

¿cómoves?

Año 21 • Núm. 251 • Revista de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México



ANTROPOCENO

¿Nuestra huella geológica?



Chernóbil

Crónica de un accidente nuclear

El efecto de los ojos vigilantes

Minería urbana para rescatar elementos químicos en peligro

7 52435 78173 2 00251

México \$30.00 • EUA \$5.00 • UE €3.75





Universidad Nacional
Autónoma de México

Rector Enrique Graue
Wiechers

Secretario General Leonardo Lomelí
Vanegas

Coordinador de la
Investigación Científica William Lee Alardín



Director General César A. Domínguez
Pérez Tejada

Director de Medios
de Comunicación Ángel Figueroa Perea
Subdirectora de
Medios Escritos Rosanela Álvarez Ruiz

¿cómoves?

Editora Estrella Burgos
Asistente editorial Isabelle Marmasse
Jefa de redacción Gloria Valek
Coordinador científico Sergio de Régules
Diseño Georgina Reyes
Asistente de diseño Carla D. García
Gestión de contenido Claudia Hernández
Guillermo Cárdenas
Asesoría Alicia García B.
Martín Bonfil
Contenidos digitales Mónica Genis
Redes sociales Anayansi Rodríguez
Comercialización Gabriela García C.
Suscripciones Guadalupe Frágoso
Promoción Alma Ferreira
Alejandro Rivera

Consejo editorial

Miguel Alcubierre, Iván Carrillo,
Rosa María Catalá, José Antonio Chamizo,
Luis Estrada †, Omar García Ponce de León,
José de la Herrán, Agustín López Munguía,
Rodrigo Medellín, María Nieves Noriega,
Feggy Ostrosky, Manuel Perló, Plinio Sosa

Los artículos firmados son responsabilidad del autor por lo que el contenido de los mismos no refleja necesariamente el punto de vista de la UNAM. Prohibida la reproducción parcial o total del contenido, por cualquier medio, sin la autorización expresa de los editores.

¿Cómo ves?, Publicaciones UNAM, es una publicación mensual numerada de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM. Editora responsable: Estrella Burgos Ruiz. Reserva de derechos al uso exclusivo del título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública 04-2002-073119042700-102. Certificado de licitud de título 10596. Certificado de licitud de contenido 8048, expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. ISSN 1870-3186. Impresa en: Tipos Futura S.A. de C.V., Av. El Rosario No. 751, Col. San Martín Xochinahuac, Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México 02120. Distribución en la Cd. de México, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Querétaro y Celaya: Distribuidora de Atípico S.A. de C.V., Av. José María Morelos No. 78, 1er piso, Col. Juárez, Cd. de México 06600.

Tiraje: 20 000 ejemplares.

Toda correspondencia debe dirigirse a: Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Subdirección de Medios Escritos, Circuito Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, Cd. de México, C.P. 04510. Tel.: (55) 56 22 72 97 Fax: (55) 56 65 22 07 comoves@dgdc.unam.mx

Año 21, número 251, octubre 2019



CONACYT
ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

decentrada

La Tierra se formó hace unos 4 600 millones de años. Nuestra especie, *Homo sapiens*, tiene apenas 100 000 años, un tiempo casi insignificante comparado con la edad del planeta, y aun así por doquier puede apreciarse el impacto que hemos tenido en la corteza terrestre y en la atmósfera, sobre todo en los últimos dos siglos. La pregunta es si la magnitud de ese impacto ha dado paso a una nueva época geológica, el Antropoceno. En el artículo de portada Miguel Rubio Godoy expone los argumentos y evidencias de quienes apoyan esta idea y de los que no. El debate sigue abierto, pero lo más importante, como señala Miguel, es darnos cuenta de que hemos afectado drásticamente el funcionamiento del planeta y saber lo que necesitamos cambiar para poder seguir aquí.

Francisco Cubas narra una historia de mariposas y ciencia ciudadana que resalta la importancia de las observaciones de los aficionados para conocer mejor la biodiversidad y protegerla. También nos muestra cómo todos podemos contribuir a la identificación de especies raras.

El accidente nuclear más grave de la historia ocurrió hace 33 años en Chernóbil, en la entonces llamada Unión Soviética. Daniel Martín Reina nos cuenta paso a paso todo lo que llevó a este desastre, que paradójicamente empezó con una prueba de seguridad. Se estima que Chernóbil no será habitable para los humanos en los próximos 20 siglos, pero para sorpresa de todos la flora y la fauna han aumentado en la última década.

Estamos celebrando los 150 años de la Tabla Periódica de los Elementos, uno de los más grandes logros de la ciencia. Pero en el festejo hay un foco rojo: la progresiva escasez de varios elementos químicos que necesitamos en diversas industrias, desde la producción de ciertos fármacos hasta la de los aparatos electrónicos, como explica Benjamín Ruiz Loyola. También nos dice por qué la solución a este problema requiere nuestra participación, a través de lo que se conoce como minería urbana. Así que manos a la obra.

Estrella Burgos

¿cómoves? 3

Secciones

- 3 De entrada**
Estrella Burgos
- 5 Ráfagas**
Noticias de ciencia y tecnología
Martha Duhne
- 7 Ojo de mosca**
Desarrollo sostenible,
no retroceso
Martín Bonfil
- 15 Al grano**
Mónica Genis
- 22 ¿Quién es?**
Pedro Camarena Berruecos
Anayansin Inzunza
- 23 Aquí estamos**
Cerebro y placer sexual
Priscila Gil Campos
- 30 ¿Será?**
El efecto de los ojos vigilantes
Luis Javier Plata
- 36 ¿Qué leer?**
Vida y caos
Daniel Eduardo Chávez
Compendio de temas
y celebridades
Gloria Valek
- 37 De película**
Pajareros
Arturo Vallejo
- 38 Ven al museo**
A probar una rebanada
de pastel cósmico
Héctor Carrillo
- 39 ¿Qué hacer?**
Mónica Genis
- 40 Retos**
Relatos de un buen maestro
Antonio Ortiz



Imagen y diseño **Georgina Reyes Coria**
Foto **Arturo Orta**
Año 21 • Núm. 251 • Octubre 2019

Artículos

Antropoceno

Podríamos estar ya en una nueva época geológica por el impacto de las actividades humanas en el planeta.

Miguel Rubio Godoy

8



16



El aleteo de una mariposa en la red

Un episodio exitoso de ciencia ciudadana y las aportaciones de observadores aficionados a la entomología y al cuidado de la biodiversidad.

Francisco Cubas

Fresco
no siempre es mejor

20



24



Chernóbil.

Crónica de un accidente nuclear

La terrible coincidencia de fallas en el diseño, falta de preparación y malas decisiones causaron un desastre cuyas secuelas perduran 30 años después.

Daniel Martín Reina

Elementos químicos en peligro

La minería urbana recupera y recicla elementos esenciales para la industria y el desarrollo tecnológico que son cada vez más escasos.

Benjamín Ruíz Loyola

32



Descarga la guía didáctica para abordar el tema de este artículo en el salón de clases. www.comoves.unam.mx

Por Martha Duhne Backhaus

El suelo, recurso crítico

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) creó en 1988 la Organización de las Naciones Unidas para analizar la información científica sobre el cambio climático, sus repercusiones sociales y económicas y las posibles estrategias de respuesta. Desde sus orígenes ha elaborado cinco reportes y en agosto presentó en Ginebra, Suiza, una sección del sexto informe que trata sobre el papel del suelo en la reducción de gases de efecto invernadero y como sustento de la vida, tanto forestal como de los cultivos que alimentan a la población global.

