a aplicar (10 nm, aproximadamente), para que el objeto no pierda su diseño exterior, como podría ocurrir con un recubrimiento convencional (Nasiol; https://www.nasiol.com/) (Figura 2). Los recubrimientos, tienen un amplio campo de aplicación, desde textiles para dar acabados antiarrugas o regular la temperatura de la ropa, proporcionar superficies antimicrobianas a dispositivos

© Enrique Soto. Josephinum, Museo de Medicina, Viena, 2008.

biomédicos, hasta acabados que prolongan la durabilidad de superficies metálicas de naves aeroespaciales y vehículos de transporte terrestre, muebles de madera o plástico, paredes y pisos de concreto, entre otros.

Por ejemplo, los impermeabilizantes Impershield contienen nanopartículas 600 veces más pequeñas que las partículas de un recubrimiento convencional, y pueden penetrar con mayor eficacia en las grietas del concreto a recubrir (Figura 2) (Impershield; www.impershield.com), logrando mayor impregnación y, por lo tanto, mayor durabilidad (aproximadamente 20 años). Los productos Nano Coating Technologies México (NCT; www.nctmexico.com.mx) han servido para recubrir monumentos históricos protegidos por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, manteniendo la porosidad de la piedra y evitando la generación de moho (NCT México). Mientras que los productos en aerosol de Nasiol contienen nanopartículas de óxidos metálicos y se aplican en el exterior de autos formando un nano-recubrimiento de 300 nm para proteger la pintura de los rayos UV, del calor y repeler el agua y el polvo (Nasiol; www.nasiol.com).

PINTURAS CON NANOPARTÍCULAS

Las pinturas comerciales tienen óxido de titanio con partículas del orden de 1 micra, es decir, aproximadamente 10 veces más grandes que una nanopartícula. El óxido de titanio se aprovecha por sus propiedades fotocatalíticas, es decir, que con ayuda de la luz UV del Sol desintegra materia orgánica (suciedad) y mantiene su aspecto original por más tiempo, además de poseer propiedades antimicrobianas. Algunas pinturas contienen nanopartículas de óxido de zinc u óxido de silicio, que igualmente tienen propiedades fotocatalíticas, antimicrobianas y proporcionan resistencia a la abrasión, como las pinturas que se utilizan para recubrir madera y otras superficies, y la pintura a base de silicona y nanopartículas de óxido de silicio, que brindan un acabado antipolvo, repelen la humedad y resisten la abrasión.

Existen otras nanopartículas que se investigan como potenciales agentes funcionales en pinturas, entre ellas, las de plata y las de óxido de cobre, cuyo uso podría aumentar la durabilidad de la pintura al proteger sus componentes de la degradación. Sin embargo, aún falta información del impacto de dichos nanomateriales a nivel ambiental y de salud, por lo que su uso a nivel comercial es de limitado a nulo.

TINTAS CON NANOPARTÍCULAS

De los retos a vencer en la deposición de tintas está el de lograr una alta adherencia a la superficie que usualmente repele el agua (por ejemplo, superficies plásticas), y conseguir la estabilidad térmica necesaria (78 a 120 °C) para resistir los procesos de diseño de dispositivos electrónicos. Los nanomateriales como el grafeno, las nanopartículas metálicas y los nanomateriales poliméricos, proporcionan estabilidad química y térmica, brindando nuevas funciones a las tintas, como la conductividad eléctrica. Se han desarrollado nanobarras de oro modificadas con un polímero que permite el transporte de electrones a través de toda la tinta por lo que, al depositar la tinta, se imprimen circuitos

electrónicos y, posiblemente, disminuyen el tiempo de fabricación de estos (Reiser y cols, 2016).

IMPACTO AMBIENTAL Y A LA SALUD DE LAS PINTURAS, RECUBRIMIENTOS Y TINTAS CON NANOMATERIALES

Hay resultados controversiales acerca de la inocuidad de los nanomateriales. El efecto de dichos materiales en un ecosistema depende de su composición, tamaño, reactividad y forma. Es el caso de las nanopartículas de óxido de aluminio, que provocan la disminución en las raíces de plantas lo que, a su vez, podría afectar a todo un ecosistema; sin embargo, las nanopartículas de óxido de titanio actúan de modo positivo en las plantas, mejorando su metabolismo (Sajid y cols 2014). Una evaluación de nanopartículas en pinturas determinó que no había efectos tóxicos en células sanguíneas y pulmones de ratones expuestos a pinturas con nanopartículas, pero sí había alteraciones en células y órganos cuando se exponía a los ratones a las nanopartículas libres de la matriz de pintura (Smulders y cols, 2014); es decir, el uso de pinturas con nanopartículas podría ser seguro, pero las nanopartículas libres podrían tener efectos adversos. Por otro lado, existen casos clínicos de trabajadores de las industrias nanotecnológicas que llaman la atención. Se ha reportado el caso de siete trabajadoras de una fábrica de pinturas en China, que se encontraban en un espacio de 70 m^2 sin ventilación y expuestas a nanopartículas de sílice y nanosilicatos. Las mujeres presentaron daños en la piel y, posteriormente, alteraciones respiratorias con derrame pleural (Song, 2009).

En la Universidad Autónoma de San Luis Potosí existen grupos de investigación dedicados al estudio de nanomateriales en diversos ámbitos. Particularmente, en el Laboratorio de Fisiología Celular (Facultad de Ciencias Químicas) y en el Laboratorio de Nanobiología (CICSaB), concentramos nuestros esfuerzos en el estudio de nanomateriales con aplicaciones biomédicas, sin dejar a un lado la evaluación toxicológica. El uso de modelos fisiológicos nos ha permitido estudiar diversos nanomateriales cuando está en contacto directo con un órgano aislado y contribuir a mostrar evidencias de su impacto en corazón, intestino y tráquea.

© Enrique Soto. Josephinum, Museo de Medicina, Viena, 2008.

¿ES VIABLE EL USO DE LOS NANOMATERIALES EN PINTURAS, RECUBRIMIENTOS Y TINTAS?

Son evidentes dos aspectos: 1) que la nanotecnología ha impactado en el desarrollo de estos materiales ofreciendo al consumidor una solución a sus necesidades; y 2) que la presencia de nanomateriales puede ser más común de lo que creemos y, sin duda, tiene un alto impacto en la sociedad. Sin embargo, debemos considerar que las características de los nanomateriales, como el tamaño de la partícula, su naturaleza química, entre otras, influyen en su compatibilidad con los organismos, su biodegradabilidad, su acumulación y sus efectos tóxicos. A nivel mundial, los organismos académicos y científicos proponen continuar con las evaluaciones toxicológicas y trabajar conjuntamente con los gobiernos para lograr legislaciones en la producción, seguridad, uso, confinamiento y disposición de nanomateriales. Uno de los líderes en dicho contenido es la Unión Europea, que ha formado el Observatorio de la Unión Europea para Nanomateriales, que emite recomendaciones para la industria nanotecnológica en un estricto marco normativo de todas las sustancias químicas.

© **Enrique Soto.** Josephinum, Museo de Medicina, Viena, 2008.

No obstante, hay aspectos legislativos sin concretar debido a que el comportamiento de los nanomateriales puede ser diferente al de partículas más grandes. La falta de soporte científico para validar su toxicidad o su seguridad mantiene a los científicos ocupados en validar su aplicación y seguridad en el corto y largo plazo.

Por lo tanto, reconociendo su gran valor comercial y científico, es importante que el usuario de los productos nanotecnológicos conozca el contenido de los mismos, y que esté informado de los potenciales riesgos que conllevan.

REFERENCIAS

Feestone I, Meeks N, Sax M and Higgitt C (2007). The Lycurgus Cup- A Roman Nanotechnology. *Gold Bulletin* 40:270-277.

Garside M (2019). Paint and Coating Industry-Statistics & Facts. Recuperado de: https://www.statista.com/topics/4755/paint-and-coatings-industry/.

Holst A (2019). Hewlett-Packard: printing segment net revenue 2008-2019. Recuperado de: https://www.statista.com/statistics/274447/hewlett-packards-net-revenue-from-the-imaging-and-printing-group-since-2008/.

Kunjappu J (2003). Ink chemistry. Recuperado de: https://www.chemistryworld.com/news/ink-chemistry/3002158.article.

Luby S, Lubyová M, Siffalovic P, Jergel M and Majkova E (2014). A Brief History of Nanoscience and Foresight in Nanotechnology En Bardosova M, Wagner T (Ed.), *Nanomaterials and nanoarchitectures: A Complex Review of Current Hot Topics and their Applications*. NATO Science for Peace and Security Series C: Enviromental Security (pp.63-86). Springer, Países Bajos.

