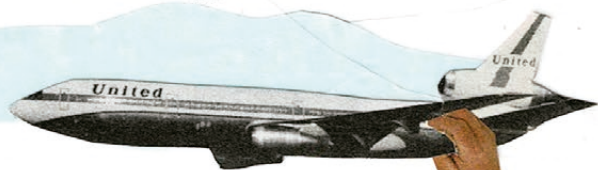


# Nuevos Diálogos

Humanidades / Ciencia / Interdisciplina

Núm. 01

enero-marzo 2023



## Antrópoceno

La huella del hombre en el planeta

Artículos • Reportajes • Comentarios • Reseñas • Recursos

DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA-DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LAS HUMANIDADES



<http://humanidadescomunidad.unam.mx>

¿CIENCIA?

¿HUMANIDADES?

**C+H**  
**INTERDISCIPLINA**

encuentro, suma, colaboración

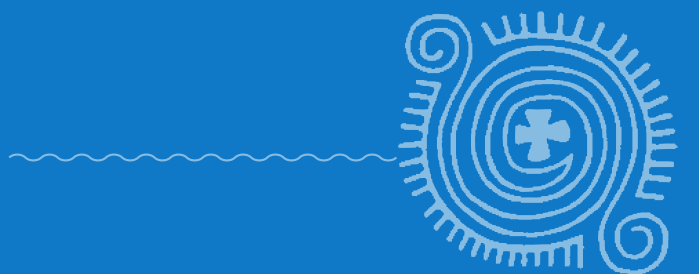


DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LAS HUMANIDADES



DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

<http://dgdcc.unam.mx>





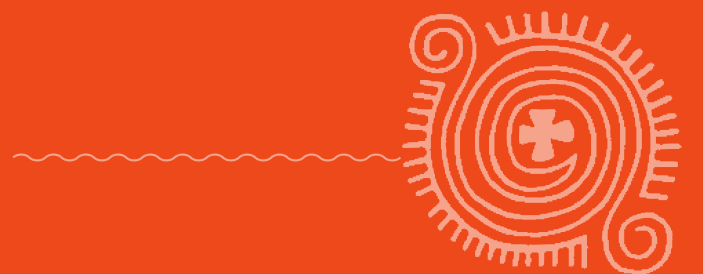
# Ciencias de la Tierra en la UNAM



**INSTITUTO DE GEOFÍSICA**

**visítanos en la Web**

<https://www.geofisica.unam.mx>





# Investigación crítica en economía



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS**



**visítanos en la Web**

<http://www.iiec.unam.mx/>

# aquí empezamos

El objetivo de **Nuevos Diálogos** es ofrecer a los públicos más diversos el trabajo que realizan las y los investigadores universitarios en las áreas científicas y humanísticas. Consideramos que existen amplios sectores del estudiantado, la misma academia y franjas de la sociedad interesados en los nuevos desarrollos del conocimiento y las corrientes del pensamiento contemporáneo.

Nos proponemos servir a esas audiencias, interesadas en la cultura, a través de un proyecto multimedia que facilite la comprensión de temas complejos y sirva como vehículo del saber producido en los laboratorios, cubículos y centros de investigación. Un diálogo que inicia en los recintos universitarios y aspira a encontrar receptores, interlocutores, más allá de los claustros académicos.

Para lograr este propósito, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación jugarán un papel central. Queremos promover diálogos de ida y vuelta, provocar respuestas, generar intercambios con las nuevas audiencias acostumbradas a entablar debates y conversaciones en las aulas, las escuelas, las plazas públicas o las redes digitales.

Aquí empezamos... Un proyecto de la UNAM para la comunidad estudiantil y académica, para las y los investigadores, para la sociedad que demanda saber, fundar, fundamentar nuevos diálogos.

CÉSAR A. DOMÍNGUEZ PÉREZ-TEJADA  
DIRECTOR GENERAL DE LA DGDC

ÁNGEL FIGUEROA PEREA  
DIRECTOR GENERAL DE LA DGDH

## Nuevos Diálogos





ENRIQUE GRAUE WIECHERS  
**Rector**

LEONARDO LOMELÍ VANEGAS  
**Secretario General**

WILLIAM LEE ALARDÍN  
**Coordinador de la Investigación Científica**

GUADALUPE VALENCIA GARCÍA  
**Coordinadora de Humanidades**

CÉSAR A. DOMÍNGUEZ PÉREZ-TEJADA  
**Director General de Divulgación de la Ciencia**

ÁNGEL FIGUEROA PEREA  
**Director General de Divulgación de las Humanidades**

**Proyecto Nuevos Diálogos**  
Plataforma de distribución de contenidos interdisciplinarios

**NÚMERO 01, ENERO-MARZO DE 2023**

COMITÉ EDITORIAL

César A. Domínguez Pérez-Tejada  
Ángel Figueroa Perea  
Andrés Fernández Medina  
Miguel Ángel Espinosa Mondragón  
Claudia Patricia Juárez Álvarez  
Ana Cristina Olvera Peláez  
Antonio Sierra García

MIGUEL ÁNGEL ESPINOSA MONDRAGÓN  
**Coordinador de Proyecto**

COSME ORNELAS MENDOZA  
**Coordinador Editorial**

ALEJANDRO CORREA SANDOVAL  
**Jefe de Redacción**

**Redacción**  
Andrea Lendaly Santiago  
Mauricio Mejía Castillo  
Óscar Reyes López

**Vinculación con autores**  
Fabiola Vilella Cortés

PABLO LABASTIDA CASTRO  
**Coordinador de Diseño | Versión para impresión**

**Diseño y formación de versión para imprimir**  
María del Carmen Sánchez Herrera

**Ilustración**  
Julieta Mercado Becerril

**Fotografías**  
Dreamstime, Pixabay y PxHere

SERGIO ANTONIO PÉREZ ARENAS  
**Coordinación de desarrollo técnico y producción digital**

**Desarrollo técnico de plataforma web**  
Rudy Joel Berna Tipo

**Lectura de audios**  
Renata Vox AI V 2.0  
André Vox AI V 1.0

# Editorial

**PROVOCAR NUEVOS  
DIÁLOGOS, GENERAR  
NUEVOS VÍNCULOS**

El tema elegido para abrir **Nuevos Diálogos** refleja, con meridiana claridad, el perfil de un proyecto de divulgación que aspira a entretrejer las perspectivas, enfoques y conocimientos desarrollados en las áreas científicas y humanísticas de nuestra Universidad.

Abordar el debate sobre el Antropoceno, hipótesis de un nuevo tiempo geológico definido por la huella humana en el planeta, reclama la convergencia de distintas miradas y saberes: por un lado, la evidencia que aportan las investigaciones geocientíficas en torno al impacto de las sociedades humanas en la naturaleza; por el otro, la reflexión de científicos sociales a partir del profundo deterioro ambiental, sus efectos en la vida de las personas y las posibles alternativas para frenar, contener y revertir las dolencias de un planeta enfermo.

Miradas distintas que, al final, resultan complementarias. Perspectivas que, en su diversidad y amplitud, vinculan el trabajo de la investigación universitaria con las necesidades y preocupaciones de la sociedad. Enfoques múltiples atravesados por la necesidad y la contingencia, por la imaginación y el espíritu crítico, que aspiran

a quebrar el viejo mito que establece distancias infranqueables entre las mal llamadas "ciencias duras" y las humanidades.

**Nuevos Diálogos** se propone como vehículo transmisor del esfuerzo interdisciplinario de investigadoras e investigadores de la UNAM y otras universidades y centros de investigación que comparten la

vocación de difundir el conocimiento especializado más allá del claustro académico. Un proyecto transmedia al servicio de los creadores de pensamiento crítico y de nuevas audiencias interesadas en saber, conocer y reflexionar para enriquecer la conversación pública y la acción de la ciudadanía democrática.





# Antropoceno

## DESTACADOS

Ana María Soler / Eufemia Basilio Morales  
Orígenes e impacto  
socioeconómico

08

18

María Luisa Santillán  
En busca de la huella humana  
en registros geológicos

## COMENTARIOS

28 Margarita Caballero  
Deterioro ambiental: lo que nos  
cuentan los lagos

30 Jessica M. Tolentino Martínez  
¿Y si hablamos de Capitaloceno  
y otros términos?

33 Guillermo Acosta /  
Hurt Heinrich Wogau Chong  
El impacto humano se cuenta  
en miles de años

38 Georgina Santa Cruz Gómez  
Las ilusiones del progreso

41 Elizabeth Solleiro Rebolledo  
Agricultura: del sustento al  
deterioro

44 Sergio Montero Olivares  
Medios, mensajes, redes,  
virtualidad... La nueva era

## CONTEXTOS

48 Blog de la Red Regional de  
Cambio Climático y Toma de  
Decisiones

48 Red de Cambio Climático  
del Banco Interamericano de  
Desarrollo

49 Programa de Investigación en  
Cambio Climático

50 Centro Interdisciplinario de  
Investigaciones y Estudios sobre  
Medio Ambiente y Desarrollo  
(CIEMAD)



50 *Gatopardo*, "La crisis ambiental"

51 Lourdes Arizpe: el impacto de  
la nueva geohistoria en los  
intercambios culturales

52 *Lo que haces cuenta*, de National  
Geographic

53 *Pronóstico*, del Instituto de  
Ciencias de la Atmósfera y  
Cambio Climático

54 Grupo Intergubernamental  
de Expertos sobre el Cambio  
Climático

55 Objetivos de Desarrollo Sostenible  
de la ONU

## PROYECTOS

56 Conexiones DGIRE UNAM

56 Seminario Economía y Complejidad (CEIICH)

**Nuevos Diálogos**, plataforma digital de contenidos, es un medio de divulgación producto de la colaboración interdisciplinaria entre la Dirección General de Divulgación de las Humanidades (DGDH) y la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Se distribuye en formato transmedia: web consultable en línea, PDF interactivo imprimible, audio y flipbook. **Dirección física de la DGDH:** Presidente Carranza 162, Col. Villa Coyoacán, alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04000, teléfonos: 5554-5579 y 5554-8513 ext. 128. **Dirección física de la DGDC:** Circuito Cultural de Ciudad Universitaria S/N, Coyoacán, Cd. Universitaria, 04510 Ciudad de México, teléfonos: 5556656884 y 5556227311. El contenido de los artículos y comentarios publicados en la plataforma es responsabilidad de sus autores y no refleja el punto de vista del Comité Editorial, del Editor o de la UNAM. Se autoriza la reproducción de los textos bajo la licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Las imágenes quedan sujetas a los derechos de sus autores, como productos individuales y como productos distribuidos por bancos de imágenes en línea. Correo de la Coordinación del proyecto: [dgdhunam.musa@gmail.com](mailto:dgdhunam.musa@gmail.com) | Nuevos Diálogos, Número 01, enero-marzo 2023 | <http://nuevosdialogos.unam.mx>



DESTACADOS



Ana María Soler\* / Eufemia Basilio Morales\*\*

# ANTROPOCENO ORÍGENES & IMPACTO SOCIOECONÓMICO

Dos vías para encontrar la salida al laberinto y, eventualmente, empezar a construir alternativas. Por un lado, el trabajo de geocientíficos para establecer con rigor las bases del Antropoceno. Por el otro, la reflexión crítica que alimente la conversación pública y la movilización social para revertir los males de un planeta enfermo.

\* Instituto de Geofísica, UNAM \*\* Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

“

En el siglo XX hubo diversos intentos por definir la edad del planeta. En 1892, Lord Kelvin calculó que el enfriamiento de la Tierra habría durado entre 20 y 40 millones de años

”

### Tiempo geológico

En todos los experimentos científicos el tiempo es una de las principales variables. Para las ciencias de la Tierra, el tiempo puede medirse a escalas pequeñas como 24 horas, que corresponde al lapso en que vuelve a salir o ponerse el Sol (una de las primeras observaciones del

ser humano), o la importancia del año para determinar los tiempos de siembra y de cosecha. En la actualidad, ya podemos medir en centésimas, o hasta milésimas de segundo, para establecer al ganador de una carrera de 100 metros planos, o picosegundos para el estudio de partículas elementales. El ser humano está acostumbrado a manejar años, días, horas, minutos y segundos, pero le es difícil imaginar cientos, miles o millones de años.

En el siglo XVIII, la geología ya planteaba que la historia de la Tierra era la consecución de numerosos eventos de formación y erosión, y que el tiempo que tomaban tales procesos era inmenso; pero no se contaba con métodos de datación para determinar su magnitud. Por ello se comenzó a utilizar la “datación relativa”, basada en que los estratos de la Tierra se depositan horizontalmente; es decir, que son más antiguos los que se encuentran debajo de los más superficiales; principio de la estratigrafía que continúa utilizándose.

El propósito de establecer con relativa precisión la edad del planeta llevó a explorar diferentes métodos. En el siglo XIX se hicieron varios intentos. Uno de los más famosos es

el de William Thomson, conocido como Lord Kelvin, quien calculó en 1892 el tiempo que le habría tomado a la Tierra enfriarse: entre 20 y 400 millones de años. No obstante, geólogos como Charles Lyell y biólogos como Charles Darwin diferían del resultado, pues de sus observaciones concluían que los tiempos de sedimentación tenían que ser mucho mayores.



**E**l Antropoceno es un concepto sometido a debate, ya que no se tiene una definición única entre los diferentes grupos de investigación, tanto en las ciencias duras como en las humanidades y las ciencias sociales, lo que ocasiona confusión.

La periodización del pasado de nuestro planeta, de acuerdo con la geología, se ha logrado siguiendo estrictas normas estratigráficas que, en ocasiones, llevan decenas de años para su aceptación. En esa perspectiva, uno de los problemas que planteaban los geólogos para aceptar una nueva Era geológica —el Antropoceno, caracterizada por el impacto humano sobre la Tierra— parecía relativamente simple: ya el Holoceno, época que se define por el fin de las glaciaciones, contempla la expansión de la especie humana.

En el año 2000, el químico holandés Paul J. Crutzen y el biólogo estadounidense Eugene F. Stoermer introducen el término, cuya argumentación publican poco después en una revista del Programa Internacional de la Geosfera y Biosfera (IGBP, por sus siglas en inglés). La palabra se populariza en 2002, con un artículo de Crutzen en la revista *Nature*, denotando que la afectación del medio ambiente por las sociedades humanas involucra energías similares a las de la propia naturaleza.

En 2009, los estratígrafos aceptan que debe analizarse esa afectación, aunque ya desde los siglos XVII y XVIII, con las expansiones europeas de ultramar, se reportaban cambios sustantivos en las áreas tropicales. Alteraciones que, sin embargo, no encuentran punto de comparación con lo ocurrido después de la Segunda Guerra Mundial.

Para estudiar la dimensión de tales transformaciones se integró el Grupo de Trabajo del Antropoceno (GTA), que tiene como uno de sus objetivos centrales lograr una definición única del concepto de Antropoceno y estudiar a fondo las pruebas presentadas por distintos sectores de la comunidad científica, con el fin de establecer un nuevo tiempo geológico.

Más de una década después, el debate y los análisis no han concluido. Sin embargo, el término ha encontrado buena acogida en las ciencias sociales, diversas disciplinas humanísticas y algunas expresiones artísticas preocupadas por el impacto “catastrófico” de la “huella humana” en la naturaleza y, desde luego, en las repercusiones sociales, culturales y productivas de la crisis ambiental que vive el planeta.

En 1896, el descubrimiento de la radiactividad amplió el horizonte. Dado que la radiactividad es la propiedad de ciertos elementos de la tabla periódica –como el radio– que, de forma espontánea, decaen de un núcleo inestable a otro estable, las investigaciones sobre la velocidad que tomaba el decaimiento permitieron establecer un marco de referencia temporal. Como las rocas contenían estos elementos, se podía determinar la cantidad de núcleos inestables y núcleos estables y, así, determinar el tiempo que llevaban decayendo; se podía, pues, establecer la edad de la roca. Uno de los primeros resultados de este procedimiento, realizado en 1907, fue la datación de rocas del periodo Cámbrico en 500 millones de años.

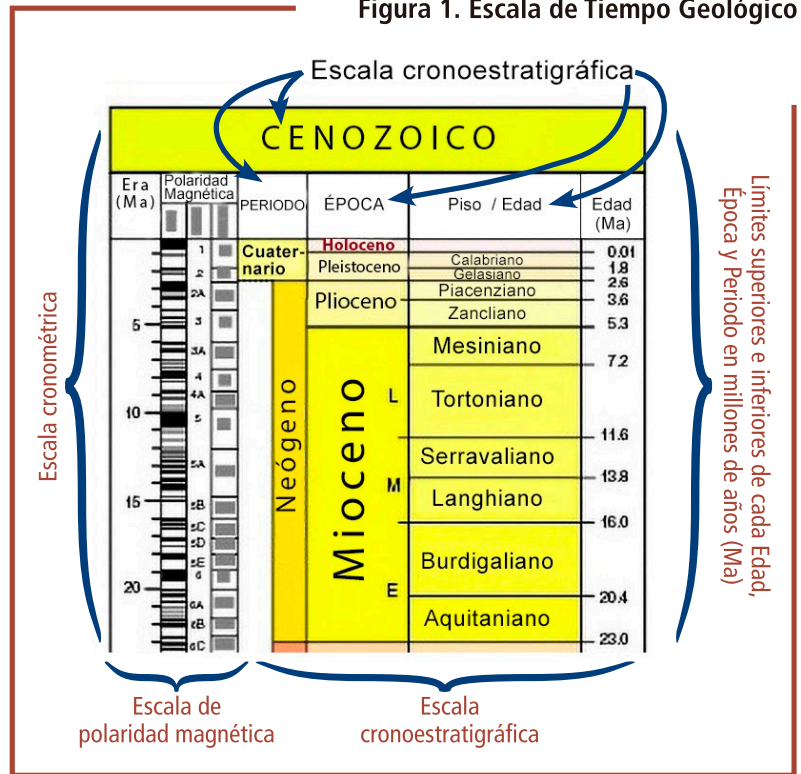
La teoría más aceptada sobre el origen del Universo es la de una gran explosión o Big Bang, que ocurrió hace aproximadamente 13,770 millones de años. Este lapso pudo determinarse gracias al estudio del movimiento de las galaxias producido por la explosión, lo que es una datación de tipo relativo; en cambio, para el origen de nuestro sistema solar se tomó la edad de la roca más antigua conocida hasta el momento: 4,600 millones de años, datación Sm/Nd del meteorito Allende, que cayó en México en febrero de 1969.

Nuestro planeta ha evolucionado desde su origen y esta serie de eventos ha quedado registrada en los estratos de las rocas. El primero en observarlo fue Nicholas Steno, en 1669, al publicar tres de los principios básicos de la estratigrafía: el primero, o de superposición, dice que un estrato sedimentario o rocoso se va agregando sobre otro y, por lo tanto, el de encima es más joven; el segundo describe que los estratos se depositan horizontalmente; el tercero se refiere a la continuidad lateral de los estratos. Así, de manera relativa, se establecía una cronología denominada cronoestratigrafía. En consecuencia, para establecer la estratigrafía de un sitio se debe incluir una descripción detallada de las rocas, su extensión, correlaciones y los posibles orígenes de la formación del estrato. A partir de la aparición de formas de vida, para estratos más recientes se incluye la descripción de los fósiles encontrados.