En un ecosistema conservado, las plantas y animales al morir caen al suelo y se reincorporan a la cadena alimenticia. Pero cuando se tala la vegetación, el suelo se queda sin

nada que lo proteja. Y si además se introduce ganado que lo pisa y compacta, o enormes cultivos que se bañan con toneladas de fertilizantes y herbicidas, o lo cubrimos con kilómetros de cemento, la riqueza del suelo desaparece. Los suelos fértiles son la base del bienestar humano, ya que de ellos dependen una serie de servicios ecosistémicos como fibras, energía, alimentos y agua, además de ser un resguardo para la biodiversidad.

Con el cambio climático aumenta la frecuencia e intensidad de sequías, huracanes, inundaciones, ciclones y deslaves, lo que entre otras cosas incrementa la desertificación. Enormes extensiones de terrenos de ecosistemas naturales han sido talados para convertirlos en pastizales y para sembrar cultivos que alimentan el ganado y que agotan el suelo.



Khemarun Rugvooprasert/Pixabay

Es importante acabar con el desperdicio: entre 25 y 30% de todos los alimentos que producimos, tanto en países pobres como ricos, acaba en la basura. Tenemos que aprender a utilizar prácticas agrícolas sostenibles. Reforestar. Todas las acciones son posibles, pero se necesita un cambio drástico en nuestros hábitos y en la forma en que manejamos nuestros recursos.

Desarrollan un hígado para probar fármacos

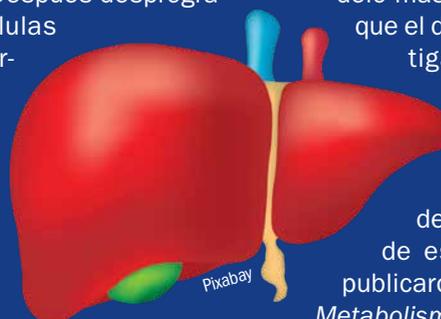
Un equipo de investigadores de Estados Unidos, China, Japón y Alemania desarrolló un pequeño hígado humano para probar medicamentos. Las células a partir de las cuales se formó el órgano se modificaron genéticamente en el laboratorio para mostrar los síntomas de la enfermedad del hígado graso no alcohólico.

Se trata de un padecimiento complejo que aumenta el riesgo de padecer diabetes mellitus y enfermedades cardiovasculares y del riñón. Actualmente afecta a 6.5% de mexicanos y estudios en Estados Unidos encontraron que la prevalencia en ese país es mayor en la población hispana y mexicoamericana. La insuficiencia y la cirrosis hepática son la segunda causa de trasplantes de hígado. Añádase que hay muy pocos hígados para trasplantes, que el procedimiento es caro y que los pacientes tienen

que tomar medicamentos el resto de su vida.

Estudios previos ya habían demostrado que la proteína SIRT1 desempeña un papel en el desarrollo de esta enfermedad, la cual se ha tratado con Resveratrol, un medicamento que funciona bien en animales, pero no en humanos. El equipo de investigadores empezó tomando células humanas modificadas genéticamente para inhabilitar la producción de proteína SIRT1. Después desprogramaron estas células para transformarlas en células madre y luego en células hepáticas. Este procedimiento es complicado, pero se utiliza en varios labora-

torios del mundo. Pruebas iniciales demostraron que en estas células se aceleraba la acumulación de grasas. Lo siguiente fue poner estas células en la estructura de colágeno de hígados de rata. Sobre este andamiaje se desarrolló un hígado con características del de un ser humano, pero del tamaño de un hígado de rata. A pesar de que en estos hígados no se reprodujeron todas las funciones de un hígado normal, sí fueron un modelo más parecido al humano que el de una rata. Los investigadores confirmaron que el Resveratrol no fue efectivo en estos hígados, como sí lo fue en el de rata. Los resultados de esta investigación se publicaron en la revista *Cell Metabolism*.



Pixabay

Ecología de un murciélago

Investigadores del Instituto de Ecología de la UNAM y de la Universidad de Ohio estudiaron los movimientos de murciélagos de la especie *Chrotopterus auritus*, conocido como falso vampiro orejón o lanudo, el segundo más grande de los murciélagos mexicanos, para entender cómo afecta la perturbación de su hábitat el desarrollo de su vida. Es un murciélago carnívoro que habita en las selvas tropicales desde el sur de México hasta el norte de Argentina y Paraguay. Come aves, ratones y otras especies de murciélagos, pero también puede alimentarse de insectos, polen, reptiles y anfibios. En México está considerado como en riesgo menor, pero en otros países lo catalogan como amenazado o incluso en riesgo de extinción. Los investigadores localizaron en Campeche dos colonias de esta especie.

La primera madriguera estaba en un paisaje talado y muy perturbado, dentro de las ruinas arqueológicas del Hormiguero, cerca de la Reserva de la Biósfera de Calakmul. Ahí tomaron ocho individuos y les pusieron un pequeño receptor GPS. La segunda madriguera, llamada Monterrey, estaba en una cueva en la Reserva de Balam-Ku, en un sitio boscoso y bien conservado. Siete individuos de esta madriguera se equiparon con receptores GPS. Los investigadores estu-

diaron los patrones de movimiento de los murciélagos durante 72 vuelos en 32 noches. Al analizar los datos, se dieron cuenta de que los murciélagos preferían buscar alimento en los bosques bien conservados y no en sitios abiertos, zonas taladas ni cultivos. Así, los murciélagos de Hormiguero tenían que desplazarse distancias significativamente mayores que los de Monterrey, lo que implica un gasto energético mayor.

Los resultados de esta investigación se publicaron en la revista *PLOS ONE* a finales de julio y muestran que esta especie puede tolerar terrenos fragmentados, pero que la deforestación de grandes extensiones es una amenaza real. Sabemos que muchas especies desaparecerán, y la causa principal es la fragmentación y deforestación de los ecosistemas naturales.



Roberto González

Chrotopterus auritus.

Evaluación de la epidemia de VIH/sida

Investigadores del Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud de Estados Unidos (IHME por sus siglas en inglés) coordinaron un estudio para comprender los patrones que ha seguido la epidemia de VIH/sida en 195 países y territorios del mundo entre 1980 y 2017, y pronosticaron su desarrollo para 2030. Entender estos patrones es vital para evaluar los esfuerzos de prevención y control de la enfermedad, que se convirtió en epidemia en los años 90.

En México el primer caso se reportó en 1983 en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán y se reconoció su presencia de manera oficial hasta 1985.

Los investigadores, con colegas de todo el

mundo incluido México, estimaron la incidencia, prevalencia, mortalidad y cobertura médica con los datos de cada país.

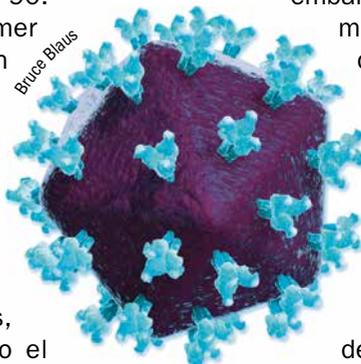
En la década de los años 90 el número global de personas infectadas con el virus y la cifra de muertes por sida aumentaron de manera exponencial hasta llegar a un punto máximo de 2 000 000 de decesos en 2006. Desde entonces estas cifras han bajado a poco menos de 1 000 000 al año.