Maldonado S y Anaya l (2019). Comunicado de Prensa de la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas (ANAFAPYT), Recuperado de https://www.anafapyt.com/noticias/post.php?noticia=comunicado.

Marolt T, Škapin AS, Bernard J, Zivec P and Gaberscek M (2011). Photocatalytic activity of anatase-containing facade coatings. *Surface and Coatings Technology* 206:1355-1361.

ReiserB,González-GarcíaL,KanelidisI,MaurerJHMandKrausT(2016). Gold nanorods with conjugated polymer ligands: sintering-free conductive inks for printed electronics. *Chemical Science* 7:4190-4196.

Sajid M, Ilyas M, Basheer C, Tariq Madiha, Daud M, Baig N and Shehzad F (2015). Impact of nanoparticles on human and environment: review of toxicity factors, exposure, control strategies, and future prospects. *Enviromental Science and Pollution Research* 22:4122-4143.

Smulders S, Luyts K, Brabants G, Van Lauduyt K, Kirschhock C, Smolders E, Golanski L, Vanoirbeek J and Hoet PHM (2014). Toxicity of nanoparticle embedded in paints compared with pristine nanoparticles in mice. *Toxicology Science* 141:132-140.

Song Y, Li X and Du X (2009). Exposure to nanoparticles is related to pleural effusion, pulmonary fibrosis and granuloma. *European Respiratory Journal* 34:559-569.

Gabriela Navarro-Tovar
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina
Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
CONACyT, CDMX
gnavarro@conacyt.mx

Víctor Manuel Martínez Pruneda
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

María del Carmen González Castillo
Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Centro de Investigación en Ciencias de la Salud y Biomedicina
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Bugambilias:
muchos colores en pocas especies

Patricia **Hernández-Ledesma**

Las bugambilias, también conocidas en México como azaleas de guía o camelinas, son plantas ornamentales muy apreciadas en nuestro país por sus colores llamativos y brillantes que prácticamente se aprecian todo el año (Figura 1). El género incluye árboles, arbustos, bejucos o lianas, generalmente con espinas. Su característica más vistosa es la presencia de brácteas muy coloridas, que pueden ser de color blanco, rosa, amarillo, anaranjado, violeta, magenta, fucsia o colores intermedios entre estos, ya sea en tonos claros o intensos. Estas brácteas son en realidad hojas modificadas, que en este caso son de color diferente al verde de las hojas comunes, y debido a su colorido frecuentemente son confundidas con los pétalos de las flores. Sus flores más bien son poco vistosas, pequeñas y de color blanco-amarillento; siempre una, dos o tres flores están rodeadas por dos o tres brácteas (Figura 2). Dado que las flores son poco notables, a lo largo de la historia evolutiva de las bugambilias, estas brácteas son las estructuras que tienen la función de atraer a los polinizadores.

Las bugambilias son nativas de Sudamérica y Centroamérica, en particular de Brasil y Bolivia; algunas de las especies han sido extensamente cultivadas en regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. En el reino vegetal las bungambilias están clasificadas dentro de la familia Nyctaginaceae, el nombre científico del

Figura 1. *Bougainvillea glabra*, adornando una de las tantas casas en la Ciudad de México (Foto: Patricia Hernández-Ledesma).

Figura 2. Aspecto de las flores de bugambilia, rodeadas por las brácteas florales (Foto: Patricia Hernández-Ledesma).

género es *Bougainvillea* Comm. ex Juss., descrito en 1768 en Río de Janeiro, Brasil, por Philibert Commerson, un naturalista y explorador francés quien nombró al género en honor a su compatriota Louis Antoine de Bougainville, también naturalista y explorador, además de matemático y estudioso de las leyes francesas. Veinte años más tarde, en 1789 el género fue descrito formalmente para la ciencia por el médico y botánico Antoine-Laurent de Jussieu, en su obra *Genera plantarum*; diez años más tarde se describió la primera especie: *Bougainvillea spectabilis* Willd.

¿DE DÓNDE SALIERON TANTOS COLORES?

En nuestro interés por tener una aproximación del número de especies de bugambilia, hicimos una búsqueda exhaustiva de bibliografía en plataformas de Internet especializadas. Encontramos 67 nombres científicos relacionados con el género, de los cuales solo 17 corresponden a especies aceptadas actualmente por los botánicos taxónomos. La mayoría de ellas son poco conocidas, ya que realmente las bugambilias que conocemos en la mayor parte del mundo son el resultado del cruce y selección de dos de las especies: *Bougainvillea glabra* Choisy y *Bougainvillea spectabilis*, aunque antes también se consideraba a *Bougainvillea peruviana* Nees & Mart. Sin embargo, estudios recientes realizados en la flora de Brasil sugieren que esta última especie es realmente *B. spectabilis*. La historia de toda la variedad de colores surgida a partir de solo estas especies empezó con su introducción a todo el mundo.

La migración de las plantas con flor generalmente se hace lentamente por la dispersión de semillas; sin embargo, la migración de plantas con un valor agregado, como su potencial ornamental o uso medicinal, es facilitada y acelerada por exploradores, misioneros, botánicos y aficionados, entre otros, dándose un fenómeno de migración artificial. Uno de los más fascinantes ejemplos de esta migración de Sudamérica al resto del mundo es el de las bugambilias. Las brácteas coloridas y brillantes fueron una de las razones de la introducción y la subsecuente domesticación, que ha estado dirigida al color y tamaño de las brácteas, así como al aspecto del follaje.

Si bien no se conocen exactamente las rutas de migración que siguieron las bugambilias, Roy y Singh (2016) comentan que una vez que fueron sacadas de Sudamérica, probablemente una de las primeras rutas ocurrió a principios del siglo XIX cuando *Bougainvillea spectabilis* fue introducida de Perú a Francia en 1829. Años más tarde, la especie fue introducida de Brasil al Reino Unido y subsecuentemente a otros países subordinados al gobierno británico, llegando así a diversos países asiáticos. Otra posible ruta es la de *Bougainvillea glabra* que fue introducida a las islas Mauricio,

mientras que otras plantas fueron introducidas vía África tropical a varios destinos. Al parecer, la llegada de *Bugambilia spectabilis* a Norteamérica data de 1881, introducida de Cuba a Florida y, probablemente, vía los Estados Unidos de Norteamérica, la especie haya llegado a México. Finalmente, en el siglo XX las bugambilias fueron introducidas a Australia, llegando así a todos los continentes, sujetas a un fuerte proceso de domesticación que ha dado como resultado el desarrollo de por lo menos 300 cultivares.

Este tipo de migración, así como los procesos artificiales de selección, hibridación y propagación vegetativa, han producido un patrón complejo de variación que puede relacionarse muy poco con cualquier entidad natural. Esto mismo ha hecho que la biología reproductiva que se conoce de las bugambilias sea incompleta; todas las formas cultivadas probablemente son autoestériles y el establecimiento de semillas es muy raro (Fay, 1980), ya que la mayoría de las plantas son propagadas por acodos o esquejes.

LAS BUGAMBILIAS EN MÉXICO

En México, como en todo el mundo, las especies que se conocen son *B. glabra* y *B. spectabilis*, además de *B. buttiana* Holttum & Standl, probablemente cultivadas en todo el territorio nacional (Hernández-Ledesma 2018). A nivel de cultivares, no se conoce con exactitud cuántos existen en el país, pero sí se conoce que es uno de los principales cultivos ornamentales, siendo el estado de Morelos el principal productor y exportador, cultivándose principalmente en viveros y en menor grado en invernaderos (INEGI y Colegio de Postgraduados, 1998).

Además de su uso ornamental, en México las bugambilias han llamado la atención por sus propiedades medicinales, de tal manera que se ha reportado el uso de las flores y brácteas en el tratamiento de afecciones respiratorias como gripa, tos, asma y bronquitis (Arredondo y cols., 2012). También se ha reportado, por sus propiedades antisépticas, su uso en problemas dermatológicos como el acné y descamaciones (www.mexicodesconocido.com.mx/bugambilia.html). Otros estudios se han enfocado en los pigmentos de las brácteas para su potencial uso como colorantes alimenticios.

Figura 3. Soluciones de diferentes variedades de bugambilia para extracción de ADN. (Foto: Patricia Hernández-Ledesma).