Cuando se identifican procesos que se presentan en todo el planeta, estos se registran en la Escala de Tiempo Geológico (ETG), de acuerdo con los



Figura 1. Escala de Tiempo Geológico



estándares de Comisión Estratigráfica Internacional (ICS). Estándares que son el resultado de diversos acuerdos con el objetivo de contar con una descripción universal de cada evento. En la actualidad, se complementa con una escala de tiempo lineal basada en edades radiométricas o isotópicas (incorporación de isótopos radiactivos a rocas, minerales o materia orgánica), cambios químicos o en las polaridades del campo geomagnético, denominada escala cronométrica. Por último, la combinación de las dos anteriores origina una escala de tiempo geológico calibrada. Un ejemplo de ello: la frontera entre el Pleistoceno y el Holoceno en el Cuaternario se caracteriza por el fin del *Younger Dryas*, o "evento de enfriamiento súbito del clima" al final de la última glaciación (entre 12,700 y 11,700 años AP). Después de este evento, se produjeron fenómenos como la extinción de mamíferos gigantes (mamuts y mastodontes), el predominio de foraminíferos (microorganismos con esqueleto o caparazón) de agua caliente; la desaparición de polen de vegetación de tundra y la aparición de polen de bosques; la subida de 40 mm por año del nivel del mar a lo largo de 300 años y un aumento de 7° C de temperatura en Groenlandia. Al retirarse los hielos, en algunas zonas del planeta la corteza se elevó decenas de metros. Asimismo, se registró un desplazamiento ("excursión") del campo geomagnético.

El pasado remoto del planeta seguiría la siguiente secuencia: establecido el origen del sistema solar hace 4,600 millones de años –la edad de la roca más antigua encontrada hasta hoy–, se ha fijado en 4,500 millones de años la edad de la Tierra; asimismo, con la datación de las rocas en las que aparecen los primeros fósiles, se establece la aparición

**Tabla 1. Periodos, épocas y secciones y marcadores tipo del cenozoico**

ERA CENOZOICA		
Periodos	Épocas	Marcadores y sección tipo
	<b>Holoceno</b>	Fin del estadio <i>Younger Dryas</i> (frío) en el núcleo de hielo NGRIP2 en Groenlandia.
	<b>Pleistoceno</b>	Extinción de <i>Discoaster pentaradiatus</i> y <i>Discoaster surculus</i> (nanofósiles calcáreos de algas marinas). Base de la cronozona 1* de polaridad magnética C2r (Matuyama). Monte San Nicola, Italia.
<b>Frontera marcada</b>	Inicio de las glaciaciones en el hemisferio norte hace 2.6 millones de años	
<b>Neógeno</b>	<b>Plioceno</b>	Primera aparición de <i>Ceratolithus acutus</i> y extinción de <i>Triquetrorhabdulus rugosus</i> (nanofósiles calcáreos de artrópodos y algas marinas). Cima de la cronozona 1 de C3r.
	<b>Mioceno</b>	Primera aparición de <i>Paragloborotalia kugleri</i> (foraminífera planctónica). Base de la cronozona de polaridad magnética C6Cn.2n. Lemme-Carrosio, Italia.
<b>Frontera marcada</b>	Inicio de una marcada excursión negativa de isótopos de carbono.	
<b>Paleógeno</b>	<b>Oligoceno</b>	Extinción de <i>Hantkenina</i> y <i>Cribrohantkenina</i> (foraminíferos planctónicos). Massignano, Ancona, Italia.
	<b>Eoceno</b>	Base de la excursión negativa de Carbón Isotópico (CIE). Dababiya, Luxor, Egipto.
	<b>Paleoceno</b>	Capa enriquecida de iridio asociada a un impacto meteorítico y subsecuente extinción. El Kef, Túnez.

\*Cronozona: etapa del campo geomagnético con una polaridad dominante.

de la vida hace 3,750 millones de años; a partir de este último dato, el estudio de sus fósiles ha permitido una mayor definición y, por tanto, un mayor número de subdivisiones, pero ninguna superior a 100,000 años. La diversificación de la vida ha permitido una mayor definición de los eventos que forman la historia del planeta, lo que se traduce en un mayor número de subdivisiones en la Escala de Tiempo Geológico.

La ETG presenta una organización de tipo jerárquico donde el tiempo se divide en eones que, a su vez, se subdividen en eras. El Eón en que nos encontramos es el Fanerozoico o, según su etimología, "vida visible" (de 540 millones de años a la actualidad); éste se divide en tres eras caracterizadas por profundos cambios en las formas de vida: la Paleozoica, o "vida antigua", que comprende a los invertebrados, peces y anfibios; la Mesozoica, o "vida media", que comprende a los reptiles, y la Cenozoica, o "vida reciente", donde aparecen los mamíferos y se registra el desarrollo de los seres humanos (Figura 1).

A su vez, cada Era se divide en periodos; cada Periodo, en épocas y cada Época, en edades, cuyos nombres corresponden con la "sección tipo" que las caracteriza. Por ejemplo: la Era Cenozoica tiene tres perio-

dos, siete épocas y 24 edades (Figura 1, Tabla 1). La Tabla 1 muestra los periodos y épocas, "marcadores" y "sección tipo" (puntos de referencia dentro de la ETG) que caracteriza a la Era Cenozoica, misma que alcanza al tiempo actual. Es aquí, justamente, donde un sector de la comunidad geocientífica propone integrar el Antropoceno: como una nueva Época del Periodo Cuaternario del Cenozoico.

### Definición de una nueva Época

No es fácil, en consecuencia, definir una nueva Época en la historia de la Tierra. Se deben presentar pruebas de cambios químicos, biológicos y en el paisaje. Además, en el caso del Antropoceno, estos cambios deben ser atribuidos a la actividad antropogénica; es decir, a la acción de las sociedades humanas.

Para cumplir con los requerimientos del Código Estratigráfico generado por la ICS, los cambios en los estratos deben probarse y documentarse. Se deben definir los límites superior e inferior con una sección y punto estratigráficos tipo de carácter global (*Global Boundary StratoType Section and Point*, GSSP). Por ejemplo, para la división entre

el Cretácico Paleógeno (K/Paleógeno), la sección tipo es la de El Kef, en Túnez, donde se encuentra la capa enriquecida en iridio por el impacto del meteorito que generó el cráter de Chicxulub, en México. La sección muestra los depósitos producidos por el impacto, que se caracterizan por fragmentos de roca, microesférulas y cuarzos “chocados”; esto es, cuarzos con señales de impacto que sólo pueden ser generadas por un evento que involucre grandes cantidades de energía. Además de la capa enriquecida en iridio, se observa la extinción en masa de foraminíferos bentónicos (microorganismos marinos con esqueleto o caparazón que viven en los sedimentos). Todas estas evidencias corresponden con un evento de gran magnitud.

### Código Estratigráfico Internacional

¿Cuándo comenzó a hablarse del Antropoceno como un nuevo tiempo geológico? El término nació en una reunión del Programa Internacional Geosfera–Biosfera (IGBP), realizada en México en el año 2000 (el IGBP se creó en 1987 para estudiar el impacto humano sobre los procesos biológicos, geofísicos y químicos del planeta). Ahí, el doctor Paul Crutzen, premio Nobel de Química 1995 (junto con los doctores Mario Molina y Sherwood Rowland), presentó el término Antropoceno para referirse a la intensificación de los cambios generados por el hombre sobre la atmósfera, los océanos y la biosfera a raíz de la Revolución Industrial; cambios que habrían modificado de forma notable condiciones prevalecientes durante gran parte del Holoceno en estas esferas terrestres.

La idea gozó de buena fortuna y el término empezó a utilizarse ampliamente, con un problema fundamental: su empleo, con diferentes significados y correspondiente a diferentes temporalidades, en las diversas ramas de las ciencias.

Las diferentes acepciones del término y el mal uso de las divisiones de la escala preocupó a los geólogos, encargados del desarrollo de la ETG; lo que llevó a formar, en 2009, el Grupo de Trabajo del Antropoceno (GTA), integrado a la Subcomisión sobre Estratigrafía del Cuaternario. Como producto de estas investigaciones, los científicos Jan Zalasiewicz, Colin N. Waters y Mark Williams publicaron en 2020, dentro del Código Estratigráfico Internacional, un capítulo dedicado al Antropoceno; en este documento reportan todos los estudios realizados para sustentar la tesis de que se trata de una nueva unidad cronoestratigráfica/geocronológica de la ETG, de acuerdo con los criterios de la estratigrafía.

Zalasiewicz y colaboradores subrayan la necesidad de delimitar el término para que tenga sentido geológico, ya que éste ha sido

empleado en las ciencias sociales, las humanidades y el arte, lo que cronoestratigráficamente genera problemas respecto al periodo al que se refieren. Dificultades que explican, en alguna medida, que el grupo esté formado no sólo por estratígrafos, sino por especialistas en ciencias de la Tierra, oceanógrafos, historiadores, arqueólogos, geógrafos y un abogado internacional. Integración multidisciplinaria que responde a la complejidad que supone encontrar una definición única: demostrar que la Tierra sufrió transformaciones de gran envergadura en los últimos dos siglos y que estos cambios, por su magnitud, reclaman el establecimiento de una nueva Era geológica.

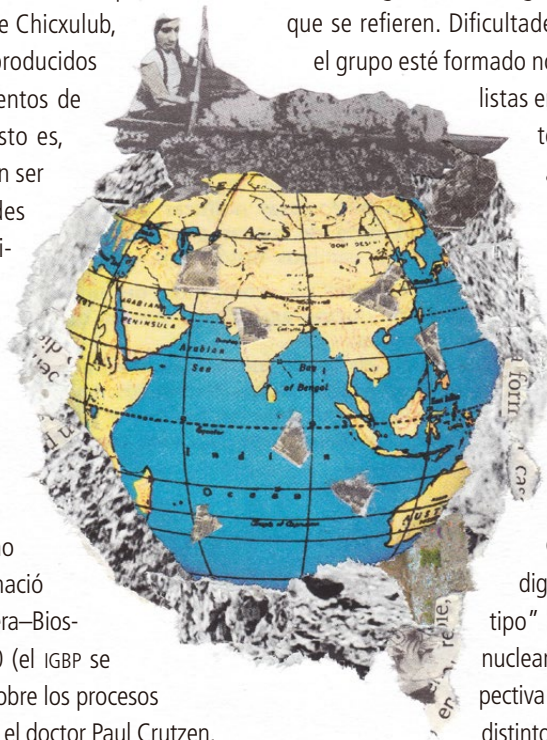
Después de años de análisis, el Grupo decidió que para cumplir con el Código Estratigráfico Internacional el “marcador tipo” debía colocarse después de las pruebas nucleares entre 1952 y 1955. Un cambio de perspectiva relevante, pues antes se habían propuesto distintos acontecimientos históricos para ubicar el marcador tipo: al inicio de la Revolución Industrial (década de 1850, cuando se registra un cambio importante en el contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera), y a mediados de los años 50 del siglo xx, con la llamada “gran aceleración” (crecimiento sin precedentes de la población mundial, incremento en el uso de la energía, expansión industrial y globalización de la economía).

La Tabla 2 muestra los resultados del GTA para cumplir con los requerimientos de la ICS con el propósito de agregar a la Escala de Tiempo Geológico una nueva Era al Cuaternario: la Antropocena, con los marcadores propuestos y una breve descripción de éstos.

El Grupo concluyó que, por su amplia distribución en la mayoría de los estratos de rocas sedimentarias, incluyendo los núcleos de hielo de glaciares, es posible distinguir al Antropoceno del Holoceno por la presencia de los radionucleidos artificiales; de ahí que se proponga

el inicio de la “era nuclear” como el marcador primario para el inicio del Antropoceno. Este punto puede ser reconocido en lagos, cuencas marinas anóxicas, estuarios y deltas, espeleotemas (depósitos minerales formados en cuevas), núcleos de hielo glacial, corales con bandas anuales y anillos de árboles. Estos registros, con resolución anual por varios siglos, permitirían una mejor identificación de los eventos geológicos en el tiempo.

Pero, como ya se apuntó, la inclusión de nuevos elementos en la Escala de Tiempo



“  
La edad de la roca más  
antigua del sistema solar  
se toma como la edad del  
origen del sistema y, por  
tanto, muy cercana a la  
edad de la Tierra  
”

**Tabla 2. Factores y argumentos del Grupo de Trabajo del Antropoceno**

Requerimientos	Marcadores	Descripción												
<b>Litoestratigrafía*</b>	<p>Minerales elaborados por procesos antropogénicos y que son excluidos de la clasificación de la Asociación Mineralógica Internacional.</p> <p>Velocidades anómalas de sedimentación</p> <p>Presencia de mineraloides.</p>	<p>Las especies de los minerales han crecido debido a transformaciones por tectónica de placas y metamorfismo, como también por la aparición de la vida. La acción del hombre sería equivalente, y se han definido y ratificado formalmente al menos 208.</p> <p>Las velocidades de sedimentación debidas a la deforestación, agricultura y urbanización exceden en un orden de magnitud los índices naturales.</p> <p>La presencia de mineraloides, como los plásticos, en secuencias sedimentarias marinas como terrestres.</p>												
<b>Indicadores Químico-estratigráficos</b>	Alteración de los ciclos químicos.	<table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Liberación a la atmósfera</b></th> <th><b>Preindustrial</b></th> <th><b>1950</b></th> <th><b>Actual</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CO<sub>2</sub> (ppm)**</td> <td>280</td> <td>310</td> <td>410</td> </tr> <tr> <td>CH<sub>4</sub> (ppb)**</td> <td>590-760</td> <td>900</td> <td>1850</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Otros indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Presencia de partículas carbonáceas y cenizas inorgánicas</b>, ambas esféricas, producto de la quema de combustibles fósiles. Su señal comienza y se incrementa muy pronunciadamente a mediados del siglo XX.</li> <li>• <b>Niveles de todos los compuestos de nitrógeno.</b> Se han duplicado sobre la superficie terrestre en el siglo XX.</li> <li>• <b>Niveles de fósforo.</b> Se han duplicado sobre la superficie terrestre en el siglo XX.</li> <li>• <b>Extracción y procesamiento de metales.</b> Indicios desde 3,500 años AP y un gran pico en la época romana 2,000 años AP; pero son señales débiles y menos claras que las posteriores a la Revolución Industrial.</li> </ul> <p><b>Se proponen para delimitar el Antropoceno temprano.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Contaminantes orgánicos.</b> Como el DDT, dieldrinos y aldrinos, claramente identificables después de 1950.</li> </ul> <p><b>Era Nuclear.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de radionúclidos artificiales por las pruebas atómicas o accidentes. Esta señal es la más factible como marcador primario para el Antropoceno.</li> </ul>	<b>Liberación a la atmósfera</b>	<b>Preindustrial</b>	<b>1950</b>	<b>Actual</b>	CO <sub>2</sub> (ppm)**	280	310	410	CH <sub>4</sub> (ppb)**	590-760	900	1850
<b>Liberación a la atmósfera</b>	<b>Preindustrial</b>	<b>1950</b>	<b>Actual</b>											
CO <sub>2</sub> (ppm)**	280	310	410											
CH <sub>4</sub> (ppb)**	590-760	900	1850											
<b>Indicadores Bioestratigráficos</b>	Impacto humano sobre la biosfera; se buscan indicadores que claramente se relacionen con la actividad humana vs. cambios climáticos y ambientales como causa de las extinciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en los patrones de las diatomeas en los sedimentos lacustres, reconocidos por Stoermer debido al incremento en los niveles de contaminación en los sedimentos posteriores a 1950. Fenómeno propuesto como marcador para el Antropoceno, aun antes de Paul Crutzen.</li> <li>• Observación de extinciones de algunas especies, a razón de tres órdenes de magnitud mayores que en niveles inferiores; pero que aún no se ha dado una mayor. A pesar de ello, el IPCC de 2018 apunta que, de seguir la tendencia, se dará la Sexta Gran Extinción Masiva***</li> <li>• Otra prueba sería la llegada de especies invasoras debido al incremento del intercambio comercial en el mundo; en el caso de zonas marítimas, el bombeo de sedimentos y agua empleados como lastres; estas neobiotas generan bioestratigrafías locales que pueden ser documentadas a través del seguimiento de las rutas de los barcos, lo que configuraría un marcador bioestratigráfico de gran precisión.</li> </ul>												
<b>Señales Climáticas</b>	Las divisiones del Periodo Cuaternario están basadas en cambios climáticos	El Antropoceno muestra cambios abruptos en los factores climáticos como el aumento de los gases de efecto invernadero, lo que ha generado que la temperatura de los mares haya aumentado del orden de 1 °C respecto a niveles preindustriales, e incrementado su nivel eustático del orden de 20 cm (IPCC, 2018).												

Zalasiewicz, Waters y Williams, 2020.

\* Litoestratigrafía: clasificación de las rocas basada en sus propiedades litológicas observables de un estrato y su posición estratigráfica relativa.

\*\* De acuerdo con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, 2013)

\*\*\* La Tierra ha sufrido cinco extinciones masivas desde su origen hace 4,600 millones de años, las cuales se caracterizan por la desaparición del 75% o más de las especies y pueden ser causadas por cambios de composición y temperatura en la atmósfera y los océanos, grandes erupciones volcánicas o el impacto de un meteorito o cometa.



Geológico nunca ha sido un proceso rápido. La determinación de fronteras de la EGT ha llevado décadas para la recopilación de pruebas y lograr el consenso entre especialistas. Sin embargo, tampoco hay duda de que muchas fronteras son redefinidas de manera continua al realizarse un mayor número de estudios y, por supuesto, gracias al avance de la tecnología para las técnicas de datación.

### El inicio de “la gran aceleración”

En la antesala del debate que hemos revisado sobre la aceptación del Antropoceno, lo cierto es que la evidencia nos deja claro que la evolución del hombre y la creciente complejidad de las sociedades han traído consigo, inevitablemente, afectaciones al medio ambiente. Esta dinámica, incrementada en las últimas décadas, se traduce en efectos devastadores para el planeta.

De acuerdo con el científico ambiental Johan Rockström y el químico William Steffen (2009), la huella de las sociedades humanas como principal factor cambiante de las condiciones de la Tierra empieza a ser notoria desde de la Revolución Industrial, con el uso de los combustibles fósiles. Pero sería después de la Segunda Guerra Mundial cuando todos los indicadores sobre consumo de recursos primarios, utilización de energía, crecimiento demográfico, actividad económica y deterioro de la biosfera se disparan de manera notable. Este fenómeno, que arranca en 1950, se ha definido como la “gran aceleración” (Issberner y Léna, 2018). Sobra decir que el desarrollo de las sociedades siguió su marcha y los indicadores mencionados continuaron incrementándose, por lo que se afirma que, incluso, hubo un periodo de “hiperaceleración” a partir de los años setenta.

Estas tendencias, producto del desarrollo y el crecimiento económico, han afectado severamente las condiciones de vida en el planeta y,

“  
Es necesario delimitar  
el término Antropoceno  
para que tenga sentido  
geológico, ya que ha sido  
empleado en las ciencias  
sociales, las humanidades  
y el arte  
”

conforme pasa el tiempo, su impacto es mayor. En esa perspectiva, los autores citados establecieron, en 2009, un listado de “límites del planeta” que no debían traspasarse: afectación del clima, alteración de la cobertura vegetal, erosión de la biodiversidad y desaparición de especies animales y alteración de los flujos biogeoquímicos, en los que los ciclos del fósforo y el nitrógeno desempeñan un papel esencial.

Lo cierto es que, a pesar de las recomendaciones, la huella ecológica humana actual sobrepasa en un 50% la capacidad de regeneración y absorción total del planeta, y cerca del 80% de la población mundial vive en países cuya capacidad biológica ya es menor que su huella ecológica.