Sin embargo, en el mundo aproximadamente 37 000 000 de personas son actualmente portadoras del virus y la prevalencia más alta se sigue concentrando en el África subsahariana.

Para México, los investigadores reportaron un total de cerca de 19 800 nuevas infec-

ciones en 2017 (3 930 mujeres y 15 900 hombres) y 5 580 muertes, lo que significa un descenso en el índice de muertes por el virus entre 2007 y 2017 de 2.4%. CENSIDA reporta 207 369 casos de sida en el periodo de 2013 a 2019.

Los resultados de esta investigación se publicaron en la revista *The Lancet* en agosto pasado y se prevé que 54 países cumplirán el objetivo de ONUSIDA de llegar a 81% de cobertura de terapia antirretroviral para 2020 y que solo 12 países estarán en camino de alcanzar 90% para 2030. Es decir, pocos países alcanzarán las metas que fijó ONUSIDA para 2020 y 2030. Con tantas personas en el mundo portadoras del VIH, es de extrema importancia no bajar la guardia, aumentar el acceso gratuito y sin interrupciones de los medicamentos e incrementar las acciones de educación y prevención.



Los herbívoros y la agricultura

Los seres humanos que habitaron la Tierra hace entre 5000 y 7000 años empezaron a cultivar variedades silvestres de plantas herbáceas de semillas como quinoa, amaranto, trigo sarraceno o mijo. Estas variedades tenían semillas más pequeñas que las actuales con cubiertas gruesas e indigeribles y no germinaban fácilmente, además de que crecían en valles y pastizales, dispersas entre otras plantas. ¿Por qué los humanos de entonces las eligieron para comer? Hasta ahora se pensaba que fueron una fuente de alimentación de emergencia, es decir, que las utilizaban sólo cuando no encontraban otra cosa.

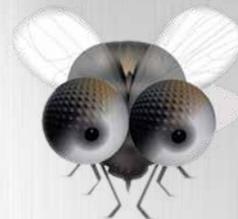
Un estudio reciente dirigido por investigadores del Instituto Max Planck de Alemania y de la Universidad Cornell, de Estados Unidos, encontraron otra explicación: la domesticación de estas plantas tuvo su origen en la dispersión de las semillas por medio de la digestión de los grandes mamíferos herbívoros de la época. Los investigadores proponen que estos animales se alimentaban de las semillas y se desplazaban en rebaños, buscando lagos o ríos como fuente de agua, por lo que sus heces se depositaron en sus rutas de alimentación y descanso. Es decir que los herbívoros dispersaron las semillas y formaron parcelas en las que crecieron las plantas, lo cual facilitó que los humanos las descubrieran, se alimentaran de ellas y empezaran a cultivarlas. Una vez que los humanos aprendieron a cultivar los granos, viajaron con ellos. Con el tiempo, fueron seleccionando las características más deseadas, como semillas más grandes o con cubiertas más delgadas y digeribles. El estudio se llevó a cabo en pastizales del oeste norteamericano, donde existían grandes rebaños de bisontes.

Los resultados de esta investigación se publicaron el pasado julio en la revista *Nature Plants* y resaltan la importancia de los herbívoros en la domesticación de los cultivos que nos proporcionan más alimentos.



ojodemosca

Por Martín Bonfil Olivera



Desarrollo sostenible, no retroceso

Durante toda la historia, la humanidad creyó que los recursos naturales eran inagotables y que nada que hiciéramos podría alterar los inmensos equilibrios de la naturaleza.

El siglo XX nos hizo despertar de esta ilusión. En los últimos tres siglos, la población mundial ha crecido de manera desbocada: pasó de 1000 millones en 1800 a los actuales 7700 millones. Al mismo tiempo, desde la Revolución Industrial de fines del siglo XVIII nos hemos inundado de máquinas que queman combustibles fósiles. Así, con sus fábricas, sus automóviles y su consumo acelerado de todo tipo de recursos naturales, junto con la producción desmesurada de materiales de desecho y gases de efecto invernadero, la humanidad comenzó a ser un factor decisivo en el equilibrio ambiental del planeta.

Los demógrafos y otros científicos se dieron cuenta del riesgo, y propusieron medidas para prevenirlo. Las campañas de control poblacional de la segunda mitad del siglo XX lograron que la velocidad de crecimiento de la población disminuyera (pero los cambios demográficos son lentos: se calcula que la población mundial no comenzará a decrecer sino hasta el 2100).

Y a partir de 1992, con la Declaración de Río de la ONU, se popularizó un nuevo concepto: el *desarrollo sostenible* (o sustentable), que busca “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”. Es decir, cubrir las necesidades sociales de crecimiento económico y bienestar, y al *mismo tiempo* proteger los recursos naturales y el equilibrio ambiental.

Desgraciadamente, muchos países no han cumplido los compromisos. Y se ha malinterpretado el concepto, creyendo que “desarrollo sustentable” significa tomar la protección del ambiente como finalidad superior, sacrificando la necesidad de desarrollo humano. Se aboga así por una especie de “regreso al pasado”, promoviendo métodos tradicionales de agricultura y ganadería, producción y consumo. Hay quien califica esta visión como “neoprimitivismo”.