En este punto se conoce que las bugambilias, como todos los integrantes de la familia Nyctaginaceae, tienen pigmentos de tipo betalaínas, de las cuales hay dos tipos: las que dan tonalidades rojo-púrpuras, llamadas betacianinas y las que dan tonalidades amarillo-anaranjadas llamadas betaxantinas. Se consideran metabolitos secundarios solubles en agua, que modulan la apariencia atractiva de las plantas y que en años recientes han llamado la atención por sus propiedades antioxidantes, y por su actividad antirradical (Strack y cols., 2003; Han y cols., 2009 Kumar y cols., 2017) sin llegar a ser tóxicas, lo que potencializa su uso además en la industria alimenticia, en la cosmética, textil y farmacéutica.

PERSPECTIVAS DE ESTUDIO EN BUGAMBILIA A NIVEL MOLECULAR

A nivel genético y molecular, los estudios en las bugambilias se han enfocado en el análisis de pequeños fragmentos de ADN conocidos como RAPDs (random amplified polymorphic DNA, por sus siglas en inglés), que son secuencias de ADN repetido o azaroso, con altas tasas de variación/mutación, que han sido utilizados para identificar cultivares; sin embargo, pocos estudios se han enfocado en evaluar la diversidad genética a nivel de especies. Esperando entender la relación de esta diversidad

© **Enrique Soto.** Puebla, 2008.

con los diferentes colores, en particular la de los genes involucrados en la síntesis de los pigmentos, hemos empezado a dar los primeros pasos para conocer la diversidad del ADN de las bugambilias que encontramos en nuestro país (Figura 3).

CONCLUSIONES

Las bugambilias no solo siguen teniendo un gran potencial como plantas ornamentales, también representan un amplio rango de posibilidades de estudio en diferentes campos de la ciencia y en el sector industrial, en particular con el estudio de sus pigmentos. A nivel biológico nos falta conocer acerca de sus interacciones con los polinizadores, del desarrollo floral y de los frutos, así como si existen bugambilias escapadas del cultivo que den lugar a un proceso de naturalización en nuestro país.

REFERENCIAS

Arredondo Gómez A, Ávila Ayala R y Muñoz Gutiérrez L (2012). Fichas descriptivas de 52 plantas ornamentales que se comercializan en la Huasteca Potosina. Instituto Nacional de Investigaciones Fo restales, Agrícolas y Pecuarias.

Fay JJ (1980). Nyctaginaceae. *Flora de Veracruz* 13:1-54.

Han XH, Gao ZJ and Xiao XG (2009). Enzymes and genes involved in the betalain biosynthesis in higher plants. *African Journal of Biotechnology* 8(24):6735-6744.

INEGI y Colegio de Postgraduados (1998). *La horticultura ornamental en México*. Aguascalientes.

Hernández-Ledesma P (2018). *Nyctaginaceae. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán* 1-61.

Kumar SNA, Ritesh SK, Sharmila G and Muthukumaran C (2017). Extraction, optimization and characterization of water-soluble red purple pigment from floral bracts of *Bougainvillea glabra*. *Arabian Journal of Chemistry* 10:S2145-S2150.

México desconocido (2018). *La bugambilia y sus propiedades medicinales*. Recuperado de: https://www.mexicodesconocido.com.mx/bugambilia.html.

Roy RK and Singh S (2016). Migration and domestication of *Bougainvillea*: a historical review. *Chronica Horticulturae* 56(2):10-15.

Strack D, Vogt T and Schliemann W (2003). Recent advances in betalain research. *Phytochemistry* 62:247-269.

Patricia Hernández-Ledesma
Instituto de Ecología, A.C.
Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano
patricia.hernandez@inecol.mx

Factores asociados y situación actual de la infección por *Rickettsia rickettsii* en México

Héctor A. **Jurado Bañuelos**

En el mundo se conocen 27 grupos de bacterias que son llamadas rickettsias, de las cuales se ha comprobado que 17 tipos provocan enfermedad a ciertos animales y a los humanos. Las rickettsias patógenas están divididas en el grupo de los tifus (GT), que son transmitidas por insectos, y el grupo de las fiebres manchadas (GFM), que se transmiten principalmente por ácaros y garrapatas. Para poder provocar infección deben entrar en las células de los tejidos y siempre van a ser contagiadas a través de un vector.(Abarca y Oteo, 2014)

La *Rickettsia rickettsii* es una bacteria que pertenece al grupo de las fiebres manchadas y solo se ha encontrado en América. Sus principales vectores son la garrapata marrón del perro cuyo nombre científico es *Rhipicephalus sanguineus,* y la garrapata común del perro o *Amblyomma ovale*, las cuales son consideradas, después de los mosquitos, las de mayor importancia en la transmisión de enfermedades (Miranda y cols., 2017).

DEFINICIÓN

La Fiebre Manchada de las Montañas Rocosas (FMMR) es una infección producida por *Rickettsia rickettsii,* descubierta en 1908 por Howard Ricketts. La enfermedad es

© Enrique Soto. Tycho Brahe: *Astronomiae instauratae mechanica* 1598, Biblioteca Bodleiana, Universidad de Oxford, 2017.

llamada así porque fue descrita por primera vez en la región de las Montañas Rocosas de los Estados Unidos, aunque también se ha reportado en Canadá, México, Costa Rica, Panamá, Colombia, Brasil y Argentina, recibiendo distintos nombres según la ubicación geográfica, entre ellos fiebre manchada brasileña, en Brasil, y fiebre de Tobia, en Colombia. (Díaz y Cataño, 2010) un cocobacilo polimorfo perteneciente a la familia Rickettsiaceae. A pesar de que ha pasado más de un siglo desde que fue descrita, continúa siendo una de las zoonosis más importantes en todo el mundo. Aunque los casos se presentan de manera focal y esporádica, en los últimos años se ha notado un incremento de su incidencia en los Estados Unidos y parece estar resurgiendo en varios países de Suramérica. En Colombia, poco se sabía de la enfermedad desde 1937, cuando fue descrita por primera vez, pero, en los últimos años se han presentado nuevos casos con alta tasa de mortalidad. Dado que los hallazgos clínicos y de laboratorio son inespecíicos, la fiebre manchada de las Montañas Rocosas debe incluirse en el diagnóstico diferencial de los síndromes febriles de causa no clara. A continuación se presenta una revisión de la literatura, señalando los aspectos más importantes del resurgimiento de la enfermedad en Colombia y se resaltan su etiopatogenia, manifestaciones clínicas, diagnóstico y tratamiento, con el objeto de mejorar el conocimiento local de esta infección, probablemente subdiagnosticada, que puede curarse fácilmente con unas cuantas dosis de antibióticos por vía oral. Rocky Mountain Spotted Fever (RMSF. Los primeros casos en México se reportaron en 1945 en Sinaloa, encontrando como vector a la garrapata marrón del perro (SSA, 2013).

La FMMR se presenta en humanos tras la mordedura de una garrapata infectada; la bacteria es transmitida desde las glándulas salivales hacia la piel de un humano susceptible. Hay un periodo de 7 a 14 días desde el momento de la mordedura hasta que se presentan los primeros síntomas (Abarca y Oteo, 2014).

CUADRO CLÍNICO

El padecimiento inicia de forma abrupta, presentándose síntomas inespecíficos como fiebre de 39 a 40 °C, cefalea, malestar general, mialgias, artralgias, escalofríos, anorexia, vómito, diarrea y tos, simulando una infección viral. Un síntoma característico de esta patología es un exantema que suele aparecer en el tercer día después del inicio de los síntomas, que puede progresar a petequias (lesiones pequeñas de color rojo en la piel) e incluso llegar a la necrosis o gangrena en las formas severas de la enfermedad.

DIAGNÓSTICO

En México, la Secretaría de Salud publicó en 2015 la Norma Oficial Mexicana 032 que establece la atención y vigilancia epidemiológica de las enfermedades trasmitidas por vector. La definición de caso probable de esta enfermedad es toda persona que presente fiebre y dos o más de los síntomas mencionados en la sección anterior, múltiples alteraciones en exámenes de laboratorio y en la que se identifique alguno de los siguientes factores epidemiológicos: a) presencia de garrapatas en las áreas de residencia o visitadas en las dos semanas

previas al inicio del cuadro; b) antecedentes de visita o residencia en áreas con transmisión de rickettsiosis en las dos semanas previas al inicio del cuadro clínico; c) existencia de casos confirmados en la localidad; d) antecedente de mordedura de garrapata o contacto con perros en las dos semanas previas al inicio del cuadro (Secretaría de Salud, 2017).