La escasez de recursos va aparejada con la explotación de los mismos, derivada de la ambición de las sociedades por incrementar riqueza y patrimonio sin pensar en las consecuencias que esto puede tener para las futuras generaciones y el porvenir del planeta. La evidencia de que enfrentamos como sociedad global una situación extraordinariamente delicada es cada vez más clara y contundente. Sobre todo, cuando pensamos en los siguientes factores que dio a conocer en 2013 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés):

- Acumulación de gases de efecto invernadero, mismos que indican que estamos llegando al tope de la capacidad de carga
- Pérdida continua de biodiversidad (a velocidades que impiden, incluso, conocerla en su totalidad)
- Aumento de la temperatura global y elevación del nivel del mar

Todo esto representa, en un largo plazo que se acorta, una situación de alto riesgo para nuestra civilización y para el planeta. Evidencia de ello



es la acelerada tendencia a la deforestación, que afecta la producción de agua, el mantenimiento del suelo y la regulación de eventos climáticos. De igual forma, el aumento de la extracción de recursos mineros o la tecnología y métodos obsoletos, vigentes en la mayor parte del mundo, para la producción energética, según lo publicado por el IPCC.

### El “cisne verde”

En economía se habla de un “cisne negro” cuando ocurren sucesos inesperados que no han sido previstos por los expertos y que, sin embargo, terminan teniendo un impacto fuerte y significativo en la economía (Taleb, 2013). En el mismo sentido, se utiliza el término “cisne verde” para referirse a una crisis financiera provocada por el cambio climático (Bolton, Despres *et al.*, 2020).

En años recientes, fenómenos meteorológicos extremos, como los incendios en Australia o los huracanes en el Caribe, han aumentado en frecuencia y magnitud, provocando turbulencias financieras cuyos costos están asociados a recortes en la producción, alzas repentinas de precios o destrucción física de centros productivos. Naturalmente, esto tiene un impacto directo tanto en el crecimiento económico de un país, como en la salud de empresas e instituciones financieras. De acuerdo con Bolton, Despres, Pereira da Silva, Samama y Svartzma (2020) existen cinco grandes riesgos que pueden desencadenar una crisis financiera: 1) Riesgo crediticio, 2) Riesgo de mercados, 3) Riesgo de liquidez, 4) Riesgo operativo, y 5) Riesgo de cobertura.

Todos ellos, asociados a la falta de capacidad de pago de los deudores ante una crisis, a la depreciación de activos, la caída en la rentabilidad e inversión, la falta de liquidez, la afectación de los sistemas informáticos y la mayor demanda de seguros ante la crisis. Pero, quizá, los hacedores de política ven el problema a la inversa: adjudicando al cambio climático los problemas financieros y económicos que pueden llegar a ocurrir, cuando es la actividad social y productiva, en el marco de la aceleración económica y la acumulación de capital, la que genera una afectación irremediable sobre el medio ambiente; situación que deriva en un círculo vicioso porque *sin planeta*, sin agua, tierra y aire respirable, el desarrollo y crecimiento económico pierden sentido.

En estos momentos, cuando vivimos los efectos de la pandemia de covid-19, estamos ante un entorno paradójico como seres humanos, ya que nunca habíamos acumulado tanta tecnología, riqueza o capital; pero, al mismo tiempo, descubrimos la magnitud del daño causado por las sociedades contemporáneas a los ecosistemas: cómo hemos agotado los recursos naturales y, en consecuencia, cómo podemos ser afectados en el mediano y largo plazo.

Para muchos investigadores, la pandemia de covid-19 es un “cisne verde”. A pesar de que, en estricto sentido, no es un evento

“  
La creciente complejidad  
de las sociedades trajo  
afectaciones al medio  
ambiente. Esta dinámica  
se traduce, hoy, en efectos  
devastadores para el  
planeta

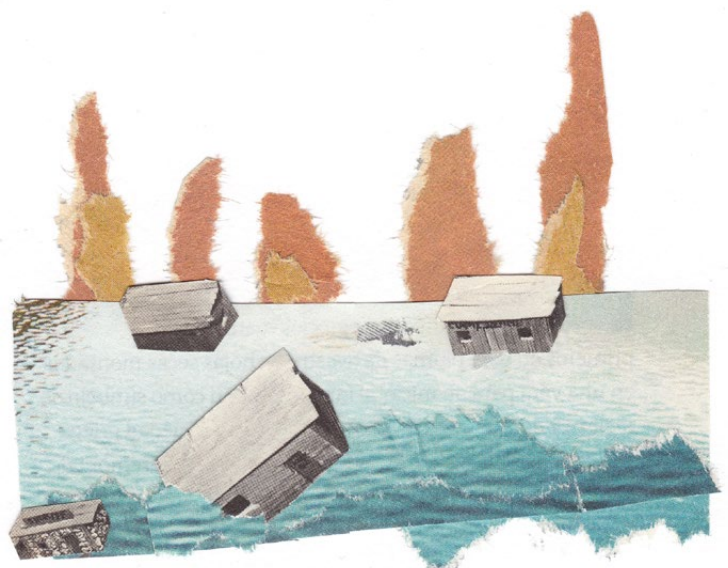
”

Ambiente (PNUMA) y del Instituto Internacional de Investigación Ganadera (ILRI), han advertido ya sobre la irrupción de nuevas epidemias en la medida en que el ser humano siga invadiendo ecosistemas, fragmentando hábitats y reduciendo poblaciones silvestres.

El escenario es más desolador cuando advertimos señales de crisis por venir originadas por esta causa. Pero hay una, en específico, de la cual prácticamente tenemos fecha “programada”: el año 2030. Y es que, de acuerdo con el IPCC (2018), entre 2030 y 2052 estaremos llegando al *punto de no retorno*: cuando hayamos sobrepasado los 1.5 °C de aumento de temperatura, en comparación con etapas preindustriales, lo que impactará en el calentamiento global y podría tener consecuencias catastróficas.

Un reporte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) anticipa que gran parte del planeta estará alcanzando temperaturas de entre 3 y 4 grados. El reporte menciona que dichos cambios en la temperatura modificarán, de igual forma, las precipitaciones a nivel global, lo que invariablemente desembocará en impactos directos sobre los cultivos.

Pero la crisis del calentamiento global está lejos de repercutir solamente en el ámbito agroalimentario. Será una crisis multidimensional, pues mezclará en un mismo tiempo y espacio problemas sanitarios,



demográficos, alimentarios, hídricos, migratorios, financieros, políticos, geopolíticos e, incluso, bélicos. De acuerdo con la ONU y la FAO (2020), la crisis derivada por la pandemia de covid-19 es un anticipo del cataclismo inminente que se avecina.

Por todo ello, resulta urgente advertir y hacer conciencia de los riesgos que implica para el medio ambiente el devenir económico, ya que los próximos “cisnes verdes” —derivados, muy probablemente, del derretimiento de capas glaciales, el ascenso de los mares, la desertificación de tierras, la pérdida de suelo fértil, la contaminación del aire, la acidificación de los océanos o la perturbación de ciclos biogeoquímicos— tendrán efectos mucho más graves que los que hemos experimentando en estos años de pandemia.

Las ciencias humanas y sociales tendrán que elaborar y dominar instrumentos y conocimientos inéditos para responder a los problemas

que enfrentamos en esta nueva era: desastres naturales, uso de energías no renovables, agotamientos de recursos naturales, desertificaciones, ecocidios, contaminaciones generalizadas, migraciones, injusticias sociales y medioambientales, etcétera.

Se requiere que los países definan un marco normativo que contemple todas estas dimensiones. Como dijera Amartya Sen, Premio Nobel de Economía 1998: “El pensamiento ambiental tiene que ser multidireccional en lugar de centrado en un solo objetivo, aun cuando ese objetivo sea algo tan importante como la amenaza climática de las emisiones de carbono” (Sen, 2014). En esa perspectiva, es imperante que tanto los gobiernos como las sociedades tomen conciencia de la importancia del tema y entiendan la necesidad de que los planes de desarrollo se ajusten a los límites planetarios.

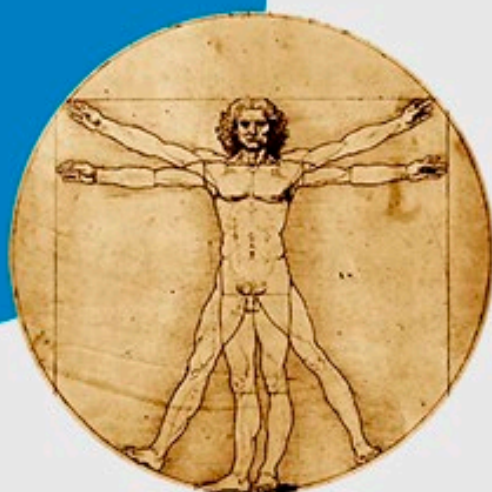
### Referencias y documentos para profundizar

- AVANESSIAN, A., Y MAURO, R., comps. (2017). *Aceleracionismo. Estrategias para una transición hacia el postcapitalismo*. Buenos Aires, Caja Negra.
- BANCO MUNDIAL (2010). Desarrollo y cambio climático. *Reporte de desarrollo mundial*, 5287678-1226014527953.
- BOLTON, P., et al. (2020). *The Green Swan*. BIS Books.
- BRUNDTLAND, G. H. (1987). *Informe Brundtland*. Editorial: OMS Washington.
- ESCOBAR, A. (2000). “El lugar de la naturaleza y la naturaleza del lugar: ¿globalización o postdesarrollo?”, en: Lander, E. (comp.). *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas*, pp. 68-87. Buenos Aires, Clacso.
- FAO (2012). *SAFA, Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems, Guidelines*. Rome: Natural Resources Management and Environment Department, FAO.
- GRIGGS, D. et al. (2013). “Sustainable development goals for people and planet”. *Nature*, 495 (7441), pp. 305-307.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE Change, IPCC (2013), “Climate change 2013: the Physical Science Basis”, in Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., and Midgley, P.M. (eds.). *Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom and New York. Cambridge University Press, Cambridge, 1535 pp.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE Change, IPCC (2018). *SR15 The Special Report on Global Warming of 1.5C* (<https://www.ipcc.ch/sr15/download/#full>).
- ISSBERNER, L. R., & Léna, P. (2018). “Antropoceno: la problemática vital de un debate científico”. *El Correo de la Unesco: Un solo mundo, voces múltiples*, (2), 2018-2.
- KOLBY, J. (2020). “To prevent the next pandemic, it’s the legal wildlife trade we should worry about”. *National Geographic*, 7.
- MALTHUS, T. R. (1846). *Ensayo sobre el principio de la población*.
- MOORE, J. W, ed. (2016). *Anthropocene or Capitalocene? Nature, History and the Crisis of Capitalism*. Oakland, Kairos.
- NELSON, G. C. (2009). *Cambio Climático, el impacto en la agricultura y los costos de adaptación* (No. 33708 caja (566)). IFPRI.
- PALACIO G., Vargas, A. & Hennessy, E. (2018). “Antropoceno o Capitaloceno en fricción. Des-encuentros entre Geociencias e Historia”, en: Alimonda, H., Toro Pérez, C. y Martín, F. (coords.). *Ecología política latinoamericana. Pensamiento crítico y horizontes emancipatorios en clave sur*, Buenos Aires, Clacso, volumen II, pp. 265-288.
- REYES, I. et al. (2020). “Los cisnes verdes; riesgos financieros provocados por el cambio climático”, *Desarrollo Organizacional y Competitividad*, UAEM.
- RODRÍGUEZ BERTHEAU, A. M. et al. (2011). “Desarrollo tecnológico, impacto sobre el medio ambiente y la salud”. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 49(2), 308-319.
- ROCKSTRÖM, J. et al. (2009). “Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity”. *Ecology and society*, 14 (2), Resilience Alliance Inc,
- SEN, AMARTYA (2014). “Global Warming Is Just One of Many Environmental Threats that Demand Our Attention”. *New Republic*, 22 de agosto.
- STANLEY, L. (2021). “Covid-19 y cambio climático: crisis de las finanzas y desafíos de financiamiento”. *El mundo poscovid-19: ¿cambio de paradigma?*, p. 77, recuperado de: <https://dialogopolitico.org/wp-content/uploads/2021/12/Anuario-2021-El-mundo-poscovid-19.pdf#page=77>
- TALEB, N. N. (2013). “The black swan (el cisne negro)”. *Revista Iberoamericana de Ciencias Empresariales y Economía*, 4(4).
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA Y DE LOS RECURSOS NATURALES (1980). *Estrategia Mundial para la conservación. La conservación de los recursos vivos para el logro de un desarrollo sostenido, con la asesoría, cooperación y apoyo financiero del Programa de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*.
- ZALASIEWICZ J., Waters C. and Williams M., 2020. “Chapter 31 The Anthropocene”, in: *Geologic Time Scale 2020*. Gradstein, FM, Ogg, JG., Schmitz, MD., Ogg, GM. Editors, Elsevier, DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00031-0>.



INSTITUTO DE  
INVESTIGACIONES  
ANTROPOLÓGICAS

## Civilizaciones, pasado y presente



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS**



**visítanos en la Web**

<http://www.iaa.unam.mx/>



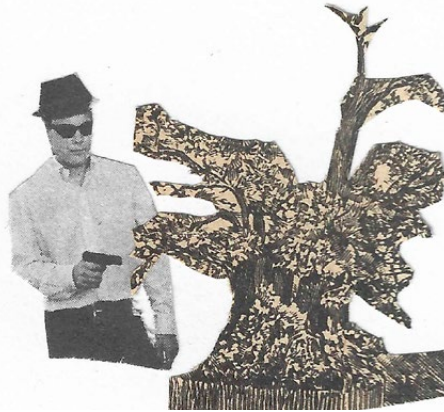
Ma. Luisa Santillán\*

# En **BUSCA** de la **HUELLA** **HUMANA** en **REGISTROS GEOLÓGICOS**

\* Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM

Las evidencias del cambio climático y el creciente deterioro de los ecosistemas en el planeta no son suficientes para establecer que vivimos en un nuevo tiempo geológico. Por ello, científicos de diferentes disciplinas realizan estudios que sustenten la hipótesis: ¿nueva Era, nueva Época?

## La "huella" para los próximos 100 mil años



Los radioisótopos presentes en los sedimentos son cuatro: el estroncio 90, el americio 141, el cesio 137 y el plutonio 239. El más importante de ellos, indicador primario, es el plutonio 239, porque es el que tiene una vida media más larga; es decir, se va a poder encontrar en todos los sedimentos que podrían llamarse "antropocenos" durante los próximos 100 mil años.

en internet la palabra "antropoceno" y observar las dramáticas imágenes que aparecen como resultado: grandes agujeros causados por la minería de extracción, zonas deforestadas, contaminación ocasionada por fábricas e industrias, montañas de basura, animales desnutridos, al borde de la extinción o muertos; explosión demográfica... No hay duda, estamos cambiando el planeta. Y prueba de ello es que la diversidad de desechos tecnológicos, que posiblemente se convertirán en tecnofósiles, es mayor que la biodiversidad actual.

**S**i el universo empezó con una explosión, el "antropoceno" lo hizo con un grito. Eran inicios del año 2000 y Paul Crutzen, premio Nobel de Química por sus trabajos sobre la capa de ozono, estaba en un congreso en Cuernavaca (Morelos, México) donde se hablaba sobre el impacto de la humanidad en el planeta. Entonces, mientras todo mundo repetía que aún vivíamos en el Holoceno, él manifestó su desacuerdo y soltó un concepto que generaría reacciones en cadena:

—¡No! Ya no vivimos en el Holoceno, sino en el *Antropoceno*.

Ese fue el momento cuando el Antropoceno empezó a ser identificado como el tiempo en el que la actividad humana se ha convertido en una fuerza suficiente para transformar a la Tierra, el instante en que esta idea comenzó a expandirse por el mundo, el punto de partida para que comenzara a popularizarse el término que, desde años antes, era utilizado de manera informal por el biólogo estadounidense Eugene Stoermer.

Seguramente nadie, en aquel congreso, pensó que ese término sería causa de múltiples debates, los cuales han trascendido las ciencias naturales y ahora forman parte de la narrativa de las ciencias sociales. Aunque aún no obtiene un reconocimiento por parte de la comunidad científica como un nuevo tiempo geológico oficial, ya es empleado en múltiples disciplinas para explicar algo en lo que todo mundo está de acuerdo: que los seres humanos, en un tiempo relativamente corto, estamos dejando una huella tan profunda en nuestro planeta que hemos sido capaces de transformarlo.

Hoy sabemos que la temperatura en el planeta ha subido un grado en los últimos 50 años, que la pérdida de especies es abrumadora, que vivimos un proceso de acidificación de los océanos, que hay altos niveles de deforestación de bosques, que la composición química de la atmósfera se ha alterado, etcétera. Además, entendemos que muchos de estos cambios son irreversibles. Las evidencias de nuestra huella en el sistema de la Tierra son claras; cientos de artículos científicos son publicados cada año como un registro de estos cambios. Es más, esta devastación se puede comprobar con sólo teclear en un buscador

Sin embargo, para que el Antropoceno pueda ser considerado formalmente como una nueva etapa geológica no es suficiente el registro de todas estas transformaciones sociales, ambientales, económicas y productivas. Es necesario contar con evidencias geológicas que demuestren que la Tierra se ha visto afectada de manera global y sincrónica, que los cambios se han dado en todo el planeta y de forma simultánea.

"El Antropoceno está dando una oportunidad a la geología para mostrar a los demás que lo que hacemos es importante, es interesante; que esta disciplina nos cuestiona y nos habla de nosotros mismos —como hacen las religiones, la filosofía, la psicología o la arqueología—. De tal manera que, incluso, estamos pensando en que pueda haber un tiempo geológico como consecuencia de lo que somos capaces de hacer, hoy, con nuestra tecnología y con nuestra cultura en el planeta", explica el doctor Alejandro Cearreta, de la Universidad del País Vasco, en España, y uno de los 37 expertos integrantes del Grupo de Trabajo del Antropoceno (GTA).

### División del tiempo geológico

Si tuviéramos que decir en qué edad geológica vivimos, éste sería el resultado: vivimos en el eón Fanerozoico, de la era Cenozoica, del periodo Cuaternario, de la época Holoceno y en la edad Megalaviano. Estas divisiones incluyen millones de años; tantos que, tal vez, no somos capaces de dimensionarlos.

La historia de nuestro planeta es de 4,600 millones de años, tiempo durante el cual ha sufrido distintos cambios. Baste ver la [Tabla Cronoestratigráfica Internacional](#) (que nos indica los distintos tiempos

geológicos por los que ha pasado la Tierra) para darse cuenta de que si algo no ha sido nuestro planeta es un ente estable. En ella podemos ver divisiones que van desde eones, eras y épocas hasta periodos y edades. Cada uno depende de la intensidad del cambio que experimenta nuestro planeta. Por ejemplo, si es muy grande, como la aparición de la vida microscópica, estamos hablando de un eón; si responde a una extinción masiva, como la que se vivió hace 65 millones de años con la caída de un meteorito (en lo que es ahora Yucatán) que causó la desaparición de los dinosaurios, se está ante un cambio de era. Cuando hay un cambio muy intenso del clima, como el que ocurrió hace 2.4 millones de años con el inicio del Cuaternario, se registra un cambio de periodo. Por su parte, una época geológica se caracteriza, sobre todo, por cambios en los periodos glaciares e interglaciares; finalmente, dentro de una época puede haber momentos en los que ocurran, por ejemplo, grandes sequías o enfriamientos de corta duración en escala geológica y, en consecuencia, hay un cambio de edad.