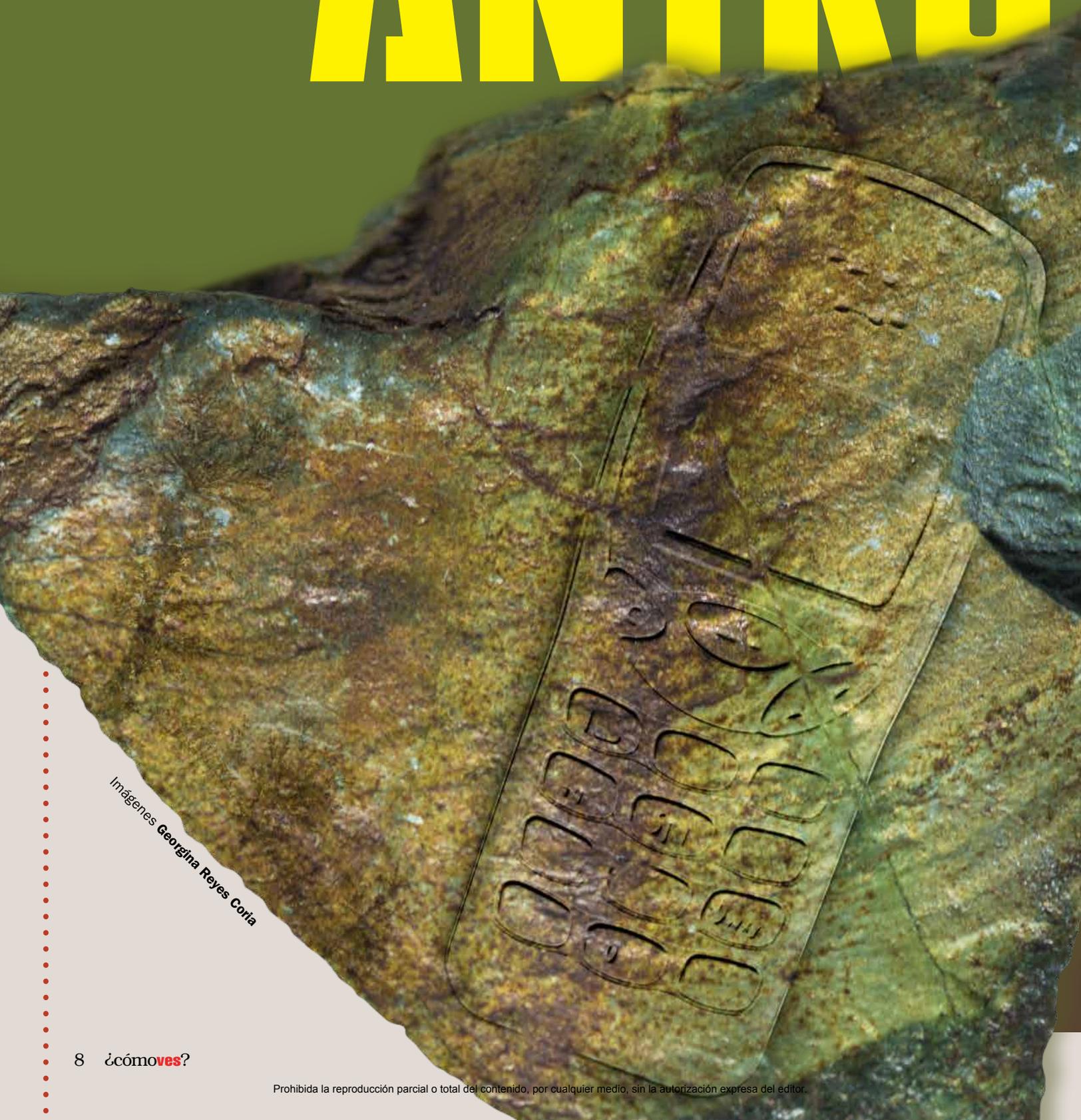
Y es que, si bien el desarrollo moderno ha provocado el daño ambiental que padecemos, también es cierto que los métodos actuales de producción son inmensamente más eficientes que los tradicionales (¡por eso han sido tan exitosos!). Renunciar a los avances de la ciencia y la tecnología modernas para regresar a métodos tradicionales no es una opción, pues provocaría una crisis económica que causaría hambre, pobreza, enfermedad y muerte para millones de seres humanos.

En vez de eso, habría que exigir a nuestros gobiernos que cumplan los compromisos internacionales para la protección del ambiente, y que retomem el concepto original del desarrollo sostenible: una forma de vida que incluya la cultura ambiental y que, sin sacrificar el progreso y el crecimiento, tenga siempre presente que debemos cuidar de los recursos naturales y el equilibrio planetario.

De otro modo, nuestra especie tiene pocas posibilidades de sobrevivir con bienestar en los próximos siglos.



ANTRO



Imágenes Georgina Reyes Coria

POCENO

Por Miguel Rubio Godoy

El impacto de las actividades humanas ha cambiado drásticamente el planeta. Pero, ¿es suficiente para considerar que hemos iniciado una nueva época geológica?

A Toño Lazcano, amigo, maestro, ejemplo.

En el siglo XVII el arzobispo irlandés James Ussher calculó con base en el *Génesis* (el primer libro de la Biblia) que el mundo había sido creado el 23 de octubre del año 4004 antes de la era cristiana. No fue hasta el siglo XIX, con el nacimiento de la geología, cuando se empezó a acumular evidencia de que el planeta es mucho más antiguo.

Analizando los estratos de roca de la corteza terrestre, paulatinamente se fue descubriendo que nuestro mundo no sólo es antiguo, sino cambiante: en los 4 600 millones de años de historia de la Tierra no ha habido un mundo único, sino varios, que han aparecido y desaparecido dejando su huella en los estratos geológicos. Valles, montañas y desiertos han sido creados por la dinámica del planeta y luego se han convertido en polvo que las aguas arrastran por el paisaje hasta el mar, polvo que con el paso del tiempo se sedimenta, se comprime y se convierte en rocas, que es precisamente lo que estudian los geólogos y que dan un método bastante más preciso que el

Génesis para determinar la antigüedad del planeta.

Huellas geológicas

Cada mundo en esta sucesión se ha caracterizado por sus condiciones atmosféricas y climáticas particulares, así como por los organismos que lo habitaron. La temperatura media, la composición química del aire, los animales más comunes y abundantes: todos estos elementos dejan su marca en el polvo de su época y son reconocibles cuando el polvo se convierte en roca.

En la inmensidad casi incomprensible de tiempo que lleva de existir el planeta —4 600 millones de años—, los geólogos han detectado distintas fases, que han acomodado como una sucesión de muñecas rusas, cada una de cientos de millones de años de duración. Estas grandes etapas se llaman eones y se subdividen en eras (Paleozoica, Mesozoica, Cenozoica...), que a su vez contienen periodos (por ejemplo, Triásico,





Jurásico, Cretácico). Aún más breves son las épocas, como el Holoceno, que comprende los últimos 12 000 años, a partir de la última glaciación.

Estas clasificaciones no son caprichosas: el paso de una etapa geológica a otra deja una huella identificable en los estratos rocosos del planeta, por ejemplo la huella de iridio de la frontera entre el Cretácico y el Paleogeno (transición causada por el impacto de un meteorito en Chicxulub en lo que hoy es Yucatán y que se llevó de corbata a los dinosaurios y a 75 % de las especies del planeta hace 65 millones de años). Otra transición de una etapa geológica a otra que ha quedado grabada en los estratos se dio cuando los primeros organismos fotosintéticos empezaron a producir oxígeno, hace unos 2 500 millones de años. Este gas se acumuló en la atmósfera paulatinamente y empezó a oxidar grandes concentraciones de hierro, las cuales dejaron un estrato rojizo claramente visible en la corteza terrestre. Este acontecimiento alteró el curso de la vida en nuestro planeta permitiendo la aparición de organismos que respiraban oxígeno.

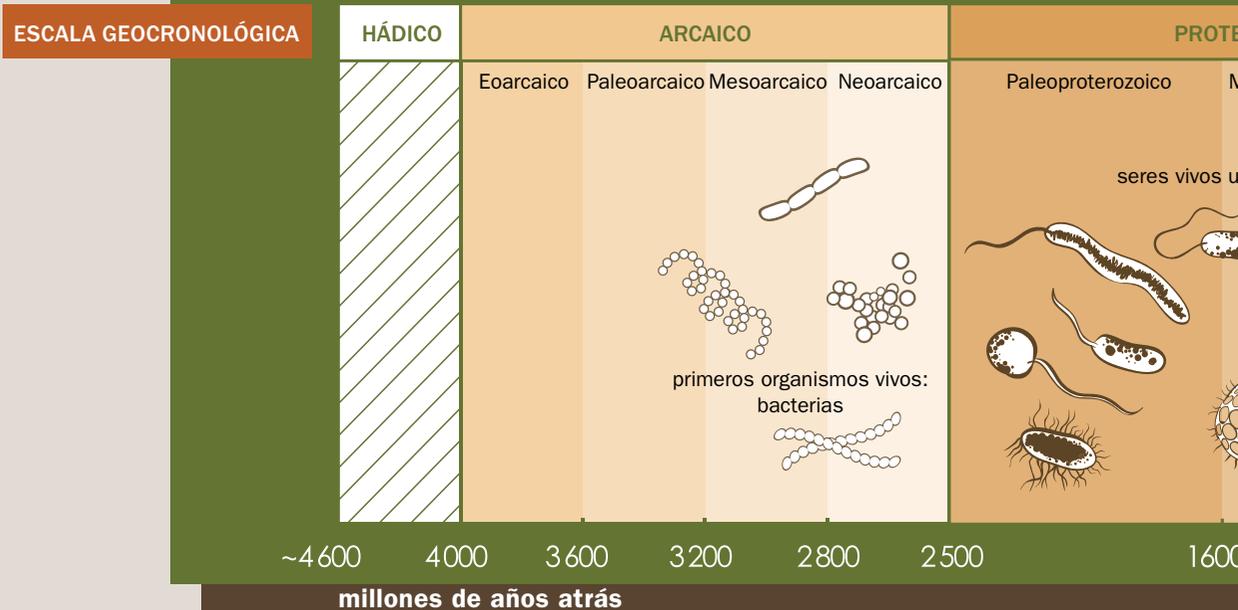
Nueva época

El término *Antropoceno* surgió en el año 2000, en una reunión científica celebrada en México en la que se presentaban datos sobre el impacto de las actividades