Luego de establecer un caso probable se debe confirmar o descartar por pruebas diagnósticas avaladas por el Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos de la Secretaría de Salud. Las pruebas para el diagnóstico de la FMMR son la inmunofluorescencia indirecta y la prueba de reacción en cadena a la polimerasa (PCR).

La inmunofluorescencia se basa en la detección de anticuerpos desarrollados por el organismo contra la bacteria, por lo que hay que esperar varios días para obtener un resultado confiable. Por su parte, la PCR se basa en la detección del material genético de la bacteria en una muestra del paciente. Existen otras pruebas complementarias como la de titulación de Proteus OX-19, que se basa en la cuantificación del antígeno en una muestra; actualmente esta prueba se encuentra en desuso por dar resultados que pueden ser erróneos (SSA, 2013).

© Enrique Soto. Museo de Historia de la Ciencias, Oxford, 2017.

FACTORES DE RIESGO

Se ha encontrado que zonas con climas muy calurosos, personas con adicciones, viviendas con malas condiciones de higiene, patios de tierra, áreas con acumulación de materiales de desecho o cachivaches, perros con garrapatas o mal cuidado, zonas periféricas de las ciudades, son algunos de los factores asociados a la aparición de *Rickettsia* (Field-Cortazares y cols., 2015).

Los grupos de edad con mayor susceptibilidad a desarrollar la infección son los adultos jóvenes y los niños. En los niños existe un mayor riesgo de presentar cuadros clínicos más severos debido a la atención médica tardía por la falta del reconocimiento del menor de la mordedura de la garrapata.

SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la FMMR forma parte de las enfermedades sujetas a vigilancia por las autoridades de salud, que establecen que al detectar un caso debe ser notificado de inmediato a las autoridades correspondientes, lo que ha permitido detectar un repunte en los últimos años. A nivel nacional, en los últimos tres años se ha presentado un incremento del 69 % de casos por año, de acuerdo con la Dirección General de Epidemiología. Los cinco estados con mayor incidencia durante el 2019 fueron Veracruz con 49 casos, seguido de Chihuahua con un total de 39, luego Sonora, Nuevo León e

© Enrique Soto. Baumanómetro, Josephinum, Museo de Medicina, Viena, 2008.

Hidalgo. (Dirección General de Epidemiología, 2018 y 2019) En cuanto a la mortalidad, para el 2017 se reportaron 97 defunciones por FMMR a nivel nacional; el estado con mayor número de defunciones fue Sonora con 47, seguido de Baja California con 22 muertes, Chihuahua con 19, Coahuila y Durango con 2 muertes.

Anteriormente los estados del norte del país eran los más afectados por la FMMR; con las cifras anteriores se observa que la mortalidad de la FMMR actualmente se distribuye en todo el país (Field-Cortazares y cols., 2015).

Este aumento en la prevalencia de FMMR puede deberse no tanto al incremento de la bacteria y el vector en la comunidad, sino a la mayor difusión de las características clínicas y epidemiológicas de la enfermedad, ya que hasta hace poco no se tenía en cuenta a la FMMR como enfermedad endémica de estas zonas. Esto se explica con un estudio realizado en Sonora en 2018 en el que se encontró que solo el 62 % de los médicos del estado conocían el tratamiento ideal de FMMR y, además, solo el 40 % identificaba el momento adecuado para iniciar el tratamiento de esta patología. Esto aumenta el riesgo de que siga existiendo un subregistro de esta patología, además de un mal manejo que puede provocar un aumento en la mortalidad.

CONCLUSIÓN

La incidencia de la FMMR en los últimos años está en aumento a pesar de que se piensa que actualmente continúa existiendo un subregistro de casos por la falta de sospecha de la FMMR por parte del personal médico. Por ello es importante hacer la búsqueda intencional de esta enfermedad con el fin de realizar un diagnóstico temprano y un tratamiento oportuno, además de incrementar la capacidad del sistema de salud para llevar a cabo el reporte de los casos y una adecuada vigilancia epidemiológica.

Se debe recalcar la presencia de casos de FMMR en estados de la república donde se pensaba que no era probable encontrar esta enfermedad, ya que se creía que esta patología era exclusiva de estados del noroeste del país. Es por eso útil seguir estudiando los factores de riesgo presentes en cada comunidad para poder establecer programas de capacitación al personal de salud enfocados en la detección y el manejo de oportunos de la FMMR. Por último, es necesario brindar a la comunidad, por medio de programas de prevención, la capacitación en las medidas necesarias para prevenir la presencia del vector causante del FMMR y establecer, en conjunto con las autoridades, campañas de limpieza y fumigación de áreas detectadas como de alto riesgo para la presencia de garrapatas portadoras de *Rickettsia*. Todo con una meta en común que es la de disminuir la incidencia y, sobre todo, la mortalidad causada por esta enfermedad.

© Enrique Soto. Museo Nacional de Escocia, Edimburgo, 2017.

© Enrique Soto. Salamandrino, Museo Nacional de Praga, 2003.

B I B L I O G R A F Í A

Abarca K and Oteo JA (2014). Clinical Approach and Main Tick-Borne Rickettsiosis Present in Latin America. *Revista Chilena de Infectologia* 31(5):569-76. https://doi.org/10.4067/S0716-10182014000500009.

Díaz JS and Cataño JC (2010). Fiebre Manchada de Las Montañas Rocosas: ni tan manchada ni tan montañosa como pensábamos. *Infectio* 14(4):264-76. https://doi.org/10.1016/s0123-9392(10)70120-x.

Dirección General de Epidemiología (2018). Vigilancia Epidemiológica Semana 52, 2018. *Boletín Epidemiológico. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Sistema Unico de Información* 35(52). https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-epidemiologia-boletin-epidemiologico.

Dirección General de Epidemiología (2019). Boletín Epidemiológico Semana 52 2019. DGE, 2019. México. http://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/direccion-general-de-epidemiologia-boletin-epidemiologico.

Field-Cortazares J, Escárcega-Ávila AM, López-Valencia G, Barreras-Serrano A and Tinoco-Gracia L (2015). Seroprevalencia y factores de riesgo asociados a riquetsiosis (*Rickettsia rickettsii*) en humanos de Ensenada, Baja California, México. *Gaceta Medica de Mexico* 151(1):42-46.

Miranda J, Mattar S and Gonzalez M (2017). Rickettsiosis Rickettsiosis. *Revista MVZ Córdoba* 22:6118-33. https://doi.org/10.21897/rmvz.1080.

Secretaría de Salud (2017). Manual de procedimientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmitidas por vectores. *Secretaría de Salud*. https://doi.org/10.1192/bjp.111.479.1009-a.

SSA (2013). Prevención, diagnóstico y tratamiento de la fiebre manchada por *Rickettsia rickettsii* en población pediátrica y adulta, en el primer y segundo nivel de atención. www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html.

Héctor A. Jurado Bañuelos
Maestría en Salud Pública
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
al186987@alumnos.uacj.mx

© Enrique Soto. Hojas pétreas, Museo Nacional de Praga, 2003.

www.elementos.buap.mx

Influencia canaria en tres ciudades tropicales Patrimonio Mundial

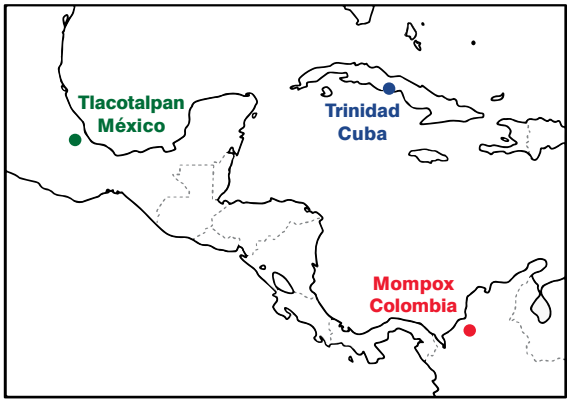
José Antonio **Ochoa Acosta**
Ana Aurora **Fernández Mayo**

CANARIAS Y EL CARIBE

Las ciudades de Mompox en Colombia, Tlacotalpan en México y Trinidad en Cuba se sitúan entre el trópico de Cáncer y el ecuador americano. Las tres con una estructura urbana que da testimonio de una endoculturación y afromestizajes realizados durante el periodo de la conquista española y de los virreinatos de Nueva España y Nueva Granada. Son asentamientos que encabezan paisajes culturales provinciales con una gran similitud en su arquitectura tradicional, la disposición de sus espacios públicos y su relación con el agua como medio para la actividad económica local.