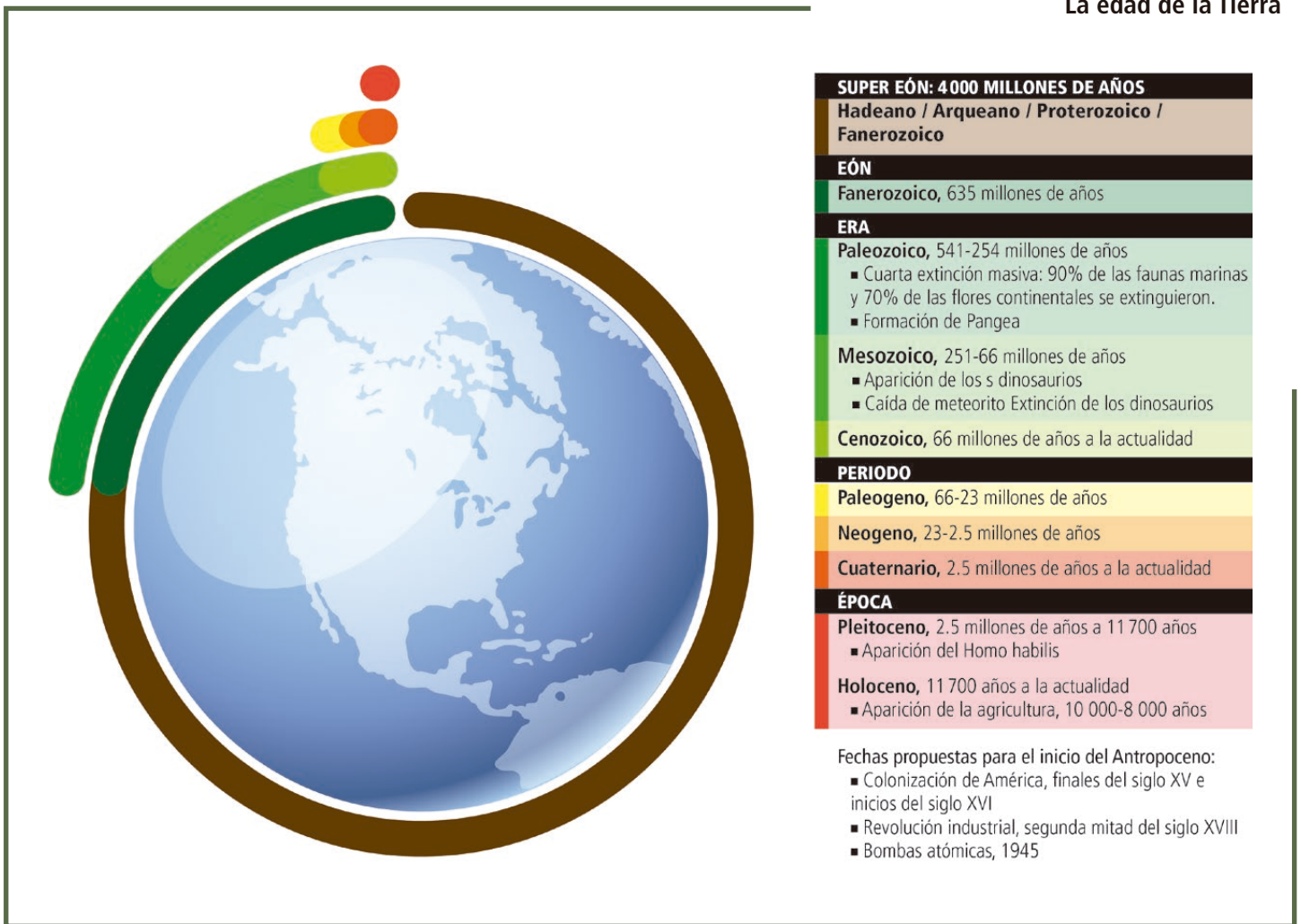
El doctor Priyadarsi Roy, del Instituto de Geología de la UNAM, explica que todos los cambios que vive nuestro planeta quedan registrados en los depósitos geológicos —en los sedimentos— que con el

tiempo se compactaron, se solidificaron y formaron rocas sedimentarias, que actualmente están aflorando por tectonismo (movimientos de la corteza terrestre que ocasionan que las capas de la Tierra se rompan y reacomoden). Esas rocas tienen registros fósiles de floras y faunas que nos indican cómo era la condición de cada tiempo. Por ello, son las evidencias que se utilizan en la geología para medir el tiempo. “Como geólogos necesitamos un registro donde la evidencia de todo lo que ha ocurrido durante una era, un periodo, una época, de alguna forma esté preservada en rocas”, explica el especialista en el estudio del cambio climático en el pasado de la Tierra.

Por lo tanto, la ciencia encargada de formalizar un tiempo geológico es la geología, que a través de evidencias estratigráficas (dadas por rocas y sedimentos) podrá determinar si es posible establecer alguna de estas categorías.

Además, como ya se dijo, las evidencias en las que se debe basar un tiempo geológico tienen que ser sincrónicas: darse simultáneamente y en todo el planeta. Por lo tanto, para definir una nueva unidad cronoestratigráfica (que es un *cuerpo de roca* que sirve como referencia para todas aquellas rocas que se formaron durante un lapso), hay que datar

## La edad de la Tierra



su base; es decir, su inicio, lo cual se conoce como Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP); en el terreno se materializa por un *golden spike* (clavo dorado). Esto, de acuerdo con Valentí Rull en su libro *¿Qué sabemos de? El Antropoceno*.

El doctor Cearreta explica que un "clavo dorado" es algo físico y conceptual. Físicamente es un cilindro de metal que se clava en una roca ubicada en aquel lugar del planeta donde mejor se manifiesta el cambio de tiempo geológico: "Por ejemplo, en el caso del Cretácico, el lugar del planeta en donde mejor se observa ese cambio de era no es México—aunque haya caído el bólido meteorítico en Yucatán—sino un lugar de Túnez que se llama El Kef. Ahí, en esas rocas, está enterrado físicamente un clavo de dimensiones decimétricas como indicador de que ése es el sitio del planeta donde mejor se observa el cambio del tiempo geológico".

Asimismo, el "clavo dorado" es una construcción conceptual porque, en geología, se refiere a lo que se llama "estratotipo", el lugar del planeta donde mejor se observa ese cambio geológico: "No es el único, hay muchos otros. De hecho, otros que son buenos, también, se consideran como 'estratotipos auxiliares'; y, además, otras rocas de esa misma era se encuentran en muchísimos lugares del planeta... Pero digamos que en ese sitio es donde se define el estratotipo como el lugar ideal para el estudio, porque tienes mucha más cantidad de sedimentos o porque la calidad del registro ha permitido muchos más estudios".

### Camino a la formalización

La vía para poder formalizar el Antropoceno no ha sido corta ni fácil. Además de analizar las evidencias que ofrecen las rocas y los sedimentos se tienen que acumular pruebas suficientes de que, efectivamente, estamos viviendo en un nuevo tiempo geológico. La institución científica encargada de establecer las unidades geológicas de tiempo (era, época, periodo, edad) es la Comisión Internacional de Estratigrafía (CIE), que pertenece a la Unión Internacional de Ciencias Geológicas, máximo órgano científico dedicado al estudio de la geología.

En 2009, la CIE estableció el Grupo de Trabajo del Antropoceno (GTA), con el fin de valorar si la propuesta de un nuevo tiempo geológico tiene sustento científico. Así, desde sus inicios, el GTA se ha dedicado a analizar y evaluar cada una de las evidencias que han surgido y nutrido un gran número de publicaciones, las cuales formarán parte de un informe que será sometido para su aprobación, probablemente, a principios de 2023,

### Los riesgos de la geoingeniería

Un ejemplo de geoingeniería aplicada es el proyecto de inyectar en las capas superiores de la atmósfera sustancias químicas que ayuden a aumentar la reflectividad de la atmósfera y la captura de carbono atmosférico en el subsuelo. Sin embargo, el doctor Julio Campo, del Instituto de Ecología de la UNAM, destaca que soluciones como ésta preocupan porque no se sabe cuáles pueden ser sus consecuencias, por lo que considera que lo mejor es establecer nuevas reglas para relacionarnos con la naturaleza.



explica el doctor Alejandro Cearreta, único representante de Hispanoamérica en el grupo.

Una vez elaborado el informe, éste debe ser enviado a su órgano inmediatamente superior, que es la Subcomisión de Estratigrafía del Cuaternario, la cual lo evaluará, sugerirá cambios o mejoras, y puede aceptarlo o rechazarlo. Si es aceptado por un proceso de mayoría—el voto de 70% de sus integrantes—, dicha subcomisión lo pasa a la Comisión Internacional de Estratigrafía, la cual realiza el mismo procedimiento. Si ésta lo acepta es enviado a la Unión Internacional de Ciencias Geológicas y, si queda ratificado por esta última instancia, pasaría a formar parte de la tabla de los tiempos geológicos y se le asignaría una denominación.

El doctor Cearreta explica que el informe responde a tres preguntas básicas.

La primera es si el Antropoceno tiene mérito como posible tiempo geológico, a lo cual la respuesta del GTA será "sí". La segunda es sobre las evidencias que soportan la idea del Antropoceno; en ese punto es donde se someterán a un estudio científico las distintas evidencias: cuándo comienzan, cómo se manifiestan, de dónde proceden, cómo evolucionan en el tiempo, etcétera. La última pregunta tiene que ver con el inicio del nuevo tiempo geológico que se propone; en principio, el Grupo establece que el Antropoceno comienza en la década de 1950, con base en un indicador primario que serían los isótopos radiactivos producidos por las explosiones termonucleares en la atmósfera (como las de Hiroshima y Nagasaki en 1945).

¿Por qué este indicador primario? Porque es el que presenta la mayor ubicuidad, es decir, es global; estos radioisótopos están presentes en todos los sedimentos del hielo de todas las latitudes del planeta, con mayor o menor intensidad, y, además, porque es sincrónico: marca su primera aparición en los sedimentos y en el hielo en el año de 1952.

Un punto que aún falta por definir en el GTA es dónde ubicar el "clavo dorado" que indique el lugar en el cual se observan mejor esos cambios. Hay una serie de propuestas en lugares costeros, testigos de hielo, corales, turberas, fondos del océano y cuevas. Como puntualiza Cearreta:

Hay diferentes ambientes sedimentarios que ya hemos seleccionado bien y, ahora, los miembros del Grupo de Trabajo estamos colaborando con investigadores que han hecho estudios previos en estos lugares. Estamos estudiando más a fondo esos lugares, haciendo informes locales de esos sitios que luego valoraremos. De entre ellos decidiremos cuál será la propuesta de estratotipo oficial del Antropoceno, donde nosotros creemos que debe estar localizado el “clavo dorado”. Y eso lo someteremos, con nuestro informe, a la Subcomisión de Estratigrafía del Cuaternario.

### El estudio del Antropoceno

Más de dos décadas han transcurrido desde aquella vez en que Crutzen expresó en Cuernavaca que ya estábamos viviendo en otra época. “Todo el mundo se quedó estupefacto. Parece que ha cuajado”, le contó el premio Nobel al periodista Fred Pearce, según relata en su libro *La última generación* (2007).

Sin embargo, más allá de la emoción de ese primer momento, a partir de entonces también surgió una serie de publicaciones en revistas científicas en las que empezaría a hablarse con mayor constancia sobre el Antropoceno. Paul Crutzen y Eugene Stoermer publicaron en el *newsletter*

del *The International Geosphere–Biosphere* (mayo de 2000) un artículo titulado “The ‘Anthropocene’”. Éste era un documento de menos de dos páginas en el cual los autores destacan que se ha transformado la superficie de la Tierra a causa de la acción humana y hay múltiples daños a los ecosistemas: agotamiento de combustibles fósiles y mayor liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Además, sugieren que el inicio del Antropoceno podría establecerse a finales del siglo XVIII, cuando fueron más visibles los efectos globales de la actividad humana —época que, por cierto, coincide con la invención de la máquina de vapor de James Watt.

Dos años después, en 2002, Crutzen publicó en la revista *Nature* el texto “*Geology of mankind*” en donde continua con esta idea y destaca que el ser humano seguirá siendo una fuerza importante, a menos que haya una catástrofe mundial —como un impacto de meteorito, una guerra mundial o una pandemia. Además, menciona que tanto los científicos como los ingenieros deberían guiar a la sociedad hacia una gestión ambientalmente sostenible durante la era del Antropoceno: “Esto requerirá un comportamiento humano apropiado a todas las escalas y bien puede involucrar proyectos de geoingeniería a gran escala aceptados internacionalmente; por ejemplo, para ‘optimizar’ el clima. En esta etapa, sin embargo, todavía estamos pisando en gran medida tierra desconocida”.

### Otras hipótesis sobre el inicio de la nueva era

- **Revolución neolítica.** Un proceso de transformaciones que arranca hace 10 mil años; la agricultura se convirtió en un factor determinante en la emisión de gases de efecto invernadero, además de que los humanos empezaron a poblar todo el planeta.
- **Finales del siglo XVI.** La colonización de América causó la muerte de 50 millones de habitantes de estos territorios. El drástico cambio demográfico impidió la explotación de tierras, que hasta entonces se cultivaban, por lo que se convirtieron en selva. Este crecimiento vegetal capturó una mayor cantidad de dióxido de carbono de la atmósfera, lo que dejó un rastro marcado en el registro geológico para 1610.
- **Revolución Industrial (1760-1840).** Periodo en el cual, debido al desarrollo tecnológico y a la nueva organización productiva, se incrementa el uso de combustibles fósiles; fue un punto de partida para el crecimiento de la población mundial y el consumo de recursos naturales.

Dr. Alejandro Cearreta:\*

Esta discusión es muy interesante porque hay una cierta confusión entre antrópico y Antropoceno. Es decir, la propuesta del Grupo de Trabajo del Antropoceno no es que éste es el tiempo geológico en el que hay humanos en el planeta, porque eso nos llevaría hasta la aparición del primer ser humano —que, incluso, no pertenecería a nuestra propia especie. La huella de los humanos, hasta hace muy poco tiempo era, primero, de carácter local o regional; además, no era sincrónica— porque, de hecho, hemos convivido diferentes especies de humanos, con diferentes impactos en el planeta en diferentes momentos de la historia. Entonces, el Antropoceno se define como el tiempo geológico en el cual los humanos, nuestra especie actual, se han convertido en un agente de transformación de la geología superficial del planeta. Y esto sólo ha ocurrido a partir de 1950.

\*Integrante del Grupo de Trabajo del Antropoceno





En 2007, Will Steffen y otros científicos aportaron [nuevas perspectivas](#). Destacan, por ejemplo, que a partir de la “gran aceleración” —auge industrial, incremento en el consumo de recursos, utilización de energía y crecimiento demográfico después de la Segunda Guerra Mundial— se han dado cambios dramáticos en los procesos terrestres.

En 2008, Jan Zalasiewicz, quien hoy se encuentra a cargo del GTA, publicó junto con otros científicos un [artículo](#) en el cual establecen varios aspectos que demostrarían que estamos en un nuevo tiempo geológico: la influencia humana en el clima y el medio ambiente, las perturbaciones en el ciclo del carbono y la temperatura, así como los cambios en los océanos. Señalan, asimismo, que hay cambios estratigráficamente significativos para poder pensar que estamos en una nueva etapa.

La relevancia del tema provocó que el 19 de mayo de 2011 la revista *Nature* publicara un [artículo editorial](#) en donde se habla de las transformaciones en el planeta debido a la actividad humana. En su postura institucional, la prestigiosa publicación subraya que el reconocimiento de esta nueva etapa geológica serviría para impulsar el trabajo interdisciplinario entre varias ciencias, comprender cabalmente la transformación que se está produciendo y, también, “para tomar medidas para controlarla”.

Sólo unos días después, el semanario británico *The Economist* [presentó](#) en su portada el titular: “Welcome to the Anthropocene”, y en páginas interiores registra cómo se ha ido adoptando el término para definir una etapa geológica caracterizada por la acción del hombre. En dicho artículo también se plantean los desafíos de esta etapa y se postula que una de las formas de aumentar la “resiliencia” del planeta podría ser a través de la geoingeniería.

La importancia que iba ganando el concepto del Antropoceno en el campo científico se expresaría en el surgimiento de publicaciones especializadas como *The Anthropocene Review* y *Elementa: Science of the Anthropocene*.

Aunado a lo anterior, en 2015 Simon Lewis y Mark Maslin, de la Universidad de Leeds (Reino Unido) y del Colegio Universitario de Lon-

dres, propusieron dos posibles fechas que podrían considerarse como el inicio del Antropoceno debido a la detección de evidencias científicas: 1610 y 1964. La primera, relacionada con el efecto de la conquista española en América; la segunda, con las repercusiones de la detonación de las bombas atómicas en 1945.

Para 2016, la presencia de plásticos en los sedimentos marinos

fue considerada como un indicador geológico clave del Antropoceno. Esto, en un [artículo](#) en el que Jan Zalasiewicz y colaboradores destacan que estos materiales “son abundantes y generalizados como fragmentos macroscópicos y prácticamente omnipresentes como partículas microplásticas”.

A estas caracterizaciones se sumó un [artículo](#) publicado en la revista *Science* (enero de 2016), en el cual Colin N. Waters y colaboradores afirman que es innegable que los seres humanos estamos dejando una huella persistente en la Tierra; aunque asumen que hay un debate sobre si esto es suficiente para establecer una etapa geológica, destacan como evidencias las modificaciones del ciclo del carbono, del nitrógeno y del fósforo en el último siglo, así como las perturbaciones en el sistema climático y las tasas aceleradas de extinción de las especies.

Algunos otros artículos han estado enfocados a conocer la cantidad de materiales que han sido producidos por el hombre en la actualidad, la llamada “masa antropogénica”.

[Desde las ciencias sociales](#), investigadores como Bruno Latour han

entrado en el debate al considerar al Antropoceno como un concepto filosófico, religioso, antropológico y político que resulta una alternativa a las nociones de “moderno” y “modernidad”. Por su parte, el geógrafo y ecólogo Erle C. Ellis, junto con otros autores, publicó el “Manifiesto ecomodernista” donde llaman a ver de forma positiva el término, y proponen denominar “buen Antropoceno” al periodo donde la humanidad pueda usar con sabiduría su tecnología y conocimiento con el fin de “estabilizar el clima y proteger el mundo natural”.

Diversos estudios han mostrado cómo hemos impactado al sistema Tierra; sin embargo, serán aquellas investigaciones que buscan

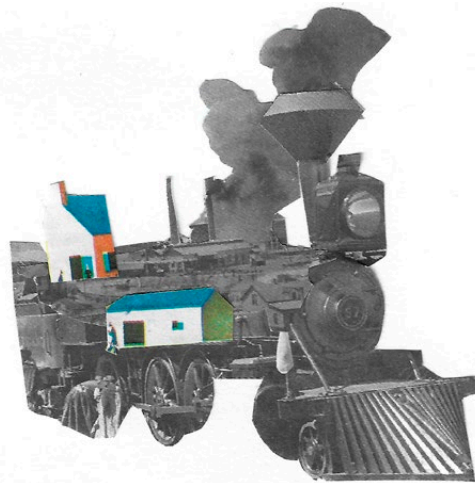
## Masa antropogénica

Es el conjunto de todo lo construido por el hombre: edificios, medios de transporte, utensilios, etcétera.

En 1900 la masa antropogénica era de 35 mil millones de toneladas. Para mediados del siglo XX se había duplicado. A partir de la Segunda Guerra Mundial se multiplicó varias veces hasta que, a finales de siglo, llegó a medio billón de toneladas.

Hoy, la biosfera de nuestro planeta pesa 1.2 billones de toneladas. En tanto que la masa antropogénica ha duplicado su peso, por lo que es equivalente al volumen de los organismos vivos.

Fuente: Jan Zalasiewicz y Mark Williams, [The conversation.com](#)



las evidencias estratigráficas las que permitan declarar al Antropoceno como un nuevo tiempo geológico.

### Críticas al concepto

“Cualquier cambio en la ciencia tiene que vencer una actitud conservadora que todos tenemos. Hay personas que todavía no aceptan la computadora y, de hecho, no la usan. Así, siempre hay un rechazo a cualquier innovación, sea técnica, conceptual o ideológica”, explica el doctor Alejandro Cearreta para justificar que el Antropoceno esté imiscuido en esta polémica.