humanas en los océanos, los suelos y la atmósfera. En el público estaba Paul Crutzen, ganador junto con Mario Molina y Sherwood Rowland del Premio Nobel de química en 1995 por explicar cómo se forma el agujero en la capa de ozono de la atmósfera. A medida que los expositores presentaban sus datos haciendo alusión al Holoceno, la época geológica en que oficialmente nos encontramos, Crutzen se agitaba cada vez más, hasta que estalló, exclamando que ya no estábamos en el Holoceno, sino en el Antropoceno (antropos, “hombre”: la era del hombre, o de la humanidad).

El exabrupto de Crutzen popularizó una palabra sexy que rápidamente empezó a circular entre académicos, pero pronto trascendió al imaginario popular. Basta con buscar el término en Google y ver cómo ha permeado muchos ámbitos. Lo usan muchas personas —artistas, biólogos, periodistas, escritores—, pero un grupo esencial no estaba del todo convencido: los geólogos.

Acostumbrados a estudiar rocas de cientos de millones de años y a ver indicios de cada etapa geológica tatuados en la piedra, a los geólogos les parecía absurdo que, siendo el ser humano una especie que lleva un tiempo insignificante en el planeta, se le considerara una fuerza geológica. Para convencerlos de que el Antropoceno es una época geológica con todas las de la ley hay que demostrar que la huella de la humanidad efectivamente



se puede encontrar en las capas más recientes de la corteza terrestre. La Comisión Internacional de Estratigrafía, que formalmente evalúa y acepta la definición de las eras geológicas, encargó al geólogo británico Jan Zalasiewicz recopilar y presentar la evidencia para determinar si existe o no el Antropoceno.

Zalasiewicz reunió a un grupo de colegas de distintas disciplinas (geólogos, estudiosos de los ciclos terrestres como el del agua o el carbono, un arqueólogo, un historiador) y empezó a recabar y analizar la evidencia disponible para determinar si efectivamente había concluido el Holoceno, una época notablemente estable de 12 milenios de duración. El equipo empezó por revisar la concentración de CO₂ en la atmósfera, que había permanecido prácticamente sin cambios durante miles de años (durante todo el Holoceno varió entre 260 y 280 partes por millón, ppm), pero que hoy rebasa las 400 ppm. Luego analizaron los residuos de isótopos radiactivos que no ocurren de manera natural, los cuales empezaron a acumularse en la atmósfera y a sedimentarse a partir de 1945, tras las primeras explosiones nucleares. Ahí también había evidencia clara del impacto humano sobre el planeta. Después estudiaron los suelos y encontraron que hay niveles de fósforo y nitratos no observados en los últimos 100 000 años. Estas concentraciones se deben al uso extendido de fertilizantes y han dejado una inconfundible

huella química en sedimentos de lagos y en los hielos de Groenlandia. Estos cambios se hacen patentes a partir de la llamada Gran Aceleración, posterior a la Segunda Guerra Mundial, cuando se dispararon la población humana y la industrialización y aumentó la producción mundial de plástico, aluminio y concreto, materiales artificiales casi indestructibles que hoy se encuentran por doquier y cuyos restos forman los llamados “tecnofósiles”, los marcadores geológicos de nuestra era.

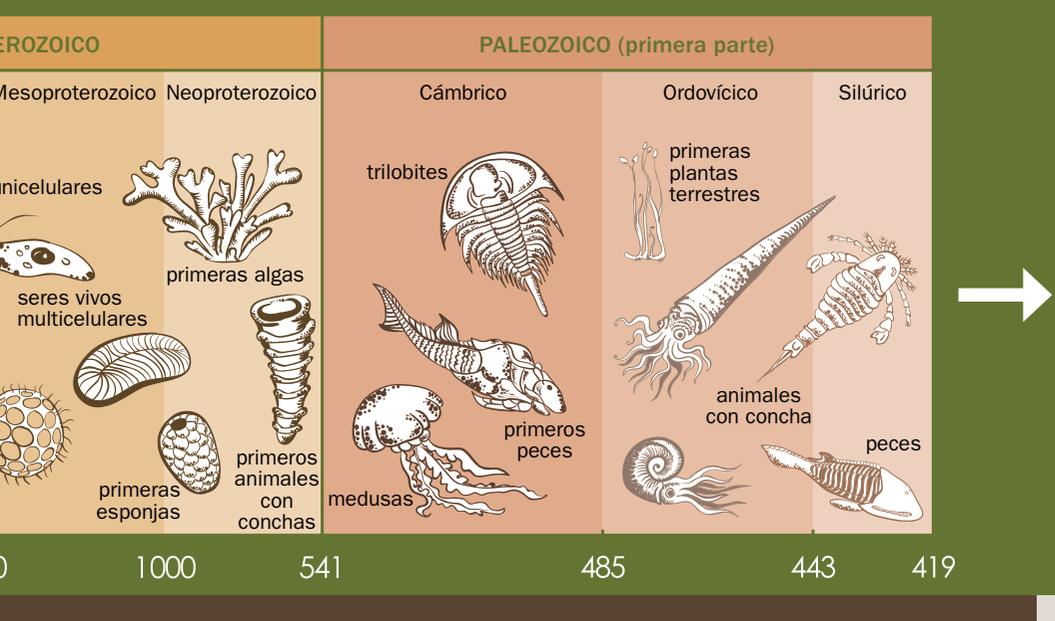
Ha pasado muy poco tiempo desde la mitad del siglo XX como para que se hayan creado fósiles biológicos, pero quizá los vestigios más característicos de nuestra era sean los de los pollos de engorda, o *broiler*, variedad de gallina criada y seleccionada para producir carne, que hoy día es el animal más abundante en nuestro mundo, con un estimado de 23 000 millones de estas aves: tres pollos por cada uno de los 7 700 millones de seres humanos que existen hoy. Además de los pollos y otros animales que criamos para comer, como vacas, cerdos y ovejas, los seres humanos también hemos crecido poblacionalmente de manera desmesurada en las últimas décadas: a partir de la Gran Aceleración, se ha triplicado la población mundial, pasando de 2 500 millones de habitantes en 1950 a los 7 700 millones que somos ahora. Y la tendencia es que siga aumentando la población, con estimados de 8 500 millones para 2030 y casi