En el siglo XVI, Juan de Santa Cruz unió su apellido al nombre del cacique malibú Mompoj para fundar el asentamiento de Santa Cruz de Mompox. Si bien Juan de Santa Cruz era optense, tenía ingenios azucareros en las Islas Canarias. (Franco Ossa, 2015) En el caso de Tlacotalpan hay indicios de la veneración a la Virgen de la Candela desde el siglo XVI, pero hay un registro preciso de finales del siglo XVIII sobre la llegada de canarios a la zona. La imagen actual de la Virgen de la Candelaria que se venera en Tlacotalpan fue traída desde España en esa misma época (Juárez Martínez, s.f.). En el libro *Alejandro de Humboldt en Cuba* se hace referencia a la

Plano de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. Tiburcio Rosell, 1701, Tenerife, G. M. (13 de julio de 2020). Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico del Antiguo Santa Cruz. Obtenido de Gobierno de Canarias: http://www.gobiernodecanarias.org/politicaterritorial/descargas/EAE/PECH_ANTIGUO_SANTA_CRUZ/DOCUMENTOBORRADOR_DEL_DOCDOC_4_PROPUESTA_CATALOGO_DOC_TECNICO.PDF.



Plano de la ubicación geográfica de las ciudades de Tlacotalpan, Trinidad y Mompox.

presencia de nativos de Canarias en Trinidad que se dedicaban al cultivo del tabaco, y se menciona también que Colombia formaba parte de la ruta del comercio tabacalero (Méndez Guerrero, 2009).

Estas ciudades americanas presentan procesos sociales semejantes que dejan entrever una intervención cultural de las Islas Canarias en sus costumbres y tradiciones cotidianas. ¿Qué rasgos urbanos son los que permiten hacer esta afirmación? ¿Cuáles fueron las adaptaciones geográficas y sociales que dieron su particularidad a cada una de ellas? ¿Qué relación hay entre ellas?

A través de estas líneas se busca evidenciar las analogías urbanas y arquitectónicas de estas ciudades inscritas en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO que permitirán determinar algunas aproximaciones de la contribución simbólica de Canarias en el Caribe.

TRES CIUDADES PATRIMONIO MUNDIAL DE LA UNESCO

La ciudad de Trinidad pertenece a la provincia de Sancti Spíritus en Cuba; se fundó en 1513 y su principal actividad, que le permitió desarrollarse en el siglo XVIII y, sobre todo, a mediados del XIX, fue la industria azucarera, que floreció en torno a ella en el llamado Valle de los Ingenios. En 1973 acontece un incendio que consume la tercera parte de la ciudad. Hoy en día, Trinidad tiene una población aproximada de 52,000 habitantes.

Celebra con esplendor las fiestas de la Virgen de la Candelaria a quien se acostumbra llamar "la Virgen de la Popa" pues se dice que unos marinos estuvieron a punto de naufragar y se encomendaron a la Virgen de la Candela que tenían en la popa del barco (Weiss, 2002), o el día de san Blas, los festejos de la cruz de mayo (3 de mayo) y el día de san Juan. Fue incluida en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO en 1988 bajo los siguientes criterios particulares:

- Criterio (iv): conformada por la industria azucarera de los siglos XVIII y XIX de la región, la ciudad ejemplar de Trinidad le debe al azúcar su continua existencia y su razón de ser histórica, que es claramente legible en el entorno construido existente de la ciudad y el cercano Valle de los Ingenios.
- Criterio (v): El Valle de los Ingenios es un testimonio notable del desarrollo de la industria azucarera y un museo vivo que presenta 75 antiguos ingenios azucareros, casas de plantaciones, cuarteles y otras instalaciones relacionadas con esta industria vulnerable (UNESCO, 2020, a).

Mompox (Santa Cruz de Mompox) está ubicada en el departamento de Bolívar, en el norte de Colombia. La ciudad fue fundada alrededor de 1539, asentada en la ribera occidental del río Magdalena, que es la principal vía de comunicación fluvial

Calle típica en Trinidad, Cuba STORIES, L. A. (13 de julio de 2020). Trinidad, Kuba-Kolonialna perła Ameryki Łacińskiej. Obtenido de Latin American Stories: https://latinamericanstories.com/trinidad-kuba-kolonialna-perla-ameryki-lacinskiej/.

Mompox desde el río. Franco Ossa, L. V. (2015). *Paisaje urbano, histórico y cultural de Santa Cruz de Mompox y el Río Grande de la Magdalena*. Quiroga (8), 78-92.

de Colombia. Mompox se desarrolló, por su ubicación estratégica, entre el puerto de Cartagena y el interior del territorio norte, lo que le permitió tener una relevancia logística y comercial durante el Virreinato de la Nueva Granada. En la actualidad, la ciudad tiene una población aproximada de 26,000 habitantes y aún mantiene vigentes las celebraciones de su carnaval, de la Virgen de la Candelaria y la Semana Santa (Colombia, s.f.). Se incluyó en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO en 1995 con los siguientes criterios:

• Criterio (iv): El Centro Histórico de Santa Cruz de Mompox es parte integral de los procesos de penetración y dominio colonial durante la conquista española y el crecimiento de las comunicaciones y el comercio durante los siglos XVII a principios del XIX.

• Criterio (v): Las circunstancias especiales del desarrollo de la ciudad, que creció libre y longitudinalmente siguiendo el camino sinuoso de una carretera aproximadamente paralela al río, le han dado una calidad especial con pocos paralelos en la región del norte de América del Sur. El posterior declive económico y el notable estado de conservación que resultó confiere una dimensión adicional a esta calidad, lo que lo convierte en el ejemplo sobreviviente más destacado de la región de este tipo de asentamiento urbano ribereño (UNESCO, 2020, b).

Tlacotalpan fue un antiguo asentamiento prehispánico en el que se estableció un poblado español en 1541; sin embargo, existen datos que apuntan a que en el año 1532 ya existía el primer trapiche de azúcar de la nueva España (INAFED, s.f.). Se ubica en la cuenca del río Papaloapan en el estado de Veracruz, del sureste mexicano. Al día de hoy, su población es de 7,600 habitantes, aunque, en sus tiempos de mayor auge (siglo XIX) la población llegó a ser mayor. La ciudad es un puerto fluvial dedicado a la pesca y por su ubicación se convirtió en un puerto obligado para las actividades productivas en toda la cuenta de río Papaloapan, el más caudaloso de México. En 1788 sufre un incendio casi total que hace cambiar las ordenanzas de construcción, estableciéndose que solo podría hacerse edificaciones de mampostería y no de madera.

Los eventos principales en el asentamiento son las fiestas patronales de la Virgen de la Candelaria que tiene leyendas como las penurias de viaje y críticas a la llegada a Tlacotalpan de la imagen de bulto en 1776 (Juárez Martínez, s.f.); el carnaval (que se realiza en la primera quincena de mayo) y las fiestas de san Miguel Arcángel, a finales de septiembre. Se inscribió en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO en 1998 con los siguientes criterios:

• Criterio (ii): el diseño urbano y la arquitectura de Tlacotalpan representan una fusión de tradiciones

Tlacotalpan desde el río. Foto: José Antonio Ochoa Acosta, 2007.

Calle típica en Trinidad, Cuba STORIES, L. A. (13 de julio de 2020). Trinidad, Kuba–Kolonialna perła Ameryki Łacińskiej. Obtenido de Latin American Stories: https://latinamericanstories.com/trinidad-kuba-kolonialna-perla-ameryki-lacinskiej/.

españolas y caribeñas de excepcional importancia y calidad.

• Criterio (iv) Tlacotalpan fue un puerto fluvial español cerca de la costa del Golfo de México, que ha conservado su tejido urbano original en un grado excepcional. Su carácter sobresaliente radica en su paisaje urbano de calles anchas, casas modestas en una exuberante variedad de estilos y colores, y muchos árboles maduros en espacios abiertos públicos y privados (UNESCO, 2020, c).

ANALOGÍAS DE LAS TRES CIUDADES EN ESTUDIO

En el perfil urbano de estas ciudades resaltan las torres de sus templos y la copa de árboles y palmeras tropicales. Forman parte de un paisaje cultural que incluye plantíos de caña de azúcar, plátano y el asentamiento de estancias de ganado bovino. El clima es cálido húmedo con lluvias de temporal.