Ejemplos de lo anterior abundan en la historia de la ciencia. Por ejemplo, la aparición de las vacunas y la oposición de la gente a inocularse —ilustraciones de la época mostraban con cuernos a las personas vacunadas. Lo mismo ocurrió cuando Darwin expuso su teoría de la evolución o cuando Copérnico habló de una concepción heliocéntrica del universo, es decir, que la Tierra y los planetas eran quienes giraban alrededor del Sol y no al revés, como hasta entonces se creía.

De este modo, el término Antropoceno es muy problemático, aunque también muy popular, como lo expone el doctor Priyadarsi. Basta con hacer una búsqueda en internet para que se desplieguen

cientos de textos que se refieren a él no sólo desde la geología, la biología y las ciencias de la atmósfera, sino desde la filosofía, la sociología y la economía.

Como era previsible, también han surgido distintos detractores de esta idea. Algunas de las críticas están enfocadas a cuestionar si las evidencias que existen en este momento en el registro geológico son suficientes para establecer un nuevo intervalo del tiempo geológico. Otras más consideran que existen evidencias del cambio producido por la actividad humana mucho antes de la década de 1950, por lo que el Antropoceno debería fijarse desde la aparición de los humanos en el planeta. En contraste, algunos críticos consideran que es “muy pronto” para establecer una nueva etapa y que es mejor hacerlo en el futuro, cuando las evidencias sean todavía más intensas. Finalmente, no falta quien asegure que la idea del Antropoceno responde más a una agenda política que a una realidad geológica.

Whitney Autin y John M. Holbrook, en el artículo “Is the Anthropocene an issue of stratigraphy or pop culture?”, aceptan que el término se ha popularizado en distintos sectores, pero que “la sugerencia de que el concepto puede validarse con un marcador estratigráfico global es, en el mejor de los casos, un poco prematuro”.

Por otra parte, respecto a la responsabilidad de la “humanidad” en las transformaciones del entorno, Andreas Malm y Alf Hornborg, en “The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative”, exponen que sólo una parte de la sociedad contribuyó a la Revolución Industrial (época propuesta por Crutzen como el inicio del Antropoceno), por lo que no están de acuerdo en que se señale que todos los humanos han participado de igual forma en la crisis ecológica. Esto fue reafirmado por Malm en “¿El Antropoceno o el Capitoloceno?”, publicado en *Correo de la Unesco*, donde considera incuestionable que las actividades

humanas son las causantes del cambio climático, pero señala que no es del todo cierto el relato sobre la “responsabilidad” de toda la especie humana, pues “no es así, de ningún modo”.

El doctor Cearreta explica que algunos detractores del término “consideran que la propuesta de Antropoceno como tiempo geológico responde a un factor cultural, al hecho de que en este momento nos estamos erigiendo en los protagonistas de la transformación ambiental del planeta”.

Los nueve límites planetarios planteados por Rockström son:

- 1) Cambio climático
- 2) Acidificación de los océanos
- 3) Ozono estratosférico
- 4) Ciclo biogeoquímico del nitrógeno
- 5) Uso global de agua dulce

### Los límites del planeta, en el umbral de lo tolerable

*Buscar formas de relacionarnos con la naturaleza*

DR. JULIO CAMPO\*

No solamente hemos empobrecido la biodiversidad por la pérdida de especies, al aumentar su tasa de extinción, sino que la hemos homogeneizado al favorecer, directa o indirectamente, las invasiones biológicas.

Asimismo, la deforestación altera las relaciones de dispersión de energía desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, es decir, afecta los patrones climáticos. Aunado a esto, el aumento de la temperatura hace que no todas las especies se puedan adaptar y corren un gran riesgo de extinción.

Ahora bien, esos efectos tienen una escala que va mucho más allá de la local o regional de nuestras acciones. El planeta es una gran unidad y, con base en esto, el sueco Johan Rockström propuso la idea de los “límites planetarios”; los cuales, de ser traspasados, pueden desencadenar cambios ambientales abruptos y no lineales.

\*INSTITUTO DE ECOLOGÍA, UNAM



- 6) Cambio en el sistema terrestre
- 7) Tasa a la que se pierde la diversidad biológica
- 8) Contaminación química y
- 9) Carga de aerosoles atmosféricos

### El impacto de la humanidad en la Tierra

En la historia de la Tierra han existido grandes cambios que originaron nuevos tiempos geológicos, los cuales dieron paso a nuevas formas de vida a escala microscópica y macroscópica. Grandes sucesos como el vulcanismo, el cambio climático, el movimiento de las placas tectónicas, la caída de meteoritos, entre otros, han sido parte de estos procesos. Hoy se está considerando que el hombre podría ser uno de esos acontecimientos, y que con sus actividades está generando transformaciones

aceleradas. Como lo enunció el doctor Priyadarsi Roy: "Es indiscutible que los seres humanos hemos perturbado el ecosistema a un punto que ya no hay regreso".

Definir el Antropoceno como un nuevo tiempo geológico está en la mesa de discusión. El doctor Roy considera que es muy pronto para establecerlo, aunque puntualiza que los geólogos que habiten el planeta en un futuro podrán detectar evidencias suficientes para hacerlo.

El doctor Cearreta, por su parte, confía en que el Antropoceno sea aceptado como un nuevo tiempo geológico; específicamente, la propuesta del GTA es ser incluido a nivel de época, con lo que de ser aceptado se daría por terminada la que vivimos actualmente, la del Holoceno. Además, destaca que el hecho de que genere mucho debate, novedad e interés mediático es bueno porque implica que el término

**Tabla 1. Diferentes formas de nombrar nuestro paso por el planeta**

Término	Año	Autor	Descripción
	1864	<b>George P. Marsh</b>	Escribió el libro <i>Man and Nature</i> en el que habla del poder que tiene el hombre de transformar la superficie de la Tierra.
<b>Antropozoico</b>	1873	<b>Antonio Stoppani</b>	Las actividades humanas pueden considerarse una fuerza que tienen un impacto sobre la Tierra.
<b>Psicozoico</b>	1883	<b>Joseph LeConte</b>	Domina el reino de la mente.
<b>Antropogeno</b>	1922	<b>Alexei Pavlov</b>	Una nueva unidad geológica surgiría gracias a la influencia del ser humano en la Tierra. Se enfoca en todo el género <i>homo</i> .
<b>Nóosfera</b>	1924	<b>Pierre Telihard de Chardin</b> <b>Edouard Le Roy</b> <b>Vladimir Vernadsky</b>	Destaca el papel que desempeñan la capacidad intelectual y los talentos tecnológicos de la humanidad en la configuración de su propio futuro y entorno.
<b>Antroposfera</b>	1966	<b>Ivan Ivanovich Elkin</b>	Se relaciona con el uso y transformación de los recursos naturales, así como las emisiones y residuos.
<b>Antropostroma</b>	1984	<b>Pietro Paserini</b>	Incluye todos los artefactos relacionados con el ser humano y sus actividades.
<b>Ecozoico</b>	1992	<b>Thombas Berry</b>	Destaca que la humanidad después de maltratar a la Tierra con el uso indebido de tecnología, debe avanzar hacia un estado en donde conviva en armonía con la naturaleza.
<b>Antroceno</b>	1992	<b>Andrew Revkin</b>	Tiempo geológico creado a partir de las actividades humanas.
<b>Homogenoceno</b>	1999	<b>Michael Samways</b>	Se reduce la biodiversidad al ser alterados de forma global los ecosistemas terrestres.
<b>Antropoceno</b>	2000	<b>Paul Crutzen</b> <b>Eugene F. Stoemer</b>	Época geológica actual. Las transformaciones en el sistema Tierra son causadas por la actividad humana.
<b>Capitaloceno</b>	2014-2016	<b>Jason Moore</b> <b>Andreas Malm</b>	Señala al capitalismo como el eje de la crisis ecológica global.
<b>Chthuluceno</b>	2015	<b>Donna Haraway</b>	Espacio y tiempo futuros donde humanos y no humanos se entrelazan; del encuentro de múltiples especies surgen nuevos vínculos éticos.

Fuente: Elaboración propia con base en Rull (2018), Baquedano y Donoso (2018) y Reyes (2020).

merece ser discutido. “Está ocurriendo una cosa interesante. Y es que la geología no es una ciencia muy popular; la población pone menos atención a lo que pasa en geología que lo que sucede en física, química, medicina o en astronomía. Pero el Antropoceno está haciendo que esta disciplina sea considerada y tenida en cuenta por periodistas, filósofos, arqueólogos, psicólogos, legisladores; es decir, por campos de conocimiento que hasta ahora no se habían interesado por ella, porque el Antropoceno nos interroga, también, como especie”.

Ante ello, valdría la pena traer a cuento que fue a finales de la década de 1960 y principios de la de 1970 cuando pudimos ver dos fotografías icónicas para la humanidad: nuestro planeta visto desde el espacio. Entonces observamos la masa continental, las nubes, el agua, y por primera vez entendimos, como sociedad, que vivimos y formamos parte de un sistema; ése que, según los estudios científicos, está siendo afectado por nuestra actividad, a tal grado, que hay puntos

en los que no existe retorno. Así, se ha comprobado lo que expresó el naturalista y explorador prusiano Alexander von Humboldt hace casi tres siglos: existe una unidad en la naturaleza que establece relaciones entre todas las partes que constituyen un sistema. De esta manera, hoy, con nuestro estilo de producción y vida no sólo nos perjudicamos, sino que estamos afectando todo nuestro entorno.

En la actualidad, la ciencia discute sobre el nombre que deberá tener el tiempo en que se aceleró el deterioro de la Tierra. Nosotros somos testigos y origen de esa transformación. Si el Antropoceno es consecuencia de nuestro paso por la Tierra, y el término se puso a discusión a partir de un grito, quizás hoy sea necesario nuestro silencio reflexivo para cuestionarnos todo lo que le estamos haciendo en este gran planeta azul. A fin de cuentas, nuestro futuro, el de nuestros descendientes, va en ello.



### Cambio climático: variaciones abruptas desde 1960



*Nos estamos metiendo con el sistema clima completito, no sólo con un aspecto, y el sistema responde.*

DR. FRANCISCO ESTRADA PORRÚA\*

Una de las principales manifestaciones del Antropoceno es el cambio climático. Hoy sabemos que la temperatura promedio global está 1.1 grado por encima del promedio preindustrial. Esto quiere decir que la Tierra ha aumentado su temperatura y han cambiado los patrones de precipitación, así como la frecuencia y la intensidad de algunos eventos extremos.

“No hay duda científica de dónde vienen estos cambios y por qué están ocurriendo. Si uno pone más gases de efecto invernadero en la atmósfera van cambiando las propiedades ópticas de la misma y eso está alterado el balance de energía del planeta”, explica el doctor Francisco Estrada Porrúa.

Desde mediados del siglo pasado se empezaron a hacer esfuerzos por generar las bases de datos y hacer cálculos sobre los sistemas del clima –por ejemplo, de la temperatura global– para ver cómo van cambiando. Fue alrededor de 1960 cuando se observó cómo la temperatura global se incrementaba. Así, los cambios son tan rápidos que difícilmente se puede encontrar algún periodo en la historia de la Tierra donde los cambios se den de manera tan abrupta.

“El análisis de datos y los métodos estadísticos nos permiten decir que este cambio que estamos viendo es estadísticamente significativo, no es una ilusión de los datos, sino que sí está ocurriendo. Nos han permitido, además, ‘descomponer’ ese cambio: ya detectamos qué contribución tiene la parte humana y cuál, la parte del forzamiento natural”, refiere el investigador, también integrante del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAYCC) de la UNAM.

Finalmente, advierte de otras consecuencias del cambio climático: “Vamos a tener impactos en agua, en agricultura, en salud, en la economía, en la productividad laboral. . . Y estos impactos van a ocurrir al mismo tiempo, porque todos son causados por el mismo fenómeno”.

\* PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO (PINCC), UNAM



## Referencias

- ACOSTA JIMÉNEZ, M. M. *et al.* (2021). Los retos para la sostenibilidad urbana en el contexto del antropoceno. *Antrópica. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 7(13), 141-164. <https://antropica.com.mx/ojs2/index.php/AntropicaRCSH/article/view/222>
- BAQUEDANO JER, S., y Donoso Sabando, C. (2018). Antropoceno y cambio climático: la ausencia de lo común en actividades y hábitos humanos que componen el ambiente. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, v(3). <https://www.dilemascontemporaneoseduccionpolitica-y-valores.com/index.php/dilemas/article/view/199/588>
- CUÉLLAR, A. S. (2017). Antropoceno: Una mirada desde la historia y la ética ambiental. *Revista Colombiana de Bioética*, 12(1), 55-63. <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RCB/article/view/1988/1571>
- EQUIHUA ZAMORA, M. *et al.* (2016). Cambio global: el Antropoceno. *CIENCIA ergo-sum*, 23(1), 67-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5379210>
- LLUCH COTA, S. *et al.* (2017). El antropoceno ¿una nueva era del planeta? *Ciencias*, 125, 4-9. <https://www.revistacienciasunam.com/es/205-revistas/revista-ciencias-125/2074-el-antropoceno-%C2%BFuna-nueva-era-del-planeta.html>
- MALDONADO, M. A. (2018). *Antropoceno: la política en la era humana*. Taurus.
- MALM, A., y Hornborg, A. (2017). ¿La geología de la especie humana? Una crítica al discurso del antropoceno. Trad. Valeria González y Pablo Méndez. *Simbiología. Prácticas artísticas en un planeta en emergencia*. <https://simbiologia.cck.gov.ar/publicaciones/la-geologia-de-la-especie-humana-una-critica-al-discurso-del-antropoceno-por-andreas-malm-y-alf-hornborg/>
- MAUELSHAGEN, F. (2017). Reflexiones acerca del antropoceno. *Desacatos*, (54), 74-89. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-050X2017000200074&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-050X2017000200074&script=sci_arttext)
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO) (2018). Bienvenidos al antropoceno. *El Correo de la UNESCO* (abril-junio). [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900\\_spa?1=null&queryId=4696ccfe-6380-46ec-a3bd-311d0d4a16e6](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900_spa?1=null&queryId=4696ccfe-6380-46ec-a3bd-311d0d4a16e6)
- REYES CARRANZA, M. (2019). El discurso del antropoceno: limitaciones ante la emergencia climática. En C. Tornel (coord.), *Alternativas para limitar el calentamiento global en 1.5°C. Más allá de la economía verde* (pp. 86-105). Heinrich Böll Stiftung. <https://mx.boell.org/sites/default/files/2019-12/ALTERNATIVAS%20P%20C%20GLOBAL%20V4-1.pdf>
- RUBIO GODOY, M. (2019). Antropoceno. *¿Cómo ves?*, (251), 9-13. <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/251/antropoceno>
- RULL, V. (2018). *El antropoceno ¿Qué sabemos de?*. CSIC y Catarata.

## Ligas

- AUTIN, W. J., y Holbrook, J. M. (2012). Is the Anthropocene an Issue of Stratigraphy or Pop Culture? *GSA Today*, 22(7), 60-61. <https://www.geosociety.org/gsatoday/archive/22/7/article/i1052-5173-22-7-60.htm>
- CRUTZEN, P. J. (2002). Geology of Mankind. *Nature*, 415(23). <https://www.nature.com/articles/415023a>
- CRUTZEN, P. J., y Stoermer, E. F. (2000). The "Anthropocene". *Global Change News Letter*, 41, 17-18. <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>
- JAN ZALASIEWICZ, M. W. *et al.* (2016). The geological Cycle of Plastics and Their Use as a Stratigraphic Indicator of the Anthropocene. *Anthropocene*, 13, 4-17. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.01.002>
- \_\_\_\_\_. (2008). Are we now living in the Anthropocene? *GSA Today*, 18(2). doi: [10.1130/GSAT01802A.1](https://doi.org/10.1130/GSAT01802A.1)
- LEWIS, S. L., y Maslin, M. A. (2015). Defining the Anthropocene. *Nature*, 519(171-180), <https://www.nature.com/articles/nature14258>
- MALM, A., y Hornborg, A. (2014). The Geology of Mankind? A Critique of the Anthropocene Narrative. *The Anthropocene Review*, 1(1), 62-69. <https://doi.org/10.1177/2053019613516291>
- NATURE (2011). The Human Epoch. *Nature*, 473(254). <https://www.nature.com/articles/473254a>
- STEFFEN, W. *et al.* (2007). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *AMBIO: A J. of the Human Environment*, 36(8), 614-621. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2)
- THE ECONOMIST (2011). Welcome to the Anthropocene. *The Economist*. 28 de mayo. <https://www.economist.com/leaders/2011/05/26/welcome-to-the-anthropocene>
- WATERS, C. N. (2016). The Anthropocene is Functionally and Stratigraphically Distinct from the Holocene. *Science*, 352(6269). doi: 10.1126/science.aad2622

# DETERIORO AMBIENTAL: lo que nos cuentan los lagos

Margarita Caballero\*



La paleolimnología, ciencia que estudia el pasado remoto de los lagos, ofrece evidencias sobre el impacto de las sociedades humanas en los ecosistemas.

Estudios realizados en México documentan procesos de erosión, eutrofización y deforestación en diversas culturas mesoamericanas.

\* Instituto de Geofísica, UNAM

Los importantes lagos estaban experimentando perturbaciones ecológicas sin precedentes históricos, que involucraban incrementos en sus niveles de nutrientes (eutrofización).

En la década de los ochenta del siglo XX sus estudios lo llevaron a la conclusión de que

Eugene Stoermer (1934-2012) fue el primero en introducir el término Antropoceno, pero ¿qué fue lo que le permitió proponer por primera vez esta idea de que el planeta está cambiando de forma acelerada por culpa de las actividades humanas?

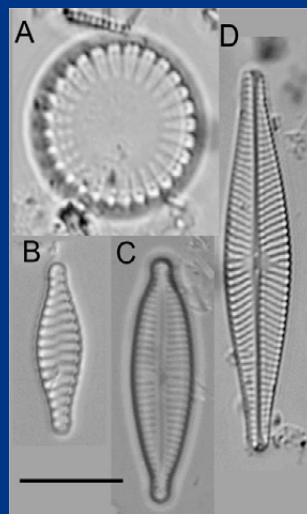
El biólogo estadounidense se especializó desde 1958 en el estudio de las algas unicelulares llamadas diatomeas, cuyas cubiertas silíceas se preservan muy bien en los sedimentos que se acumulan en el fondo de los lagos (Figura 1). Fue un pionero de la paleolimnología, la ciencia que estudia las características de los lagos en el pasado, y en especial en el uso de las diatomeas como indicadores ambientales en los Grandes Lagos de Norteamérica (Lago Superior, Lago Michigan, Lago Erie, etcétera). Sus estudios documentaron cambios en las poblaciones de diatomeas a lo largo del tiempo, lo que le permitió demostrar que estos enormes

las acciones humanas estaban ejerciendo un control cada vez mayor sobre los procesos que regulan las condiciones ambientales en estos lagos. En este contexto paleolimnológico fue que empezó a usar el término Antropoceno.

## ¿Hace falta un nuevo término?

Claro que el término se hizo popular entre los periodistas, activistas ecológicos y divulgadores de la ciencia después de que fue propuesto, más formalmente, por el químico Paul Crutzen y el propio Stoermer en el año 2000. El uso de este término, sin embargo, despertó controversias en la comunidad científica. Si bien la ciencia ha encontrado evidencias

Figura 1. Ejemplos de diversidad morfológica de las diatomeas preservadas en sedimentos lacustres



A) *Cyclotella* sp.  
B) *Staurisirella* sp.  
C) *Gomphonema* sp.  
D) *Navicula* sp.

Barra equivale a micras.

claras que apuntan a un cambio reciente sin precedentes en muchos ecosistemas, no es tan claro cuándo inicia este proceso acelerado de cambio ambiental.