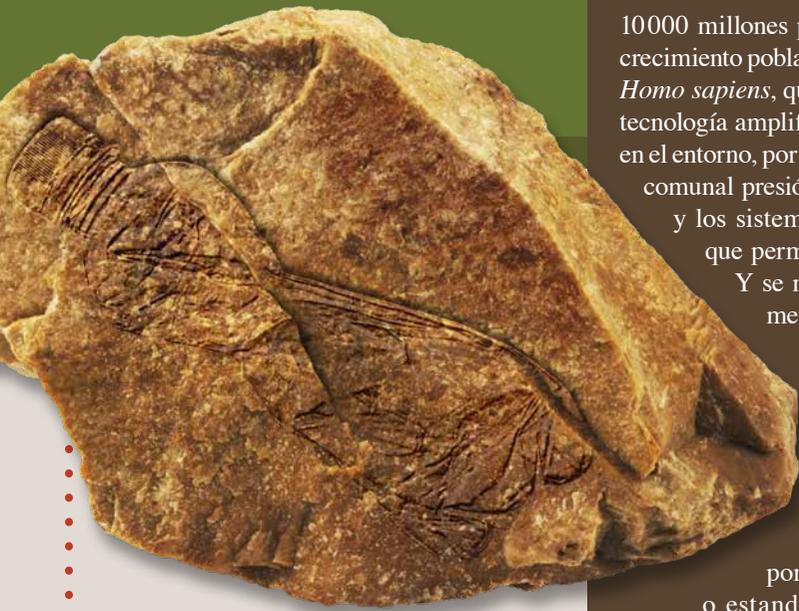
AÚN NO ES OFICIAL

Antes de reconocer formalmente una nueva época geológica que afectaría el trabajo de geólogos, geofísicos y paleontólogos de todo el mundo, los geólogos de la Comisión Internacional de Estratigrafía (CIE) necesitan pruebas muy sólidas. En particular, necesitan convencerse de que las actividades humanas han dejado impreso en los sedimentos y hielos de hoy un rastro claro distinto de los sedimentos y hielos del Holoceno. La labor de Zalasiewicz y su equipo ya ha aportado suficientes pruebas para que se abra un Grupo de Trabajo sobre el Antropoceno (GTA) en la CIE.

Pero los partidarios del Antropoceno no se han puesto de acuerdo acerca de cuándo habría empezado esta nueva época. Unos ponen el cambio hace unos 12 000 años, cuando se inventó la agricultura. Otros lo ubican en el siglo XVI, cuando a raíz de los viajes de Colón empezó el intercambio de especies entre Europa y América. Otros más proponen que el principio del Antropoceno sea 1945, el año de la primera explosión nuclear de la historia y por lo tanto de la primera deposición de isótopos radiactivos no naturales. El GTA votó en mayo por proponer como inicio del Antropoceno alguna fecha de mediados del siglo XX, pero parece que no tomará una decisión definitiva antes de 2021. Por el momento, el proceso de certificación de la nueva época continúa.

—S.R.





10000 millones para 2050. Este notable crecimiento poblacional de una especie, el *Homo sapiens*, que además a través de la tecnología amplifica su acción e impacto en el entorno, por supuesto ejerce una descomunal presión sobre nuestro planeta y los sistemas biológicos y físicos que permiten que exista la vida. Y se nota: lo estamos experimentando.

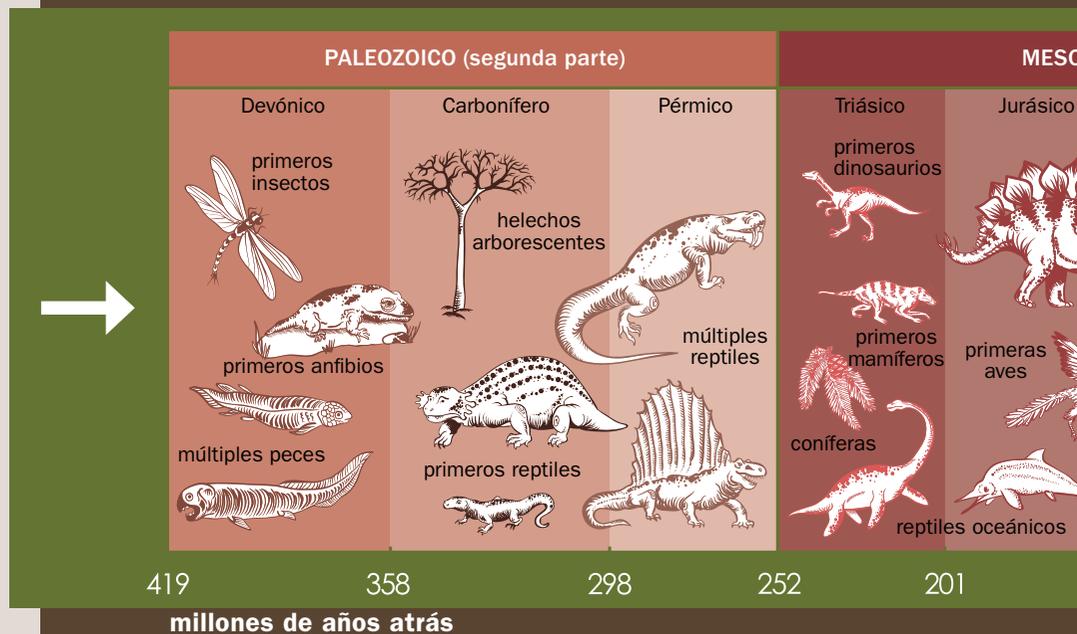
Vivir en el Antropoceno

Fuera del ámbito geológico, el término Antropoceno ha sido ampliamente adoptado por servir como paraguas o estandarte de un montón de calamidades desencadenadas por la acción del ser humano (antropogénicas) y muchas veces interconectadas: cambio climático, deforestación, desertificación, pérdida de diversidad biológica, contaminación, introducción de especies invasoras. Siendo habitantes del Antropoceno, es urgente que como individuos, sociedad y especie biológica en un mundo con límites biofísicos definidos, cobremos cabal conciencia de la situación de emergencia planetaria en la que nos encontramos, pues no queda mucho tiempo para revertir una situación crítica. Y no se trata de avisos catastrofistas, sino del consenso de los grupos científicos más serios en el tema, como el Programa

de Naciones Unidas para el Ambiente, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y la Plataforma Intergubernamental de Ciencia-Política y Servicios Ecosistémicos (IPBES).

En mayo de este año el informe de IPBES acerca del impacto del ser humano sobre la riqueza biológica y los ecosistemas no deja lugar a dudas. Estamos afectando profundamente los cimientos que permiten la vida, la nuestra y la de los demás organismos con los que compartimos el planeta: se ha modificado la capacidad de la naturaleza de brindar servicios ambientales fundamentales, como clima previsible, agua dulce y aire limpio. Está comprometida la existencia de los animales que polinizan cerca de la mitad de las plantas con las que nos alimentamos. Corren peligro los bosques y selvas que nos proporcionan energía y materias primas para fabricar, medicamentos e infinidad de sustancias útiles y que son riqueza biológica que permite la subsistencia y evolución biológica en un mundo siempre cambiante, y por supuesto, un alivio y fuente de gozo, inspiración e identidad para las poblaciones humanas.