La estructura urbana, el ancho de las calles y las alturas tanto de edificios públicos como de viviendas son muy similares. La arquitectura tradicional, la hecha por la tradición y la adaptación al entorno, también se asemeja entre Trinidad, Mompox y Tlacotalpan, como la disposición y materiales utilizados en las cubiertas de teja de terracota o la proporción de las ventanas verticales y el uso de protecciones que, de inicio, eran de madera. La aplicación de aplanados a la cal en muros para protegerlos de la humedad y la subsecuente aparición de microflora es una técnica utilizada en zonas cálidas y con alta humedad. La mayor parte de las casas modestas son de una sola planta y de frente amplio.

El tono blanco de las construcciones permitía generar una sensación de frescura por las calles. Tlacotalpan, Trinidad y, en casos aislados, Mompox han convertido su blanco paisaje urbano en una gama multicolor que le da un grado de folclore local. El sol radiante y las intensas lluvias condicionaron a las viviendas a tener unos portales frontales o, al menos, unos amplios aleros que daban resguardo tanto a los habitantes como a transeúntes.

La traza urbana de las ciudades va a diferir entre la de Trinidad y las de Tlacotalpan y Mompox debido a que estas dos últimas se desarrollaron en una margen de río y adaptaron el crecimiento del centro de población a sus riberas, pero bajo un criterio reticular en donde las vialidades mayores son paralelas al río y las menores son radiales al mismo. En el caso de Trinidad, que se construyó a escasos ocho kilómetros del puerto de Casilda, posee una traza radial que tiene como generatriz la plaza principal de la localidad.

El centro urbano de estas poblaciones está definido por una plaza o parque principal que tiene a sus costados edificios representativos de la localidad, el templo católico del santo a quien está dedicado el asentamiento y, en los casos de Tlacotalpan y Mompox, la puerta de acceso desde el río.

Calle Típica de Tlacotalpan. Foto: José Antonio Ochoa.

Portales de La Marquesa. Calle de La Albarrada. Santa Cruz de Mompox. Foto: Lucía Victoria Franco Ossa.

La puerta de río en Mompox ha sido restaurada en los últimos años y la de Tlacotalpan fue modificada y ampliada para convertirla en el Palacio Municipal. En torno a estas plazas se aprecia la evolución de la arquitectura entre los estilos barroco tardío y neoclásico que preponderaban en los siglos XVIII y XIX.

UN CÓDIGO SIMBÓLICO APROPIADO

El análisis realizado de las ciudades de Mompox, Trinidad y Tlacotalpan sugiere una relación más allá de la tipología arquitectónica; convergen puntos en común desde su ubicación geográfica en el Caribe hasta la imagen urbana cuya conservación, configuración e historia permitieron el reconocimiento de Patrimonio Mundial por la UNESCO.

Es importante resaltar que la fundación de las tres ciudades se dio en la primera mitad del siglo XVI, que su despliegue y mayor desarrollo se debió a las actividades productivas regionales y que sus manifestaciones urbano-arquitectónicas se adaptaron al clima cálido con una alta concentración de humedad y con periodos de lluvias torrenciales. Las cubiertas a dos o cuatro aguas de teja terracota, el uso de portales y aleros, así como el recubrimiento a la cal resaltan esta arquitectura anónima por su sencillez en la solución de espacios habitacionales durante un periodo significativo de su historia.

En el aspecto cultural, la veneración a la Virgen de la Candelaria puede ser una línea de investigación antropológica interesante desde su origen en Tenerife (donde según la tradición se manifestó la Virgen María en su advocación de la Candela en 1392) (ACIPrensa, s.f.) hasta su adopción en estos tres poblados y las manifestaciones propias generadas en cada lugar.

Además de la Candelaria, otro signo cultural relevante es su relación en torno a los festejos de la Santa Cruz. Vale la pena volver a mencionar que el nombre original de Mompox es Santa Cruz de Mompox, al igual que (Santa Cruz de) Tenerife, y que en Trinidad festejan el día de la Cruz a principios de mayo en la misma fecha que, en la ciudad de Tlacotalpan, realizan las festividades a las que denominan como el carnaval.

Es de notar la proximidad de los años en los que se declararon patrimonio mundial; Trinidad en 1988, Mompox en 1995 y Tlacotalpan en 1998. Es decir, de los 48 años que lleva vigente la inscripción a la Lista del Patrimonio Mundial, en un lapso de 10 años se incluyó a estos tres sitios. No está de más mencionar que se inscribieron de la mayor a la menos poblada.

La constante en los tres casos fue sustentar su inscripción en el Criterio iv que refiere a un conjunto o paisaje de una etapa significativa de la humanidad.

UN POSIBLE HERMANAMIENTO

Con la intención de compartir y enfrentar retos semejantes así como intercambiar experiencias tanto de restauración como culturales es relevante que estas ciudades se reconozcan como semejantes, no solo desde el punto de vista constructivo, sino social y tradicional. Este vínculo fortalecería la integridad cultural de cada una de ellas, permitiría a turistas internacionales incluir en su bitácora de viaje un recorrido más extenso ya sea para su estudio o disfrute.

El Doctor Luis F. Guerrero (2000) hace notar que aceptar a Tlacotalpan como Patrimonio Mundial es

> [...] reconocer el valor universal excepcional de la arquitectura anónima, de la sencillez y economía de la construcción, del urbanismo vernáculo, de los edificios tradicionales del siglo XIX y XX, de la pluralidad cultural y del carácter popular de las poblaciones.

El argumento de la sencillez arquitectónica, de su valor de conjunto y el de ser el espacio propicio para la expresión de costumbres y tradiciones, también describe a las ciudades de Mompox y Trinidad.

© Enrique Soto. Museo Nacional de Escocia, Edimburgo, 2017.

REFERENCIAS

ACIPrensa (s.f.). Agencia Católica de Informaciones. Recuperado el 31 de 10 de 2019, de Virgen de la Candelaria: https://www.aciprensa.com/recursos/historia-de-la-devocion-4092.

Colombia MP (s.f.). *Colombia CO.* Recuperado el 04 de noviembre de 2019, de Mompox, entre el misterio y la historia: https://www.colombia.co/visita-colombia/patrimonio-de-colombia/mompox-entre-el-misterio-y-la-historia/.

Franco Ossa LV (2015). Paisaje Urbano Histórico y Cultural de Santa Cruz de Mompox y el río grande de la Magdalena. *Quiroga* 78-92.
Guerrero LF (2000). Tlacotalpan, Patrimonio de la Humanidad. *Bitácora* 44-49.

INAFED (s.f.). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.* Recuperado el 04 de noviembre de 2019, de Tlacotalpan: http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/municipios/30178a.html.

Juárez Martínez A (s.f.). Pasajeros de Canarias a finales del siglo de las luces con destino al Hinterland veracruzano. *XX Coloquio de Historia Canario Americana* 333-342.

Méndez Guerrero M (2009). *Alejandro de Humboldt en Cuba.* Madrid: Asociación Exterior XXI.

UNESCO (2020, a). *Trinidad and the Valley de los Ingenios*. Obtenido de World Heritage List: http://whc.unesco.org/en/list/460.

UNESCO (2020, b). *Historic Centre of Santa Cruz de Mompox*. Obtenido de World Heritage List: http://whc.unesco.org/en/list/742.

UNESCO (2020, c). *Historic Monuments Zone of Tlacotalpan*. Obtenido de World Heritage List: http://whc.unesco.org/en/list/862.

Weiss JE (2002). *La Arquitectura Colonial Cubana.* La Habana: Letras Cubanas.

José Antonio Ochoa Acosta
Ana Aurora Fernández Mayo
Universidad Veracruzana
urbanoxalapa@gmail.com

www.elementos.buap.mx

Libros

ESCRITO EN LA HISTORIA

Simon Sebag Montefiore

Editorial Paidós-Planeta, publicado bajo el sello Crítica

España, 2020

Escrito en la historia conmemora las mayores y más importantes cartas del panorama político, cultural, artístico, o de la vida privada de aquellos personajes célebres que influyeron en el devenir de nuestra historia. El aclamado historiador Simon Sebag Montefiore ha seleccionado más de cien cartas que van desde la Antigüedad, como la que dirigió Marco Antonio a Octavio Augusto en el año 33 a. C., hasta nuestro siglo, como la de Donald J. Trump a Kim Jong-Un en mayo de 2018. Sus autores varían desde Isabel I de Inglaterra, Ramsés II, Frida Kahlo y Leonard Cohen, hasta Nelson Mandela, Stalin, Michelangelo o personajes anónimos que vivieron circunstancias extraordinarias. Cartas de amor, gritos a la libertad, declaraciones de guerra y reflexiones sobre la muerte que Montefiore, un maestro de contar historias, nos acerca, con su característico estilo fresco y accesible. Porque estas cartas que ilustran nuestro pasado, enriquecen el modo en que vivimos hoy e iluminan nuestro futuro, son una lectura necesaria. La obra fue traducida de la versión en inglés del 2018 por Gonzalo García.