Muchos científicos han acordado que el Antropoceno inicia en los años 1945-1950 con las detonaciones de las bombas atómicas, lo que permitiría identificarlo de forma inconfundible en el registro geológico en todo el planeta. De esta forma podría establecerse como una nueva época en la tabla geológica del tiempo (tabla cronoestratigráfica) o, por lo menos, como la edad más reciente dentro del Holoceno (Figura 2). No obstante, la falta de consenso ha impedido que se incluya como una división oficial del tiempo geológico.

Un punto de vista opuesto respecto al Antropoceno se basa en la idea de que, en realidad, el impacto humano en el registro geológico se puede ver desde mucho antes, durante todo el Holoceno (últimos 11,500 años), última época de la tabla cronoestratigráfica. El Holoceno está marcado en todo el planeta por una intensa actividad humana asociada con eventos de elevada erosión, deforestación y cambios significativos de la biodiversidad, con extinciones locales y globales de fauna y flora que van acompañadas de un aumento desproporcionado de las especies útiles al hombre (ganado, plantas cultivadas, etcétera). Todo esto se ha acelerado, particularmente, en los últimos 4,200 años; los que corresponden a la última edad dentro del Holoceno, el Megalayano (Figura 2). En este contexto, algunos científicos consideran el Antropoceno como sinónimo de Holoceno o, quizás, del Megalayano, por lo que no sería necesaria la introducción de un nuevo término.

### Es posible revertir la degradación ambiental

En esta discusión hay, desde mi punto de vista, ideas valiosas en ambos extremos. Por un lado, considero que es muy importante destacar que el humano lleva milenios modificando de forma muy importante el entorno. Esto es relevante en países como México, donde tenemos un legado

histórico muy antiguo que ha sido interpretado desde una perspectiva muy romántica, en la que las poblaciones nativas americanas (mayas, aztecas, etcétera) vivían en un equilibrio absoluto con el ecosistema. Sin embargo, diversas líneas de evidencia científica —entre ellas, estudios paleolimnológicos que hemos realizado en la Universidad Nacional Autónoma de México— aportan datos claros de un alto impacto humano con evidencias de erosión, eutrofización y deforestación durante, al menos, los últimos 4,000 años.

Los estudios paleolimnológicos pueden detectar la erosión por un incremento en indicadores geoquímicos terrígenos como el titanio en los sedimentos. La deforestación se registra como una disminución en los granos de polen de árboles (pinos, encinos, etcétera) y un aumento en el polen de hierbas y pastos. La eutrofización la detectamos como un aumento en especies de diatomeas tolerantes a aguas turbias y niveles elevados de nutrientes en el agua (¡son estudios similares a los que realizó Eugene Stoermer!). Todos estos cambios ocurrieron durante el tiempo en el que se desarrollaron las diversas culturas mesoamericanas: olmeca, maya, teotihuacana, azteca, etcétera. Estos datos apoyan la idea de un Antropoceno “largo”, que coincidiría en tiempos con el Megalayano.

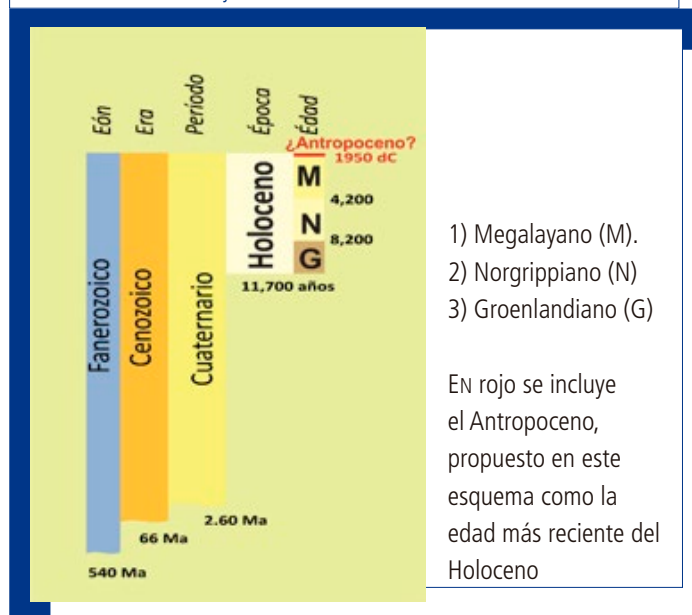
Por otro lado, resulta muy importante destacar que, en efecto, a partir de 1950 se han registrado procesos acelerados de degradación ambiental en todo el planeta. Dinámica que justificaría el concepto “corto” de Antropoceno. Estos procesos de degradación ambiental son muy intensos y sumamente preocupantes porque están generando una pérdida acelerada y global de la biodiversidad.

En nuestros estudios paleolimnológicos vemos este impacto reciente de forma muy clara, sobre todo en las investigaciones que hemos realizado en los estados de Veracruz y Chiapas. A pesar de ello, en algunos de estos registros hemos podido documentar que, una vez que se detiene la deforestación, los ecosistemas tienden a recuperarse o por lo menos estabilizarse, dando alguna esperanza de que puedan controlarse e, inclusive, revertirse los procesos de degradación. Esto, además, pone el dedo en la llaga, pues nos indica que el camino que sigan los ecosistemas modernos —si continuarán degradándose o podrán recuperarse— depende, en realidad, de lo que decidamos como sociedades que hacemos con el uso de los recursos naturales.

En este sentido, coincido con Eugene Stoermer: los estudios paleolimnológicos que he realizado marcan, claramente, que las acciones humanas en las últimas décadas están

ejerciendo un control cada vez mayor sobre los procesos que regulan las condiciones ambientales. Por ello, creo que se justifica el uso del concepto corto del Antropoceno como una herramienta útil, incluso necesaria, para la educación y concientización social; condición indispensable para reducir, mitigar y remediar el cambio ambiental reciente.

Figura 2. Extracto de la tabla cronoestratigráfica que muestra al Holoceno y sus tres edades.



- 1) Megalayano (M).
- 2) Norgrippiano (N)
- 3) Groenlandiano (G)

En rojo se incluye el Antropoceno, propuesto en este esquema como la edad más reciente del Holoceno



# ¿Y si hablamos de CAPITALOCENO?

y otros términos

Jessica M. Tolentino Martínez\*



**La discusión en torno al cambio climático y sus repercusiones en la vida comunitaria obliga a modificar la perspectiva en todas las disciplinas del conocimiento, de las ciencias naturales a las ciencias sociales. Es un debate en construcción que reclama no sólo proponer teorías críticas sino “reparadoras”, que asuman la diversidad y vengan de ella.**

\* Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

La primera vez que escuché el término fue en un seminario donde se discutía acaloradamente si lo correcto era decir que nos encontramos en el “Antropoceno” o en el “Capitaloceno”... ¡Uy, qué conceptos tan rimbombantes! Suenan muy interesantes, me dije. Obviamente, en ese momento quedé al margen de la discusión.

Dado su origen relativamente reciente (el año 2000) y, sobre todo, porque es un concepto que surgió entre especialistas de las ciencias naturales, es hasta años recientes que se habla del Antropoceno en los debates académicos de las ciencias sociales.

## La esfera humana y la natural, imbricadas

Paul Crutzen, investigador holandés ganador del premio Nobel de Química 1995, llevó a su máximo desarrollo la idea de que los seres humanos han transformado el planeta de una manera tan profunda, que se puede hablar de un nuevo tiempo geológico, el de los seres humanos.

Antes de formular esta hipótesis, Crutzen identificó la existencia de sustancias que atacan la capa protectora que se encuentra alrededor de la Tierra, compuesta por moléculas de ozono. Sus estudios permitieron que investigadores como Mario Molina y Sherwood Roland, con

quienes compartió el Nobel, expresaran de manera clara que los clorofocarbonatos (CFC), presentes en una gran variedad de artículos para el hogar, estaban poniendo en peligro la capa de ozono.

¿Cómo se sentiría Crutzen al descubrir que sustancias encontradas en productos como la laca para el cabello estaban destruyendo la Tierra? ¿Cómo se sentiría al pensar que sustancias creadas por las manos del hombre estarían poniendo en riesgo toda su existencia?

Descubrir que los seres humanos nos hemos convertido en una fuerza medioambiental global capaz de generar transformaciones radicales, que en poco o en nada han beneficiado los diversos espacios en los que habitamos, no debió ser un tema sencillo de manejar.

Por ello su discurso fue tan brillante. Pareciera evidente que dejamos el Holoceno y nos encontramos en un tiempo geológico moldeado por los seres humanos, dado su impacto directo en el medio natural a través de las diversas formas de organización social, política y económica.

En consecuencia, Crutzen propone que dejemos de lado la inercia del pensamiento occidental; un pensamiento que concibe en estancos separados: por un lado, el ser humano racional (un ser humano de corte neoclásico que busca maximizar beneficios y disminuir costos); por el otro, el “ambiente”. La realidad es que no existe una esfera humana y una esfera natural; ambas se encuentran imbricadas.

## Comprobación empírica

Existen pruebas contundentes sobre la agudización del cambio climático en la Tierra y la reducción de la biodiversidad en las últimas décadas; dichas alteraciones se explican por la acción humana. Debido a su comprobación empírica y a los indicadores y datos que evidencian que el planeta se encuentra al borde del colapso, el concepto de Antropoceno ha sido aceptado por amplios sectores de la comunidad científica.

Reportes de diversas instituciones y organizaciones especializadas aseguran que el indicador más claro del calentamiento global es el constante incremento de las temperaturas promedio en el mundo, que en los últimos



años aumentó 0.8 °C, producto de los gases de efecto invernadero.

El aumento de temperatura genera que la humedad del suelo se evapore rápidamente, provocando sequías y olas de calor, lo que a su vez incrementa la posibilidad de incendios de mayor amplitud e intensidad. El aumento de temperatura también ha afectado de manera directa los patrones de lluvia y nieve, y, por supuesto, generado cambios en las comunidades de plantas.

Las estaciones del año, que eran tan marcadas, están desdibujadas: parece que la primavera y el otoño están desapareciendo, mientras que el invierno y el verano han dejado de representar cambios drásticos. Esto afecta de muchas maneras y en diversos espacios; pero una de las transformaciones más graves apunta a la agricultura: quienes producen en el campo deben instrumentar medidas drásticas y costosas para aminorar los efectos de sequías o heladas.

Sin embargo, es importante señalar que el modelo vigente en la producción agrícola y ganadera también contribuye al cambio climático, principalmente por la producción intensiva, el uso excesivo de fertilizantes y la deforestación de grandes extensiones de tierra que son ocupadas para el ganado.

El mar tampoco escapa a las consecuencias del cambio climático, ya que en los últimos 30 años, y debido a que el mar absorbe grandes cantidades de dióxido de carbono, ha provocado un incremento en su acidez de más de 6.2%. Asimismo, el mar se está calentando cada vez más, lo que provoca tormentas y huracanes que se manifiesten con mayor frecuencia.

Con estos datos como contexto, la hipótesis del Antropoceno ha ganado espacio en los debates científicos. De hecho, en el año 2020 el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) dedicó su informe al concepto. En la introducción, titulada "La próxima frontera: el desarrollo humano y el Antropoceno", se subraya la necesidad de incorporar éste y otros términos para concebir y medir el progreso. Ya no basta con hablar de Producto Interno Bruto (PIB) como medida de desarrollo.

Si bien el PNUD ya había clasificado a los países del mundo según su nivel de "desarrollo humano" (analizando la oportunidad que tienen los habitantes de un país para lograr la vida que

deseen), ahora da un paso más allá al visualizar de manera directa el impacto de las sociedades humanas sobre el planeta. Al mismo tiempo, dedica una parte del informe a la articulación de alternativas de organización social, económica y productiva para lograr un entorno que combine el equilibrio con la naturaleza y la justicia en la vida de las comunidades.

El discurso se vuelve aún más interesante cuando toca el tema de la pandemia de covid-19, emergencia global que reveló la extraordinaria debilidad de las bases sociales, económicas y políticas que sustentan a las sociedades contemporáneas, y la fragilidad del ser humano ante un virus. Atisbo, apenas, de lo que nos depara el futuro.

“

La hipótesis del Antropoceno propició un debate ambiental, político y moral. Desde otras ciencias se incorporan nuevos elementos que enriquecen la reflexión

”

Lo cierto es que la humanidad enfrenta una grave disyuntiva: continuar por la ruta de la degradación de las condiciones sociales, productivas y ambientales, o asumir la urgencia de establecer una relación diferente con la naturaleza. Esto último, la necesidad de encontrar un camino alternativo en donde el ser humano encuentre una interconexión con lo natural, reclamaría transformar nuestra dinámica socioproductiva para asegurar el porvenir.

### Del capitalismo a los ensamblajes multiespecie

Es un hecho que la hipótesis del Antropoceno puso sobre la mesa no sólo un debate ambiental sino, también, político y, hasta cierto punto, moral. A partir de ello es que surgen, desde otras ciencias, posiciones críticas que incorporan nuevos elementos a tener en consideración.

La discusión en torno a una nueva era geológica marcó un antes y un después en la reflexión de diversas disciplinas científicas. Un cierto grado de "culpa" llevó a pensar en los actos cometidos: ¿cómo y en qué momento llegamos aquí?, ¿de quién es la culpa?, ¿de todos?

El calentamiento del planeta ha venido aumentando desde el inicio la Revolución Industrial, a fines del siglo XIX, cuando se comenzaron a quemar grandes cantidades de combustibles fósiles, los cuales fueron liberando dióxido de carbono.

No es de extrañar que el capitalismo alcanzara su etapa madura en ese siglo, ya que al proceso de acumulación de la tierra se le sumó la acumulación de dinero, fábricas, acciones de empresas, etcétera. En este proceso, el trabajo humano tuvo un papel relevante en la reproducción y generación de valor y valor añadido (plusvalía) que no le es remunerado; pero, también, de manera importante en la explotación desmedida de la naturaleza.

De manera simplista diríamos que, por un lado, tenemos a los poseedores de los medios de producción y, por el otro, a los desposeídos, que lo único que tienen propio es su mano de obra para ofertar. Esto nos permitiría pensar, de entrada, que no todos los seres humanos han participado de igual manera en el Antropoceno; no todos los grupos sociales han participado de la misma forma en su reproducción.

No es lo mismo hablar de países desarrollados que de países en vías de desarrollo; no es lo mismo hablar del Norte que del Sur. De fondo hay muchas escalas de relaciones y de dinámicas productivas, organizativas, culturales, etcétera, que nos llevan a pensar en la diferencia de espacios y la organización de los mismos. Aquí es donde las ciencias sociales hacen su aparición, ya que tanto el planteamiento de la problemática medioambiental como su solución deben de verse de acuerdo a la adscripción espacial del ser humano.

Desde los años noventa del siglo pasado, en los diversos discursos y teorías de las ciencias sociales se ha aceptado que el ser humano dejó de ser ese *homo economicus* que sólo estaba interesado en maximizar su beneficio y disminuir sus costos; cada vez, con mayor contundencia, se asume que el ser humano es realmente complejo y lo mueven múltiples

racionalidades; por lo que, también, debieran considerarse las múltiples realidades en las que se desarrolla.

De esta manera, referirse al ser humano como “especie” sería muy simplista. En 2015, desde el campo de la ecología política, Jason W. Moore ahondó en el debate al mencionar que no podemos decir que fue el *antrophos*, la especie humana concebida como un todo, quien originó la situación actual que vive el planeta; que debemos pensar que fue originado por las relaciones que privilegian la acumulación de capital.

“  
No sólo se trata de  
construir teorías críticas  
sino, también, teorías  
reparadoras que vengan  
desde diversos ecosistemas  
y espacios de acción local  
”

especialmente. Por su parte, Chthuluceno es un concepto más complejo en el cual tiene que ver el florecimiento de ensamblajes ricos en múltiples especies en donde se incluyan a las personas.

Haraway invita a no pensar en relaciones antropocéntricas, ya que tenemos una conexión común entre todos los seres vivos, una relación simbiótica. Ella aboga por un pensamiento optimista, pues considera que aún es posible revertir los daños al planeta si encontramos la manera de cohabitar con otras especies acompañantes.



© PHILCOLD | DREAMSTIME.COM

Así, el concepto de Capitaloceno ha ido ganando cada vez más adeptos, ya que abrió el debate a nuevas formas de concebir y analizar el cambio climático que dio origen al Antropoceno. En el discurso de Moore se desdibuja, aún más, la división entre el ser humano y la naturaleza; propone que pensemos en que los procesos de acumulación del capital son procesos socioecológicos; invita a considerar que existe un replanteamiento de la naturaleza como algo multinivel. La ecología-mundo que enarbola Moore se posiciona como un nuevo paradigma que permitiría explicar fenómenos complejos como el cambio climático, además de otros fenómenos sociales y políticos.

Otros términos han surgido a partir del debate del Antropoceno. Es el caso del Plantacioneno y el Chthuluceno, ambos formulados por Donna Haraway entre 2015 y 2017. Para esta autora, el Antropoceno tiene discontinuidades graves, por lo que nuestro trabajo sería hacer que sea un periodo corto en la medida en que vayamos construyendo lo que llama “refugios”, donde grupos de seres vivos se reconstruyen a partir de eventos extremos como la deforestación o el desplazamiento.

El término Plantacioceno designa la transformación devastadora de bosques y extensiones de tierra en plantaciones extractivas y cerradas; en estas plantaciones el trabajador es alienado y, en general, ha sido desplazado

Los debates que han surgido a partir del concepto Antropoceno son realmente relevantes, interesantes y novedosos. A partir de este breve recorrido debe quedar claro que nosotros vamos construyendo, día a día, el futuro de la naturaleza, de la humanidad. Hoy, más que nunca, debemos pensar en nuestras acciones, en nuestro consumo, en la comunidad y en el futuro que dejamos para los que vienen detrás de nosotros. No solo se trata de construir teorías críticas sino, también, teorías reparadoras que vengan de la diversidad, desde diversos ecosistemas y espacios de acción local.



# El IMPACTO HUMANO se cuenta en miles de años

Guillermo Acosta\* /  
Kurt Heinrich Wogau Chong\*



**La transformación de la naturaleza por obra de las sociedades humanas no inició con la industrialización. Desde la mirada arqueológica es posible advertir fenómenos que modificaron radicalmente el paisaje y la relación con el entorno, como el desarrollo de la agricultura y el paso del nomadismo a la formación de las primeras aldeas sedentarias, hace unos 10 mil años.**

\* Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

En décadas recientes se ha incrementado el debate sobre la huella que la sociedad humana ha dejado en nuestro planeta en los últimos siglos. Como resultado de ello se ha propuesto una nueva edad geológica, el Antropoceno. Ésta se define como el tiempo geológico a partir de la cual las actividades humanas han impactado en el funcionamiento de nuestro planeta. Si bien el concepto no ha sido universalmente aceptado y los investigadores aún no están de acuerdo sobre el momento en el que inició, se han sugerido fechas como

el comienzo de la Revolución Industrial (alrededor del año 1800) o el fin de la Segunda Guerra Mundial (1945). Otros, por el contrario, extienden su inicio desde fines del Pleistoceno. Independientemente de esta discusión, no hay duda de que los grupos humanos han impactado su entorno desde mucho antes que iniciara la Revolución Industrial.

Un problema para determinar el impacto humano en el planeta es que éste no se observa, necesariamente, como un evento geológico global. No obstante, en las últimas décadas

se ha buscado esta huella en otros *proxies*, registros naturales del clima del pasado como los núcleos de hielo o los registros dendrocronológicos.