Escribo estas líneas en agosto de 2019, a pocos días de que se publicara el más reciente informe del IPCC. En este informe también se presentan datos incontrovertibles del impacto antropogénico sobre nuestro mundo, y se señala con claridad meridiana que tenemos que



decidir *hoy* qué mundo les legaremos a nuestros descendientes, considerando que ya hemos tenido diversos y dramáticos adelantos de que este no será un lugar agradable si seguimos actuando como si no pasara nada. Ya no serán excepción, sino la norma, las sequías y las olas de calor mortíferas, las lluvias torrenciales que provocan inundaciones, desbordamiento de ríos y deslaves, las epidemias, los inmensos incendios forestales que cada vez cuesta más trabajo controlar y contener.

Sobrevivir en el Antropoceno

No todos los geólogos están convencidos de que, efectivamente, estemos en una nueva época geológica. Lo que sí es indiscutible es que, independientemente de que los geólogos se pongan de acuerdo o no sobre el nombre de nuestra era, el impacto de las actividades humanas ha cambiado drásticamente el funcionamiento del planeta (véase *¿Cómo ves?*, Núm. 236).

Si las actividades humanas han modificado los ciclos biofísicos del planeta, es a causa de otros ciclos que tenemos que romper o cuando menos modificar radicalmente: entre otros, el insostenible ciclo económico de esperar un crecimiento infinito basado en un mundo con recursos finitos y el fomento de un consumismo desbordado de productos que rápidamente se hacen obsoletos; el ciclo de destrucción de bosques para cultivar o pastorear animales; el ciclo absurdo de construir ciudades repletas de

casas y edificios sin ventilación que en un mundo cada vez más caliente requieren aire acondicionado, que a su vez contribuye a ese calentamiento y es uno de los principales consumidores de energía del planeta.

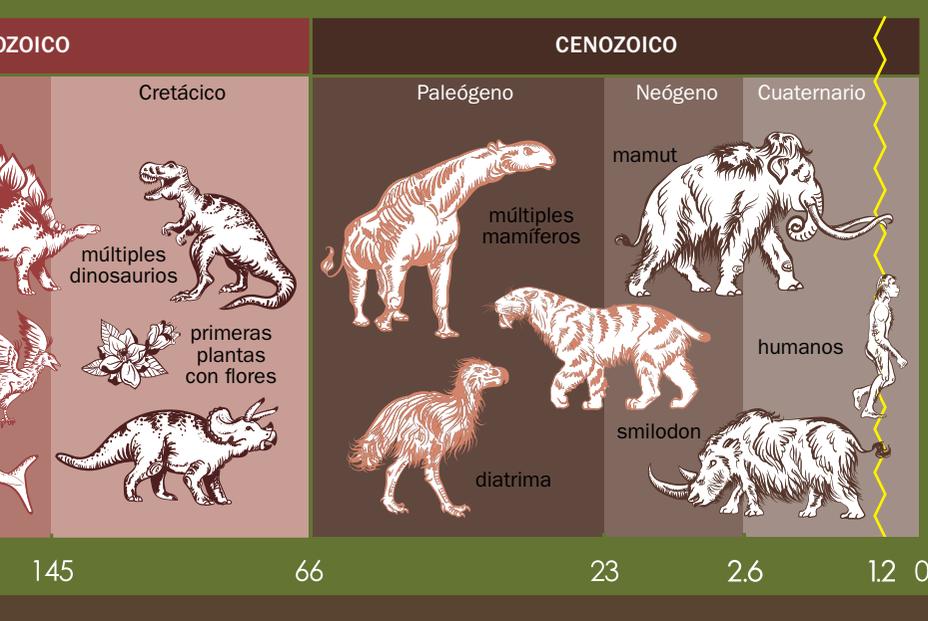
Pero ante el cúmulo de cambios que experimentamos en nuestra época, la amplia evidencia científica y la demostración cada vez más frecuente de nuestro impacto negativo sobre el planeta, seguimos actuando como si no pasara nada. Para enfrentar los retos del Antropoceno es necesario tener lucidez, observar fríamente la evidencia y decir las cosas sin tapujos, como lo ha hecho la joven sueca Greta Thunberg, quien hace un año comenzó a cuestionarse para qué ir a la escuela si los adultos estamos empeñados en enseñarles cosas inútiles a las nuevas generaciones y en destruir el planeta que les heredaremos (véase *¿Cómo ves?* Núm. 149). Greta se atrevió a decir que el emperador iba desnudo: inició un movimiento estudiantil de protesta contra el cambio climático que ya es global, propició manifestaciones multitudinarias y cambios de política pública en algunas naciones y está invitada a las reuniones de alto nivel de la Organización de las Naciones Unidas a celebrarse próximamente. ¿Cuántas Gretas hacen falta para que asumamos la realidad del Antropoceno? 🐼



MÁS INFORMACIÓN



- “Antropoceno: la problemática vital de un debate científico”, *Correo de la UNESCO. Un solo mundo, voces múltiples*: www.es.unesco.org
- Trischler, Helmuth, “El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos?”: www.scielo.org.mx
- Vargas, Edgar, “Bienvenidos al Antropoceno”, *Cienciorama*: www.cienciorama.unam.mx



Miguel Rubio Godoy es licenciado en investigación biomédica básica por la UNAM y doctor en biología por la Universidad de Bristol, Inglaterra. Es investigador del Instituto de Ecología, A.C. y colaborador habitual de esta revista.

Pedro Camarena Berruecos



Por Anayansin Inzunza

La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA) de Ciudad Universitaria, en la UNAM, decretada reserva natural en 1983, consta de 237.3 hectáreas. La vegetación característica es un matorral xerófilo y el tipo de suelo es roca volcánica originada en la erupción del volcán Xitle hace 1670 años. El arquitecto paisajista Pedro Camarena Berruecos trabaja allí desde hace 13 años.

Señala que para ser arquitecto paisajista y diseñar, lo primero que hay que saber es dónde está uno parado. En la REPSA el ecosistema tiene poca agua, poco suelo y mucho Sol. El derrame de lava que cubrió 80 kilómetros cuadrados es como una gran esponja que absorbe el agua rápidamente. Es un matorral que con el paso del tiempo ha desarrollado una flora y fauna muy particulares. Tiene joyas botánicas como orquídeas que nacen de las rocas, ranitas que en lugar de croar emiten ruidos parecidos a aves sólo en las noches de la época de lluvias.

Pedro destaca que es raro que dentro de una megalópolis como Ciudad de México haya un ecosistema tan impresionante y que además esté dentro de un campus universitario ocupando una tercera parte de su territorio. En la REPSA hay más de 330 especies de flora y 140 especies de aves, estas últimas son alrededor de la mitad de

las que habitan en la Cuenca de México. La reserva ayuda a captar agua de lluvia en los mantos acuíferos y partículas suspendidas y dióxido de carbono de la atmósfera, proporcionando con ello todo un servicio ambiental.

La arquitectura de paisaje es el diseño de espacios exteriores como parques, bosques urbanos, áreas naturales protegidas, patios y jardines y requiere de la combinación de varias áreas. Es una carrera multi y transdisciplinaria que incluye diseño urbano, regional y arquitectónico. Las áreas verdes en una ciudad son importantes para la salud física y mental de sus habitantes, ya que además de ser lugares de esparcimiento también ayudan a reflexionar, y brindan momentos de tranquilidad y contacto con la naturaleza. “La nueva forma de cuidar nuestras áreas verdes es adaptarnos a las condiciones naturales del paisaje; Xochimilco es un ejemplo”, explica Camarena.