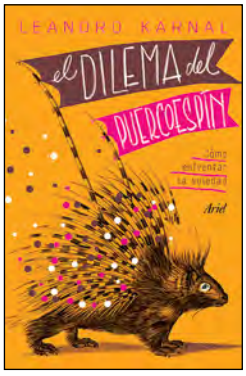
El autor Simon Sebag Montefiore estudió Historia en el Gonville & Caius College de Cambridge. Durante la década de 1990 viajó por toda la antigua Unión Soviética, especialmente por el Cáucaso, Ucrania, Asia Central y escribió sobre Rusia para el *Sunday Times*, el *New York Times* y el *Spectator*, entre otros periódicos. Ha presentado documentales para la televisión y ha escrito dos novelas, así como algunos ensayos, entre los que destacan *King's Parade* (1991) y *Prince of Princes: the Life of Potemkin* (2000), nominado a premios de biografía Samuel Johnson, Duff Cooper y Marsh. En Crítica ha publicado *Llamadme Stalin* (2007), *La corte del zar rojo* (2004), *Titanes de la historia* (2012) y *Jerusalén. La biografía* (2011).

LA VIDA DE LAS HORMIGAS

Maurice Maeterlinck

Editorial Ariel -Planeta

México, 2020



EL DILEMA DEL PUERCOESPÍN

Leandro Karnal

Editorial Ariel

México, 2020

En *La vida de las hormigas*, Maurice Maeterlinck, premio Nobel de Literatura, vuelve a hacer gala de su interés entomológico y decide observar el minúsculo universo de estos prodigiosos insectos con la convicción de que encierra innombrables misterios pero que, a la vez, puede despertar un sinfín de analogías con el comportamiento humano. Las hormigas se nos muestran en este libro como seres capaces de extraordinarias proezas. Como el hombre, también ellas cuentan con ejércitos organizados, algunas se han especializado en una suerte de ganadería y otras parecen haber aprendido a cultivar sus alimentos. Su sistema de comunicación también despierta el asombro, y nos recuerda a la telepatía. Un microcosmos admirable relatado en un estilo exquisito.

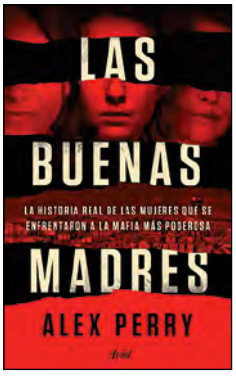
Maurice Maeterlinck (1862-1949) nació en Gante, Bélgica, fue un dramaturgo y ensayista belga de lengua francesa, principal exponente del teatro simbolista. Aparte de su obra teatral realizó diversos ensayos en los que aborda la vida de la naturaleza y el misterio del hombre: *El tesoro de los humildes* en 1896; *La vida de las abejas* en 1901; *La inteligencia de las flores* en 1907; *La vida de las termitas* en 1927; *La vida de las hormigas* en 1930.

"Somos una especie de puercoespín", pensó el filósofo Arthur Schopenhauer. Nos sentimos solos y nos acercamos a los demás; entonces sus espinas nos pinchan o pinchamos a alguien y volvemos a alejarnos, y lo repetimos durante toda la vida. ¿El problema será la soledad o nuestras relaciones? ¿Se trata realmente de un problema?

A partir de la afirmación de Aristóteles de que la soledad es capaz de crear dioses o bestias, el doctor Leandro Karnal reflexiona sobre esa condición humana inevitable, compleja y cíclica que está presente en el arte, en la filosofía, en las religiones, en los niños con amigos imaginarios, en el mundo virtual y en las redes sociales. Existe desde la Antigüedad y puede ser un gran peligro para quienes eligen el aislamiento.

Pero no todo está perdido: puede haber luz en la soledad; incluso, dice Karnal, Dios suele revelarse ante los solitarios. Para comprender esta epidemia que es la soledad y encontrar una posible solución, debemos reconocer que se trata de una situación insalvable, pero soportable. Todo radica en caminar entre los deseos y el autoconocimiento, y en entender que la historia de la humanidad es, sin duda, la historia de la soledad.

Leandro Karnal (1963) es un filósofo, historiador y profesor universitario brasileño. Tiene publicaciones sobre el tema de historia, enfocándose en la historia de las Américas y la historia de la religión. Nació en São Leopoldo y se hizo conocido en Brasil por su trabajo de popularización de la filosofía.



LAS BUENAS MADRES.
LA HISTORIA REAL DE LAS MUJERES
QUE SE ENFRENTARON A LA MAFIA MÁS PODEROSA

Alex Perry

Editorial Ariel

México, 2020

Fundada hace más de 150 años por pastores calabreses, la 'Ndrangheta está considerada la mafia más poderosa del mundo: trafica con el 70 % de la cocaína y la heroína de Europa, negocia acuerdos ilegales de venta de armas con criminales y terroristas, y blanquea miles de millones de euros al año. Es el imperio del crimen más poderoso, afirma Alex Perry, pero lo extraño es que pocos de nosotros hemos oído hablar de ella.

¿Qué papel desempeñan las mujeres en esta organización criminal? Cuando Alessandra Cerreti llegó a Calabria en abril de 2009 como nueva fiscal antimafia de la región, se hizo esta pregunta, y siguió en su empeño en averiguarlo pocos meses después, con la desaparición de Lea Garofalo, quien había testificado contra su marido mafioso en 2002 y llevaba más de doce años huyendo con su hija.

Con una prosa ágil y una fuerte tensión narrativa, el autor reconstruye no solo la vida de Lea Garofalo y su hija Denise, sino de otras mujeres a las que la fiscal Cerreti logra persuadir para que rompan el silencio y testifiquen. Es la historia de unas madres que se enfrentan al mayor de los peligros para salvar sus vidas y las de sus hijos, y es también el devenir de una jueza y de unos mafiosos que darán la batalla de forma despiadada. Una lucha en la que no todos sobrevivirán.

Alex Perry fue jefe de la oficina de *Time* en África hasta 2013. Regresa a África con frecuencia, y escribe para muchas publicaciones, entre ellas el *Newsweek*, donde es editor colaborador. Ha dado clases de Filosofía, Política y Economía en la Universidad de Oxford y ha recibido numerosos premios de periodismo. En 2007, tras ser arrestado y encarcelado en Zimbabue, lo condenaron por ser "un periodista dedicado y clandestino". Es autor de numerosos libros acerca de África, Europa y Oriente Medio.

EL RÍO DE LA CONCIENCIA

Oliver Sacks

Editorial Anagrama

España, 2019

Dos semanas antes de fallecer, Oliver Sacks dejó preparado para su publicación este volumen, que reúne diez textos de temáticas diversas unidos en torno de una pregunta central cuya respuesta persiguió el autor a lo largo de toda su obra: qué es lo que nos configura como humanos.

El lector encontrará aquí ensayos sobre temas como el interés de Darwin por las plantas; Freud como neurólogo; las reflexiones de William James sobre el tiempo; nuestra percepción de la velocidad; la relación entre la memoria, su fiabilidad, la creatividad, el plagiarismo y nuestro modo de contar historias; los puntos ciegos de la visión; las experiencias cercanas a la muerte; los trastornos y lapsus auditivos; la sensación de malestar general; los errores de percepción...

© Enrique Soto. Museo de Historia de la Ciencias, Oxford, 2017.

El libro es una muestra de las virtudes de Sacks como ensayista: sus profundos conocimientos e innovadoras ideas en el campo de la neurología; la erudición nunca pedante que le permitía conectar ese saber con otras ciencias y con la cultura para ir más allá de la especialización; su enorme capacidad como divulgador y su seductora manera de explicar temas complejos con pasión de narrador, y, sobre todo, su curiosidad y sabiduría humanística casi infinitas.

> Está prodigiosamente vivo en cada página; un Oliver Sacks curioso, ávido de conocimiento y electrizante en su modo de contar. Este libro nos trae la felicidad de poder volver a leerlo y el pesar de saber que va a ser por última vez (Nicole Krauss, *The New York Times Book Review*).