Por nuestra parte, aceptamos la idea del Antropoceno como el periodo donde los seres humanos han dejado huella en el entorno que habitaron; pero consideramos que esta huella se produce a distintas escalas y de forma diversa, a ritmos que pueden ser observados en diferentes registros. Preferimos este término a otros como Capitaloceno, el cual centra los efectos a escala global a partir de la Revolución Industrial. Pensamos, en consecuencia, que en la escala de la historia humana es importante evaluar los efectos del impacto humano en periodos previos al auge de la industrialización; los cuales, si bien no pueden considerarse necesariamente de "escala global", modificaron sus entornos a escala continental o insular, como el poblamiento de Australia y América, o la expansión del Imperio Romano.

La idea de este artículo no es discutir sobre el momento exacto del "inicio" del Antropoceno sino, más bien, reflexionar sobre los efectos causados por los seres humanos al colonizar nuevas regiones después de su salida del continente africano hace unos 75 mil años. En este trabajo realizamos una breve evaluación del impacto antropogénico y sus consecuencias a escalas continentales y globales durante diversos episodios que marcaron nuestra historia como sociedad. También, proponemos la metodología a seguir en el complejo estudio de la relación hombre-ambiente. Finalmente, queremos destacar que la escala del impacto y la aceleración de los procesos de deterioro ambiental fueron progresivas, conforme las sociedades aumentaron el tamaño de sus comunidades y se desarrollaron social y tecnológicamente.

## Todo inicia en África

Los seres humanos evolucionaron en África. Hace, al menos, 230 mil años que existen los seres humanos anatómicamente modernos; pero la conducta simbólica aparece por primera vez hace unos 80 mil años. Estos humanos, anatómicamente y cognitivamente "modernos", salieron de África en algún momento hace unos 75 mil años. Por el ADN mitocondrial de las poblaciones humanas modernas, sabemos que

estos primeros humanos fueron una especie reducida poblacionalmente, casi al borde de la extinción y, probablemente, forzada a migrar en un periodo en el que el norte de África, el Oriente Próximo y algunas partes de Europa eran parecidas en términos ecológicos. A partir de entonces, los seres humanos iniciaron la colonización de nuevos continentes y entornos, pasando periodos climáticos más fríos o, eventualmente, más templados que los actuales, hasta colonizar las regiones más remotas como Australia (hace unos 50 mil años), América (15 mil años) o Nueva Zelanda (hace unos mil años).

Aunque hay una idea generalizada de que los cazadores-recolectores, la forma más antigua de organización social, no sobreexplotaban su entorno —pues migran cuando la productividad del mismo decrece y mantiene su población con una demografía baja—, la realidad es que son más diversos en su conducta y organización social interna de lo que se cree. Esta conducta adaptativa les permitió a los primeros humanos no sólo colonizar los ambientes más diversos, desde las selvas de Borneo hasta la tundra de las regiones árticas, sino modificar los entornos para su beneficio una vez que se establecieron en una región determinada. De esta manera desarrollaron el arco y la flecha en áreas abiertas como las grandes llanuras, mientras que en las selvas tropicales usaron cerbatanas y dardos envenenados.

Ocasionalmente, al ingresar en nuevos territorios, las especies poco habituadas a los humanos parecen haber sido más vulnerables, tanto a la caza como a la introducción de enfermedades. Así se produjeron las primeras extinciones en las que los seres humanos pudieron ser sus causantes, directa o indirectamente; ya sea por la caza de poblaciones disminuidas a causa del cambio climático tras el fin de la última Edad del Hielo (como los grandes megaherbívoros, mamuts y mastodontes) o por la caza indiscriminada, como sucedió con los moas gigantes al poblarse Nueva Zelanda.

Si bien aún es difícil saber qué papel jugaron los cazadores de la última Edad del Hielo en la extinción de la megafauna pleistocénica, es

indudable que aprovecharon estos recursos, como queda registrado en distintos sitios del Viejo y el Nuevo Mundo. En México, en el sitio de Santa Isabel Iztapan, al norte del lago de Texcoco, se han recuperado restos de dos mamuts asociados a puntas de proyectil, que dan cuenta de que fueron cazados, así como otros artefactos líticos empleados para procesar la presa. En otras cuevas, como Santa Marta y Los Grifos, en el estado de Chiapas, se han logrado obtener datos ambientales que registran la llegada de estos primeros pobladores durante el periodo más frío a finales del Pleistoceno, hace unos 12,500 años, y se han recuperado restos de caballos extintos que fueron cazados (Figura 1).

### De nómadas a sedentarios: otra escala del "impacto humano"

Probablemente, de los eventos que mayor efecto tuvieron en la historia humana en nuestro planeta destacan dos: el desarrollo de la agricultura y la Revolución Industrial. Analicemos el primero.

La llamada Revolución Agrícola implicó, por un lado, la dependencia de plantas cultivadas, principalmente cereales como maíz, trigo o arroz; por el otro, de enorme relevancia, el desarrollo de la vida sedentaria y, con ello, el desarrollo de las primeras aldeas

y, más tarde, de las primeras ciudades. Este proceso no fue un evento único a nivel global, pero en todos los casos ocurrió tras el fin del último periodo glacial, hace unos 11,700 años, cuando un clima más cálido lo permitió.

En el Viejo Mundo, particularmente en el llamado Creciente Fértil —que incluye a Mesopotamia, Palestina y Egipto— los antiguos grupos de cazadores-recolectores cambiaron su estrategia de obtención de alimentos cazando fauna menor, pescando y recolectando cereales silvestres que almacenaban. La elevada productividad del entorno cercano a ríos o pantanos les permitió desarrollar las primeras aldeas sedentarias hace unos 10 mil años; un milenio después desarrollaron las primeras ciudades en sitios como Jericó o Çatalhöyük. Estos primeros asentamientos sedentarios vivían de la recolección de especies silvestres y desarrollaron la cerámica más antigua; domesticaron plantas como la cebada o el trigo y animales como el cerdo, la cabra y la oveja.

En el Nuevo Mundo el proceso de domesticación de plantas y animales antecede al desarrollo de la sedentarización. Al parecer, los primeros pobladores ingresaron con una especie domesticada: el perro. Al finalizar el Pleistoceno, los cazadores-recolectores del área mesoamericana manipularon plantas desde épocas tempranas y, eventualmente, causaron modificaciones en ellas mediante "presión selectiva"; es decir, la elección de aquellos rasgos que les son de mayor interés e incentivar su propagación. Por ejemplo, las calabazas: utilizadas originalmente como recipientes de líquidos y para el consumo de las semillas, eventualmente cambiaron el sabor amargo de su carne a uno más dulce y con semillas de mayor tamaño. La calabaza fue la primera planta domesticada en América hace unos 10 mil años.

La domesticación del maíz inició hace, al menos, 9 mil años, a partir del manejo y modificación de su pariente silvestre, el teosinte. El maíz es, sin duda, uno de los mejores ejemplos de cómo los seres humanos han modificado una especie para su beneficio; el fruto del maíz moderno se pare-

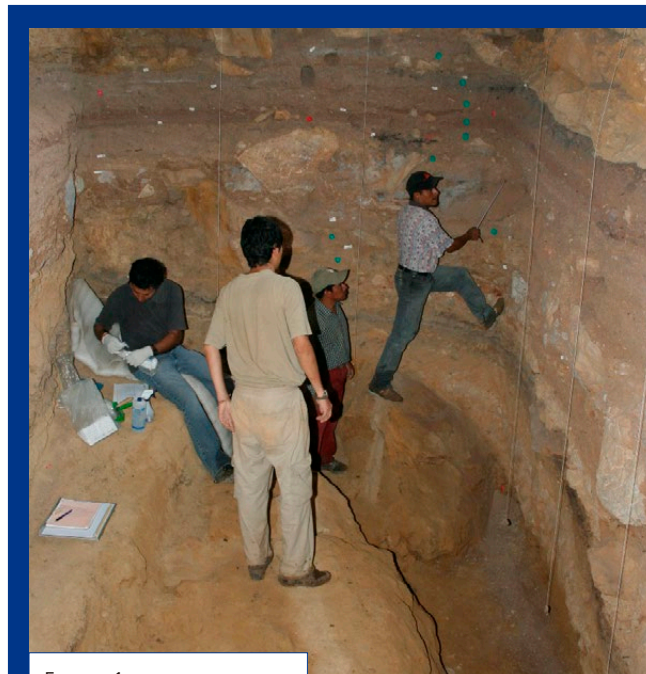


FIGURA 1.

ce muy poco al de sus parientes silvestres, no sólo en tamaño sino en la estructura de las ramas de la planta, la dureza de las semillas, la capacidad de producir una mayor cantidad de almidones e, incluso, en su capacidad de colonizar, mediante sus distintas variedades, los más diversos climas.

La adopción de la agricultura y la vida en aldeas es uno de los procesos que cambiaron radicalmente nuestra capacidad de modificar el entorno —equiparable, por ello, a la Revolución Industrial. El desarrollo de sistemas de almacenamiento y el cultivo de especies domesticadas permitió generar una enorme cantidad de alimento en la forma de carbohidratos, lo que, a su vez, condujo a un aumento demográfico sin precedentes. La vida en grandes asentamientos humanos modificó, asimismo, la estructura social, deviniendo en las primeras sociedades jerarquizadas. A partir de entonces se observa, por primera ocasión, la aparición del “consumo conspicuo”: esto es, destinar una gran cantidad de recursos y energía a bienes o construcciones que no tienen como

objetivo la subsistencia misma: joyas, edificios suntuarios, ofrendas religiosas, bienes de prestigio, etcétera.

Otro aspecto importante es que, una vez llevada a cabo la Revolución Agrícola en una región, se observa históricamente un “efecto dominó”, donde este modo de vida se adopta rápidamente por otras comunidades, asimilándolas o desplazándolas, y dejando a las comunidades cazadoras-recolectoras en regiones marginales o apartadas.

Por otro lado, el impacto ecológico de la agricultura también deja una huella en registros sedimentarios. Por ejemplo, en algún momento entre hace 7 mil y 5 mil años, en diversas regiones de las tierras bajas tropicales del Pacífico (Guerrero, Soconusco) y la Costa del Golfo (Tabasco y Veracruz) se ha registrado la aparición de maíz en las secuencias sedimentarias de lagos y pantanos; esta primera

aparición coincide, en todos los casos, con una disminución importante en el polen arbóreo, además de un aumento significativo de plantas oportunistas. Este cambio abrupto en el entorno ha sido explicado por la acción humana de creación de agroecosistemas del tipo “roza-tumba y quema”. Esta agricultura extensiva se lleva a cabo, actualmente, en regiones tropicales donde la tala sistemática de la selva local y la quema de la biomasa resultante sirven para fertilizar suelos delgados y fácilmente erosionables con el objetivo de cultivar amplias áreas de milpa. Esta actividad está presente en la región varios milenios antes del desarrollo de las civilizaciones olmeca y maya, pero crece exponencialmente tras la aparición de los primeros centros urbanos en Mesoamérica. En otras regiones, como la cuenca de México, estas primeras aldeas aprovecharon un entorno altamente productivo y adoptaron las plantas

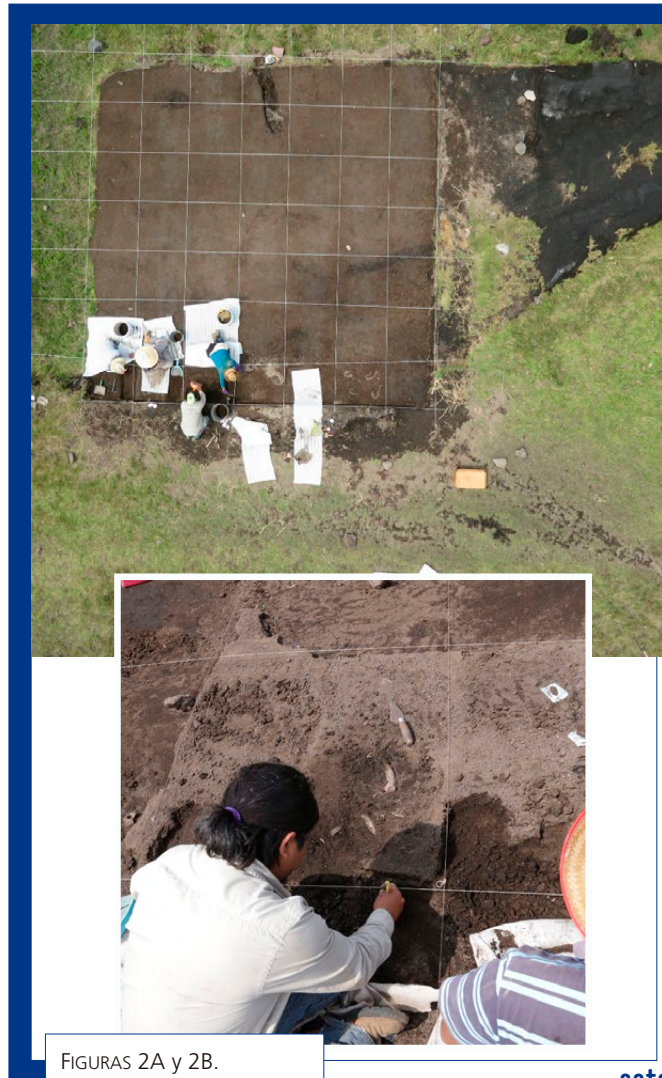
domesticadas como un complemento a su dieta (Figura 2A y 2B).

Finalmente, los arqueólogos han observado que el llamado “colapso” de las antiguas ciudades-estado mesoamericanas, como las ciudades del Clásico Maya o Teotihuacán mismo, pudiera estar relacionado con distintos factores, incluidos los de orden ecológico. En este último aspecto se observa, junto con periodos de precipitación disminuida, la degradación ambiental causada por la deforestación asociada a la agricultura intensiva o por la necesidad de madera para consumo doméstico y la producción de cal para las estructuras urbanas. Estos entornos degradados, aunados a factores internos (una probable revuelta en el caso de Teotihuacán) o externos (guerras prolongadas entre distintas ciudades dominantes en el área maya), precipitaron la caída de sistemas políticos y la interrupción de abastecimiento a las ciudades, lo que obligó a su abandono paulatino o abrupto y a la migración de la población a otras regiones.

### El paisaje del Nuevo Mundo, antes y después de la batalla

El descubrimiento del llamado Nuevo Mundo cambió, sin duda, la historia de la humanidad. Nadie hubiera imaginado que la caída de Constantinopla y el “cierre” comercial del estrecho de los Dardanelos desembocarían en una carrera vertiginosa de las potencias europeas en la búsqueda de nuevas rutas marinas a las Indias. ¿La llegada de europeos al Nuevo Mundo, con sistemas económicos, sociales y religiosos totalmente contrastantes con los usados por los habitantes del territorio “descubierto” impactó directamente en el paisaje natural del que más tarde se conocería como América?

En la región de Mesoamérica el inicio del periodo colonial fue marcado por la introducción de epidemias como la viruela, que provocaron una mortandad sin precedentes. Fuentes históricas mencionan que, durante la batalla de Tenochtitlan, los efectos de la viruela ya eran evidentes en los defensores y la población de



FIGURAS 2A y 2B.

la capital azteca. Por otro lado, algunos autores sugieren que la región central de Mesoamérica tenía uno de los índices de población más altos a nivel global durante la llegada de los europeos (1519), con alrededor de 20 millones de habitantes. Cuando se realiza el primer censo de población (1568) sólo quedaban alrededor de 2.7 millones de habitantes. En otras palabras, las epidemias provocaron la muerte de 87% de la población.

Lo anterior produjo cambios drásticos en el pasaje mesoamericano. Durante la época prehispánica diversos sistemas agrícolas fueron empleados: chinampas, campos elevados y terrazas de cultivo fueron algunos de los más comunes. Las terrazas de cultivo se construían en las pendientes de los cerros. Su función era contener la erosión y generar espacios útiles para la agricultura. Este sistema agrícola requería mantenimientos constantes. El abandono de los campos de cultivo construidos en terrazas produjo su deterioro. El agente más importante de erosión, el agua, continuó su trabajo destruyendo dichos sistemas agrícolas y generando una alteración del paisaje sin precedentes. La imagen de estos paisajes es tan singular, que la geomorfología les asignó un nombre: *badlands*.

La reducción de la población en los inicios de la Colonia no fue exclusiva de la región mesoamericana. Los devastadores efectos de las nuevas pandemias también fueron evidentes en el Caribe, Centroamérica, territorios incas, Amazonas y América del Norte. El abandono a nivel continental de campos de cultivo trajo como consecuencia un mecanismo conocido como "sucesión secundaria de vegetación". Los campos de cultivo, antes modificados por actividades agrícolas, fueron reforestados de manera natural, incrementando su biomasa. Esto produjo un aumento en la capacidad de almacenamiento carbono o un incremento de secuestro de carbono atmosférico. Núcleos de hielo de la Antártida reflejan un decremento drástico en los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico, entre 7-10 ppm, durante el año 1600. En consecuencia, un efecto de irradiación negativo provocó la disminución de temperatura a nivel global. Es interesante señalar que este evento ocurrió durante la anomalía climática conocida como la Pequeña Era del Hielo.

El mecanismo previamente descrito señala una relación directa entre actividad antrópica y niveles de CO<sub>2</sub> atmosféricos. Este es, sin duda, uno de los temas más frecuentes en la sociedad moderna. El actual calentamiento global parece ser todo lo apuesto a lo ocurrido durante el inicio del periodo colonial. Actualmente, el incremento de niveles de CO<sub>2</sub> por la actividad industrial produce un efecto de irradiación solar positivo incrementando la temperatura a nivel global. Esto nos conduce a una pregunta: ¿qué evento tiene mayor peso para ser usado como marcador inicial del Antropoceno?

Es una pregunta difícil de responder. Pero si algo podemos asegurar es que el avance de la ciencia, en especial los estudios paleoambientales, nos mostrarán más eventos donde los seres humanos modificaron el frágil equilibrio natural de manera drástica. De ahí la dificultad de establecer con precisión el inicio del Antropoceno, por lo que es mejor definirlo no como un punto de origen sino como un proceso en desarrollo: desde la salida de África de los primeros humanos modernos hasta la actualidad.

### Transdisciplina: la vía para estudiar fenómenos complejos

El estudio del impacto humano en el paisaje es un tema complejo, apasionante y, hasta cierto punto, polémico. En la sociedad mexicana existe un cierto romanticismo acerca de la relación "armónica" que, presuntamente, las sociedades mesoamericanas tenían con su entorno natural. Esto dista mucho de la realidad. Las actividades productivas de estas sociedades ejercieron modificaciones al paisaje en diversas escalas. Todo esto para cubrir una serie de necesidades básicas, como la alimentación de un grupo reducido de individuos o la fundación y el mantenimiento de ciudades complejas. Este hecho no califica a las antiguas sociedades según los parámetros actuales; simplemente ratifica que los grupos humanos toman decisiones ecológicas de acuerdo con sus necesidades y las características de su sistema económico.

El principal papel de la ciencia es proveer datos cuantitativos y útiles para la compren-



sión de fenómenos complejos como la relación de las sociedades con su entorno y con otras sociedades; y, de paso, desmentir algunos mitos como el anterior. La pregunta central es ¿cómo generar datos útiles para el estudio de esta compleja relación? Básicamente necesitamos dos cosas: archivos naturales y estudios multidisciplinarios.