Pedro Camarena es expresidente de la Sociedad de Arquitectos Paisajistas de México, cofundador de LAAP, despacho que realiza obras de paisaje y urbanismo y ex funcionario de la Secretaría del Medio Ambiente del gobierno de Ciudad de México. Es profesor en la Facultad de Arquitectura de la UNAM. “Ser docente es una forma de agradecerle a la UNAM algo de lo mucho que me dio; además, es gratificante pues sigo aprendiendo de los alumnos sus visiones frescas de las cosas”, señala

También fue primer lugar en la 3ª Bienal Latinoamericana de Arquitectura de Paisaje 2018, en la categoría de ecología y conservación urbano-regional, por su trabajo sobre el diseño de jardines sustentables (xerojardines) y el rescate del paisaje de los pedregales en el campus de Ciudad Universitaria.

Retrato Arturo Orta / Fondo Shutterstock

PERSONALMENTE

Libro favorito. Diseñar con la naturaleza, de Ian McHarg y La primavera silenciosa de Rachel Carson

Actividad artística. Dibujo, escultura y música

Deportes. Bicicleta y caminata

Pasatiempos. Volar drones y tomar fotografías

Cerebro y placer sexual

¿Se han puesto a pensar en qué ocurre en el cerebro durante el sexo?, qué pasa en esa masa de materia gris de aproximadamente 1360 gramos, que nos permite interpretar y responder a lo que experimentamos y moldea nuestro comportamiento.

El circuito del placer está formado por un pequeño grupo de regiones cerebrales en las que se producen los niveles más altos de dopamina. Cuando este circuito se activa, el cerebro recibe estímulos que proporcionan la sensación de placer. Según el neuropsicólogo Jason Krellman, el sistema límbico, una región primitiva del cerebro, es responsable de los impulsos físicos y del procesamiento emocional que se activa durante las relaciones sexuales.

No existen diferencias entre un cerebro femenino o uno masculino; pero las neuronas sí trabajan según el género. Ambos sexos producen endorfinas y adrenalina en la relación sexual, y las mujeres liberan una hormona llamada oxitocina que contribuye a hacer más fuerte el vínculo no sólo con la pareja sino con los hijos porque esta hormona se libera también durante el parto y la lactancia. El sexo comienza en el cerebro y en las zonas destinadas a la actividad sexual, la ínsula y el núcleo estriado.

Espero quieran saber más sobre el principal órgano del sistema nervioso central; los invito a investigar si el cerebro tiene arrugas, cómo ha sido su evolución y qué enfermedades padece. Les aseguro que será muy útil, interesante y placentero conocer el funcionamiento de nuestro cerebro.

Priscila Gil Campos

Estudiante de la Maestría en Comunicación
FCPyS, UNAM y Fundación Ealy-Ortiz



este espacio
ES TUYO

Aquí puedes publicar tus comentarios,
reflexiones y experiencias en torno a la ciencia.

Envíanos un texto breve y tus datos a comoves@dgdc.unam.mx

Relatos de un buen maestro

Por Antonio Ortiz

Rayitas intercambiables

La distancia más grande del Universo que se conoce es la del diámetro del Universo visible, 93 000 millones de años luz (alrededor de 879.8×10^{24} metros). Así lo escribió Mariano en el pizarrón de la Secundaria Gilberto Bosques, el famoso cónsul general de México en Francia durante la Segunda Guerra Mundial que ayudó a salir de Francia a unas 40 000 personas perseguidas por el fascismo. Para Mariano era su primer día de clases como maestro de matemáticas y aunque el programa oficial de la Secretaría de Educación Pública para esa materia remarcaba que el método pedagógico debía ser claro, Mariano decidió emplear la enseñanza en espiral, que le parecía más acorde con las leyes del Universo.

Mariano entonces apuntó en el pizarrón que 1 año luz es la distancia que recorre la luz en un año viajando a 300 000 km por segundo y dijo: "Fíjense bien en esta operación que voy a escribir en el pizarrón: $5+5+5+5=555$ y díganme en dónde tendrían que poner una rayita para que se cumpliera lo que está escrito".

Los alumnos escribieron la operación, le agregaron una rayita y levantaron sus hojas diciendo que ya habían terminado. Al recoger las hojas, Mariano vio que todos los alumnos habían respondido bien, aunque había 2 maneras correctas de poner la rayita.

¿En dónde podrían haber puesto la rayita para que fuera cierta la operación?

Ilustraciones Carlos Durand



Oso polinizado

Después del éxito alcanzado en la primera clase, Mariano comenzó la segunda explicando a sus alumnos que al igual que es difícil imaginar distancias tan grandes como el diámetro del Universo visible, también lo es imaginarlas tan pequeñas como el tamaño de un átomo o de una partícula subatómica. "Para comenzar, vamos a fijarnos primero en los milímetros de sus reglas y a tratar de imaginar cómo será la décima parte de un milímetro (0.1 mm), pues es más o menos el grosor de una hoja de su cuaderno, mientras que el grosor de un cabello puede ser de hasta una cuarta parte del de una hoja (0.025 mm), o sea que el grosor de 4 cabellos sería apenas el de una hoja. Nuestro ojo normalmente no puede ver algo más pequeño que la mitad del grosor de 1 cabello, aunque por medio del microscopio sabemos que las bacterias miden de 2 a 3 milésimas de un milímetro".

Después Mariano les dijo que el diámetro de un grano de polen de maíz tenía unas 250 milésimas de milímetro, o sea casi el grosor de una hoja de papel. Luego pidió a sus alumnos imaginar que un granito de polen de maíz era arrastrado por el viento varios kilómetros hasta posarse después de 30 minutos en la cabeza de un oso profundamente dormido, ser arrastrado por el viento hacia el sur 10 km, luego hacia el este 20 km y luego hacia el norte 10 km, cayendo nuevamente sobre la cabeza del oso dormido.

Todos los alumnos seguían con atención el relato

del profesor y en cuanto él les preguntó cuál era el color del oso, todos supieron la respuesta correcta.

¿De qué color era el oso sobre el que cayó el grano de polen de maíz?

Flores gratis

Como prueba de que su método estaba resultando, Mariano contó a sus alumnos que en el puesto de flores de la esquina una señora se gastó 70 pesos en un ramo de rosas, 2 girasoles y 10 azucenas; luego un señor compró 1 rosa menos de las que compró la señora y 1 girasol y 3 azucenas, gastándose 51 pesos. Después la directora de la escuela compró un ramo igual al de la señora, pero con 1 rosa más, que le costó 75 pesos en total. Mariano, por su parte, decidió llevarse la mitad de las rosas que compró el señor, el doble de girasoles que compró la directora y la mitad de las azucenas que había comprado la señora, pero el dueño del puesto de flores no le quiso cobrar porque sus sobrinas le habían dicho que era muy buen maestro.

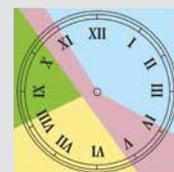
¿Cuánto hubieran costado las flores que escogió Mariano?



SOLUCIONES AL NÚMERO ANTERIOR

División explosiva.

La división que hizo Berenice fue la siguiente, aun y cuando algunos números romanos quedaban divididos:



Exactitud. Después de 144 horas marcará nuevamente las 3 y será de día.

Tarde de suerte. Berenice llegó 4 horas tarde a su cita.