Oliver Sacks (1933-2015) fue profesor de Neurología Clínica en el Albert Einstein College de Nueva York. Entre sus muchas obras se encuentran: *Un antropólogo en Marte*, *Migraña*, *Con una sola pierna*, *La isla de los ciegos al color*, *El hombre que confundió a su mujer con un sombrero*, *El tío Tungsteno*, *Diario de Oaxaca*, *Veo una voz*, *Despertares*, *Musicofilia*, *Los ojos de la mente* y *Alucinaciones*, y sus memorias *En movimiento* y *Gratitud.*

Ciencia a TIEMPO

EL ESTRÉS POR LA PANDEMIA ACTIVA EN EL CEREBRO UN MECANISMO DE ALERTA

El estrés provocado por la situación del coronavirus, aunado a la imposibilidad de salir y al constante bombardeo de los medios de comunicación, activa en el cerebro un mecanismo de alerta y defensa constante, de modo que este órgano le indicará al individuo buscar elementos necesarios para protegerse y sobrevivir, indica Jorge Luis Valente Flores Hernández, titular del Laboratorio de Neuromodulación del Instituto de Fisiología de BUAP. Por lo tanto, los niveles de dopamina y adrenalina incrementan ocasionando que el corazón lata más rápido y que el cerebro, al encontrarse en un estado de alerta permanente, mande la señal de optimizar la energía en el cuerpo, lo que puede provocar una saturación de la glucosa y triglicéridos, efectos que a la larga derivan en otras enfermedades.

Ante ello, el investigador recomienda realizar actividades de relajación, por ejemplo escuchar música tranquila, oler aromas agradables como lavanda y limón, entre otras que despejen la mente. De igual forma, sugirió evitar saturarse de información.

TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES POR INTERACCIÓN SEXUAL EN ESPECIES ACUÁTICAS

El Laboratorio de Ecología Evolutiva de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP recibió un financiamiento por parte de la sociedad científica internacional *Animal Behaviour Society*, para estudiar la relación entre el comportamiento sexual de los guppies machos y la transmisión del ectoparásito *Gyrodactylus*, un gusano que vive en la piel de algunos peces. Este proyecto es relevante porque hasta el momento no se ha estudiado la transmisión de enfermedades por interacción sexual en especies acuáticas.

El objetivo principal de la investigación es generar conocimiento para consolidar la Teoría de Selección Sexual, específicamente conocer acerca del conflicto sexual que pudiera existir entre machos y hembras por la transmisión de parásitos. Asimismo, se evaluará en qué contexto se da una mayor infección a nuevos hospederos.

Este proyecto concursó en la convocatoria *Student and Developing Nations Research Grants*, en la que participaron 168 proyectos de distintos países y solo cinco fueron aceptados.

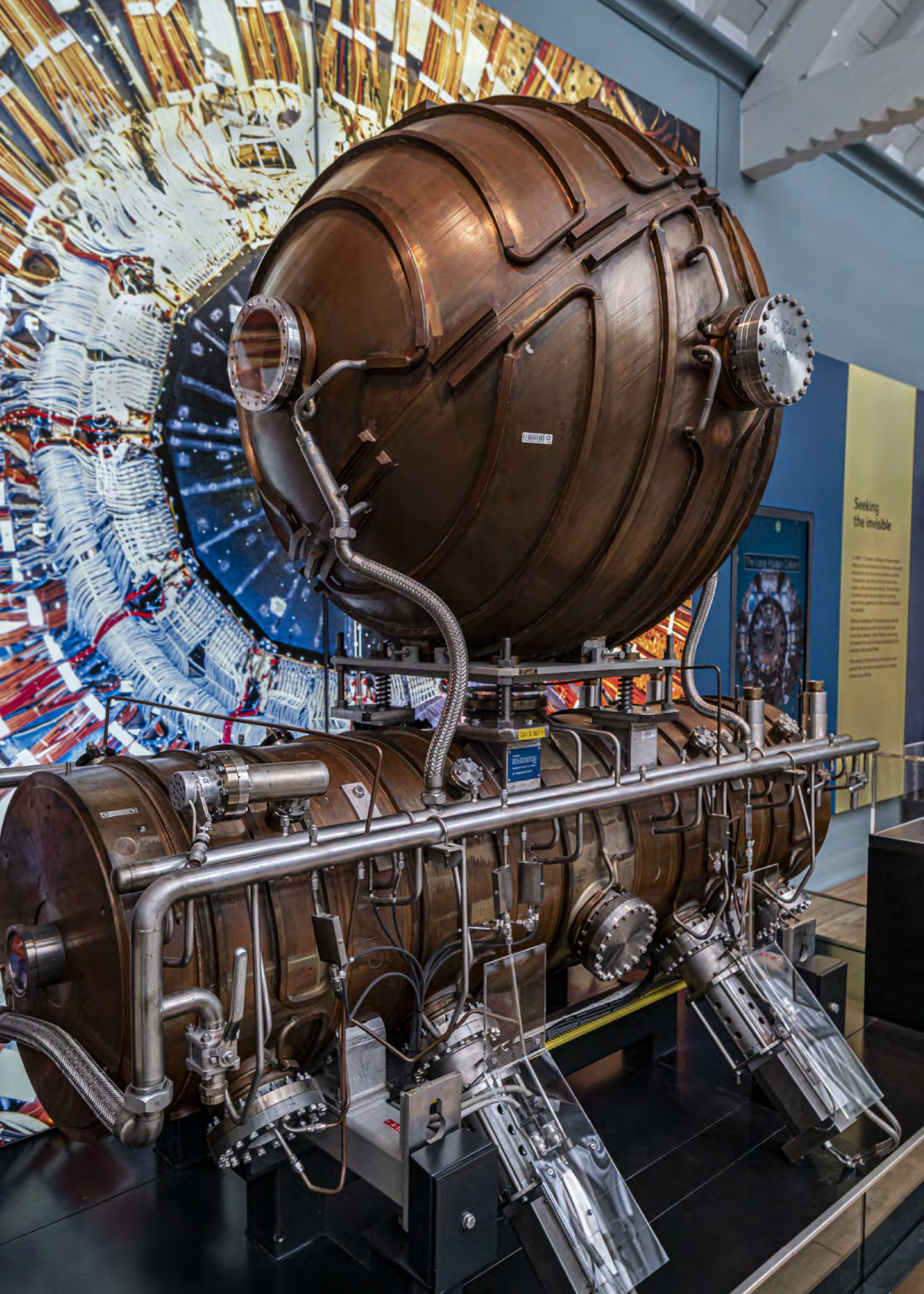
JARDÍN BOTÁNICO UNIVERSITARIO SALVAGUARDA A LOS ÁRBOLES DEL FUTURO

A lo largo de 35 años el Jardín Botánico Universitario (JBU) ha conformado cinco colecciones científicas de gran importancia a nivel estatal y regional, la más reciente es un banco de germoplasma de ocho especies de árboles que se encuentran en estado vulnerable y bajo amenaza. Mediante este proyecto la BUAP salvaguarda a los árboles del futuro, ya que es posible que en 30 años no existan en las zonas en donde se recolectaron las semillas debido al crecimiento urbano.

Esta colección forma parte del proyecto *Building Capacity and Implementing Tree Conservation in Mexico*, financiado por *Botanic Gardens Conservation International*. Gracias al apoyo de esta organización no gubernamental el JBU recolectó un total de 53 mil 929 semillas, de las cuales 40 mil 188 están resguardadas en el banco de germoplasma en Ciudad Universitaria.

De las ocho especies de semillas de esta colección, *Vibumum microcarpum*, *Cymbopetalum baillonii* y *Bernardia macrocarpa* pertenecen a la categoría de vulnerables de acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; mientras que *Beaucarnea gracilis Lem* y *Guaiacum coulteri* están catalogadas como amenazadas, con base en lo establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010. En lo que respecta a las semillas de *Pseudosmodingium barkleyi*, *Beaucarnea alsonii* y *Yucca mixtecana*, son especies raras y aún no han sido evaluadas por alguna de las dos instancias mencionadas.

Ciencia a Tiempo es el canal de divulgación de la investigación en ciencia y tecnología de la BUAP. Elizabeth López Juárez, Dalia Patiño González y José Enrique Tlachi Rodríguez, reporteros. Beatriz Guillén Ramos, responsable de Información y Prensa de la Dirección de Comunicación Institucional de la BUAP.


Seeking
the invisible