¿Qué son los archivos naturales? La formación de elementos del paisaje natural como suelos, lagos, lagunas, capas de hielo y pantanos está directamente ligada a mecanismos climáticos, geológicos y, algunas veces, humanos. Estos elementos del paisaje tienen una memoria de los diversos procesos que les dieron forma. Un ejemplo de estos son los lagos (Figura 3). Un lago se define como un cuerpo de agua continental sin conexión al mar. Estos cuerpos de agua pueden ser generados por diferentes procesos. El caso más simple es el de la formación de una depresión en el terreno que es invadida por agua, ya sea por corrientes fluviales o por la actividad de un manto acuífero. Dentro de este cuerpo de agua se producen diversos procesos biológicos, geológicos y geoquímicos. Por ejemplo: durante la época de lluvias ocurre un constante transporte de sedimentos hacia el fondo del lago; la cantidad de sedimentos que son depositados en el fondo puede ser directamente proporcional a la cantidad de lluvia, pero en algunos casos esta relación es más compleja; estos sedimentos transportan iones de elementos químicos que pueden ayudar a la productividad interna del

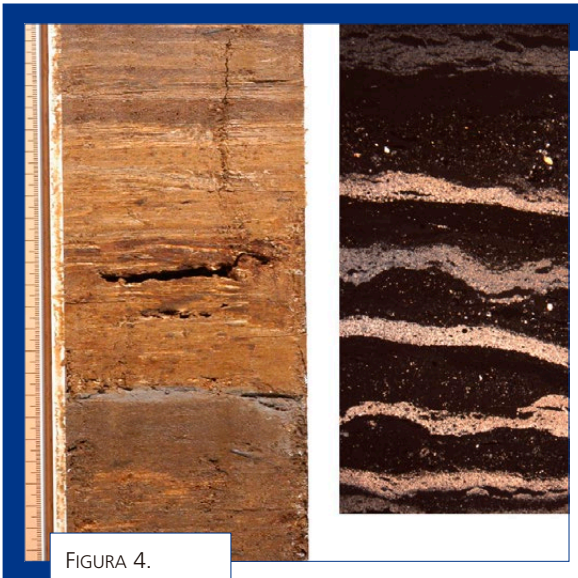


FIGURA 4.

lago. En otras palabras, los sedimentos transportan nutrientes que son aprovechados por la fauna en el lago en su ciclo de reproducción.

Toda esta historia es registrada en diminutas capas llamadas laminaciones, las que pueden tener espesores menores al milímetro (Figura 4). Los procesos geológicos y biológicos anuales que se producen en el lago se registran en dos o más de estas laminaciones. Ahora, en el hipotético caso de que dos laminaciones del lago representen un año, y en un trabajo de investigación se logre perforar un núcleo de sedimentos con una longitud de 10 m, ¿es posible imaginar la cantidad de información que este archivo natural puede ofrecer?

El proceso citado podría describirse como un ciclo natural del lago. ¿Qué pasa cuando un grupo de humanos interactúa cerca de este cuerpo de agua? Sin duda alguna, el ciclo natural es modificado. Imaginemos el siguiente caso. Un grupo de agricultores primitivos decide que la ribera de cierto lago es un buen sitio para la práctica de la agricultura. Esta actividad humana tiene una repercusión directa en la cantidad de sedimentos que ahora llegan a la cuenca lacustre. De esta manera, el proceso de sedimentación previo a la llegada de los grupos humanos sólo era influido por el clima de la región como la lluvia; pero, después, tiene otra firma: la actividad antrópica. ¿Qué repercusiones tiene esta actividad antrópica en el ciclo natural del lago? Varias. Pero enfoquemos la atención en una: el aumento de tasa



de sedimentación (cantidad de sedimentos que llegan al lago en una unidad de tiempo), incrementa la cantidad de nutrientes. El exceso de nutrientes, a su vez, multiplica la productividad en el lago, incrementando el número de organismos y causando un consumo elevado del oxígeno disuelto en la columna de agua. A este proceso se le conoce como eutrofización, la cual causa la muerte de otros organismos como peces o anfibios. Desgraciadamente, en la actualidad este proceso es cada vez más frecuente en lagos aledaños a asentamientos humanos.

¿En qué parte de esta historia entran los estudios multidisciplinarios? Todos los procesos anteriormente descritos difícilmente podrían ser reconocidos de no existir la interacción de diversas disciplinas de las ciencias naturales y humanas:

- La geología nos ayuda a conocer los procesos de formación de los cuerpos lacustres y los procesos de sedimentación.
- La biología aporta datos sobre la principal fauna de los lagos y bajo qué condiciones naturales ésta puede sobrevivir.
- La arqueología provee datos sobre el periodo de ocupación y las características de los principales asentamientos humanos registrados alrededor del lago.

Es así como la conjunción de diversas ramas de la ciencia aporta datos cuantitativos y cualitativos sobre la compleja relación humano-ambiente. Pero no basta con unir resultados de distintos especialistas por separado. Es necesaria una comunicación entre campos disciplinares, comprendiendo el alcance del conocimiento actual de las más diversas ciencias; a la vez que, para llevar a cabo un proyecto que busca evaluar el impacto humano en nuestro planeta, se requiere de acuerdos que permitan a estos especialistas coincidir en objetivos comunes. Los estudios transdisciplinarios deben ser, así, la punta de lanza en la generación del conocimiento sobre el Antropoceno.

# Las ilusiones del progreso

Georgina Santa Cruz Gómez\*



**La catástrofe ambiental en curso obliga a replantear las prioridades de las sociedades contemporáneas. Contra el espejismo de la "superioridad humana" sobre las demás especies vivas, ha llegado la hora de apostar por la razón y el pensamiento críticos.**

\* Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM

Lo que sigue son ideas alrededor de las propuestas que un par de filósofos alemanes de la primera mitad del siglo xx presentaron al mundo académico en aras de tomar a la razón y al pensamiento como alternativas para orientar la acción humana. La degradación del orbe en el llamado periodo del Antropoceno es el pretexto para recuperar estas reflexiones que, ya en su tiempo, planteaban que no íbamos por un buen camino en nuestro desarrollo. Al final, de lo que se trata es de recobrar nuestro ser y nuestro intelecto para el beneficio de todos los seres vivientes de este planeta azul.

## ¿Nueva barbarie o nuevo progreso?

El término Antropoceno ha comenzado a estar presente en nuestras vidas de manera creciente. Lo escuchamos en los medios de comunicación y ha estado vinculado a problemas de tipo ecológico; a veces, de forma un tanto alarmante, pues se muestra un panorama de extinción de animales y plantas, erosión de la tierra y falta de recursos naturales. Pero no siempre queda claro que el papel de la humanidad es fundamental para explicar estos sucesos. Queda, entonces, la duda de lo que hemos hecho y las posibilidades de corregir el rumbo. Más

que buscar responsables y adjudicar deberes, no siempre se piensa en las responsabilidades colectivas y los avisos que el propio sistema de vida nos ha dado desde hace ya más de 100 años.

Cuando tenemos oportunidad de consultar los Informes de Desarrollo Humano que realiza el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo desde comienzos de este siglo, podemos empezar a visualizar que los efectos en la contaminación ambiental, la aceleración de la producción industrial y las modificaciones en el transporte, junto con la expansión de la vida urbana, son tan sólo unos cuantos puntos de muchos que no siempre percibimos como perniciosos para la vida planetaria total. Nos hemos conformado con pensar que los cambios implican progreso, que tenemos las capacidades en todos los órdenes para mejorar nuestras condiciones de existencia y que algunas modificaciones en el entorno son necesarias; confiamos en que un poco de cambio o destrucción no implica nada malo, dado que la civilización actual es resultado de muchas generaciones que aprendieron que el progreso era la meta de la vida humana.

La ciencia y la técnica se desarrollaron, desde el siglo xvii de manera formal, para brindarnos principios y procesos de transformación de las cosas. René Descartes, en el siglo xvi, y Francis Bacon, en el siglo xvii, entre otros pensadores, plantearon el nuevo papel de las ciencias de cara al futuro; esta fue la simiente de la llamada Ilustración, un movimiento de intelectuales europeos del siglo xviii que buscaban transformar el pensamiento mágico —dominante en la sociedad de su tiempo— para inaugurar una nueva era en todos los aspectos. Será el pensador germano Immanuel Kant, en su texto "¿Qué es la Ilustración?", quien muestre los grandes aportes de las ciencias, ya no dedicadas a la contemplación de las cosas y a la búsqueda de sus orígenes sino a los nuevos saberes encaminados a dominar la naturaleza y ponerla al servicio del hombre. Esta forma alterna de crear y modificar la naturaleza y las pautas para la vida, permitirá ir construyendo la idea de la superioridad humana por encima de todas las especies vivas. La humanidad comenzará a ser vista como la cúspide del



desarrollo biológico e intelectual del planeta, motivo suficiente para avanzar en sus logros.

Sin embargo, al ir generando procesos de producción masiva y transformando todo a su paso, esa prosperidad fue trayendo secuelas no previstas: erosión del campo, saturación de los espacios urbanos, migraciones constantes y una existencia fincada en rutinas de todo tipo. Cada hazaña científica reflejaba, desde finales del siglo XIX, que se aproximaba un tiempo de destrucción de la naturaleza toda, incluida la del género humano. Algunos científicos, desde las ciencias naturales, fueron alzando su voz para advertir de los peligros; pero pocas voces —sobre todo desde la filosofía y las ciencias sociales— fueron escuchadas. Muchas veces, estas reflexiones se guardaron para los espacios académicos. Hoy las traemos a colación para incentivar procesos de acción individual y colectiva, a partir de un texto que analiza la Ilustración y está orientado a mostrar el engaño y los espejismos que trajo consigo.

### La razón no siempre tiene la razón

Somos parte de una época humana en la que crecimos bajo el cobijo de la ciencia. La magia y la religión han sido elementos a los que, gradualmente, se ha restado importancia, pese a que son todavía parte de las manifestaciones culturales de los pueblos del mundo. Incluso, se habla de que “tenemos fe” en la ciencia y la tecnología para resolver casi todos nuestros problemas. A pesar de ello, hemos visto que no ha sido gratuito que el término Antropoceno se enfoque a dictaminar que este sistema de vida —el capitalismo— es el responsable de todos los males que, como humanidad, le hemos infligido al planeta Tierra.

El siglo XX fue el depositario principal de muchos de los hallazgos científicos y tecnológicos del pasado, logrando mejoras evidentes para la especie humana. El uso de todos los recursos naturales disponibles y su transformación para conseguir una vida más plena, buscando el bienestar de todos los pueblos, se planteaba como el mejor bien social al que podríamos aspirar.

En esa perspectiva, los esfuerzos de los naturalistas por hacernos ver las consecuencias de dicho desarrollo sólo tenían eco en peque-

“  
La industrialización, el uso  
de combustibles fósiles y la  
costumbre de vivir en piloto  
automático son resultado de  
procesos de transformación  
que llegaron antes del  
siglo XX

ños grupos que se iban viendo directamente afectados por esos progresos. La razón, convertida en conocimiento, nos permitía considerarnos afortunados y recelosos de cualquier voz que pugnara por frenar la dinámica del progreso; el mundo, la naturaleza, eran nuestros y, por ello, no había razón para detener la marcha de la civilización. Tales eran las premisas que serían sometidas al análisis y la crítica por dos filósofos que a continuación veremos.

Theodor Adorno (1903-1969) y Max Horkheimer (1895-1973), integrantes de la primera generación de la Escuela de Frankfurt, fueron autores de numerosas obras de corte filosófico y análisis social. Una de ellas, escrita por ambos, se convertiría en pieza clave del pensamiento crítico: *Dialéctica de la Ilustración*, publicada por primera vez en 1944 y editada en 1947 en Estados Unidos. Dicha obra no circuló muy fácilmente durante las siguientes dos décadas. Se dice que tuvo éxito como libro de consulta en las universidades y que, ya en la década de los sesenta, se convirtió en referencia fundamental. No obstante, dejó de ser vista en las escuelas por varios años, hasta que pudo ser rescatada para ciertos cursos de sociología y ciencias políticas al final del siglo.

Muchas de las ideas expresadas en este artículo provienen de *Dialéctica de la Ilustración*. Salpicado de historias del mundo antiguo, la filosofía griega y hasta del pensamiento moderno, se encuentran en esta obra paralelismos que explican cómo la panacea del pensamiento científico fue orientándose a buscar soluciones a los problemas de la humanidad, sin lograrlo del todo.

Llegado el tiempo del mercantilismo, que empató con los descubrimientos geográficos

del Nuevo Mundo, se agregan los hallazgos de la astronomía —que, desde entonces, se va separando de la astrología—, junto con los de la biología. Todos los campos del conocimiento se vieron beneficiados por una nueva forma de entender la ciencia. Abandonar un proceso de contemplación de las cosas ya no era suficiente; había que invertir tiempo y esfuerzo en ir creando formas alternativas para desentrañar los misterios del mundo. Con ello, curar a los enfermos, dar alimento en grandes cantidades, modificar los procesos productivos y maquinizar todo cuanto fuera posible en aras de una vida cómoda y placentera. Tales fueron las consecuencias benéficas para la humanidad. No quisimos darnos cuenta de que el progreso tenía consecuencias y que éstas ya se veían en la primera mitad del siglo XX.

El enfoque de estos filósofos no estaba en los daños a la Tierra, sino en los procesos de degradación humana en los que, paulatinamente, nos fuimos insertando. Fuimos perdiendo perspectiva de todo cuanto nos rodeaba y, peor aún, de nosotros mismos. Trabajo, diversión, tiempo libre, transportación, herramientas para facilitarnos la vida; todo fue convirtiéndose en objetos que tenían valor por sí mismos; en ocasiones, mucho mayor que la vida misma. Gradualmente fuimos apéndices de una máquina, un adminículo para la comunicación, un engranaje más de la vida civilizada que, de a poco, nos iba quitando humanidad. La razón proveyó del provecho y el bienestar. La razón, al mismo tiempo, nos iba despojando de la naturaleza humana.

¿Cómo recuperar lo que perdimos en aras del progreso? ¿Cómo volver a ser humanos, ahora sí, sin acabar con el planeta, con la vida natural, con nosotros mismos? En ocasiones pareciera una batalla perdida, pero nuestra propia razón es la clave para que logremos, en primera instancia, comprender en dónde estamos, lo que hemos hecho y lo que podemos hacer en el futuro inmediato.

### Volver a empezar

Si bien los textos de Adorno y Horkheimer no son nada halagüeños en términos de su análisis de la humanidad en el último siglo, no podemos decir que estaban alejados de lo que hoy vivimos. Su contribución más importante fue proporcionar las herramientas del pen-

samiento y lectura crítica de la realidad para descubrir cómo los procesos encaminados a la destrucción del planeta y de la vida humana en general podían replantearse usando esas otras formas de la razón en nuestro beneficio.

La pregunta sería sencilla: ¿Qué es eso de la lectura y el pensamiento críticos? Leer un texto, del tipo que sea, requiere del lector la comprensión de su contenido; las palabras pueden ser simples o complejas, en dependencia del autor y la intención de su escrito. Pero hay muchas más cuestiones por considerar. Si se trata de un texto traducido a nuestro idioma, ciertas palabras no tendrán el sentido original con que fueron escritas. El tiempo del autor, su formación académica, sus inclinaciones ideológicas, todo contribuye a contextualizar el contenido del material que estemos queriendo comprender.

Además de lo anterior, no debemos intentar que lo dicho ahí sea adecuado a nuestra realidad ni que resuelva nuestras dudas. Antes bien, habrá que preguntar al texto hacia dónde mira, qué busca transmitirnos, qué lecciones sacamos de ello. Este tipo de procedimientos también habrían de aplicarse a “leer” nuestra sociedad y su entorno: nuestra realidad presente. Buscar las motivaciones que hacen que ciertos comportamientos, ciertos pensamientos y actitudes se presenten ante un determinado fenómeno. Todo esto se encamina a un mismo proceso: si entendemos lo que sucede, lo que leemos, lo que otros hacen, así sea de manera superficial, podríamos comenzar a entender que nada es automático, que todo tiene orígenes y que es preciso ir conociendo, poco a poco, cuáles han sido las reglas que han regido nuestro mundo y cómo nos han perjudicado. Si no conocemos el pasado y el presente de la vida planetaria será muy poco lo que podremos hacer en consciencia para no dañarlo en el futuro.

Los filósofos de la Escuela de Frankfurt tuvieron a bien legarnos planteamientos que no son del todo novedosos; su valor radica en nuestra capacidad para rescatarlos y analizar sus propuestas, encontrar su utilidad —sin pretender que, desde su visión, todo se nos aclare—, para leer nuestro tiempo.

La industrialización, el uso de combustibles fósiles, el peso de las industrias culturales en

“  
Nos aferramos a  
la idea de nuestra  
superioridad como  
especie y no supimos  
ver la destrucción que  
estábamos dejando a  
nuestro paso  
”

nuestras vidas y la costumbre de vivir una vida en piloto automático, entre otras muchas cosas, son resultado de procesos de transformación que llegaron antes del siglo xx a nuestras sociedades. Tenemos capacidad para entenderlo y comenzar un proceso que nos lleve a un cambio; primeramente, en pequeñas cosas de lo cotidiano —como aplicar los consejos de los grupos ecologistas de nuestra preferencia—, pero, también, entendiendo que los problemas causados por nuestra huella planetaria son de larga data. Nada cambia de la noche a la mañana y habrá procesos que impliquen modificaciones graduales; todas las disciplinas y los ciudadanos del mundo debiéramos estar abocados a ello.

### Revertir el daño

No podíamos ser adivinos de nuestro propio porvenir. Seguimos un camino en el cual nos

“  
Se trata de salir de lo  
común para comenzar  
con una acción titánica,  
indudablemente  
social y colectiva,  
aunque también de  
esfuerzo individual sin  
precedentes. Abandonar  
la comodidad de legar  
la acción a otros para  
tomarla en nuestras  
manos  
”

aferramos a la idea de nuestra superioridad como especie y no supimos ver la destrucción que estábamos dejando a nuestro paso. En algún momento, la idea de que ya era demasiado tarde para rectificar justificaba la salida fácil: dejar la responsabilidad en las generaciones futuras. Pero nos ganó el tiempo y el futuro nos alcanzó.

¿Queda, entonces, cruzarnos de brazos a esperar las consecuencias, o asumir que las soluciones vendrán de quienes toman las decisiones a nivel mundial? Cabe hacer, al menos, que nuestra huella planetaria se vaya reduciendo. Cabe, al menos, comenzar a reflexionar en los cambios que, necesaria y obligatoriamente, debemos hacer en nuestra vida; no mañana sino hoy mismo.

El pensamiento y la lectura crítica de la realidad se habían legado únicamente a los recintos educativos para efecto de la formación académica de las nuevas generaciones. Debíamos plantearnos rescatar esta forma de analizar el mundo para que cada actividad que hagamos sea dada con consciencia, vocablo que indica la capacidad humana de percibir la realidad y reconocerse en ella.

A muchas personas les sonará extraño, y hasta imposible, hacer esto cuando han estado concentradas en la vida cotidiana y sus minucias. Se trata de salir de lo común para comenzar con una acción titánica, indudablemente social y colectiva, aunque también de esfuerzo individual sin precedentes. Abandonar la comodidad de legar la acción a otros para tomarla en nuestras manos.

Nuestro planeta, sus habitantes animales y vegetales, son tan importantes como los humanos. Ya no podemos relegarlos al papel de proveedores de nuestra supervivencia alimentaria o para la creación de utensilios de uso diario. Se hace necesario devolverle su faz a la Tierra y convertirla en el auténtico cosmos que veían los pueblos antiguos, en donde la armonía y la vida de todos los seres estaban garantizadas. Si nos hemos plantado como seres superiores, es la hora de mostrar que podemos intentar —al menos— revertir todo el daño que, de modo involuntario, incidental o inconsciente, hemos causado.



# AGRICULTURA: del sustento al deterioro

Elizabeth Solleiro-Rebolledo\*



Los registros geológicos aportan evidencia de que el “colapso” de civilizaciones mesoamericanas, como la teotihuacana y la maya, pudo deberse a la degradación ambiental y al agotamiento de recursos. ¿Antropoceno desde la época prehispánica?

\* Instituto de Geología, UNAM

En Mesoamérica, los registros también han documentado modificaciones importantes en los paisajes como consecuencia del crecimiento demográfico en las civilizaciones prehispánicas. Aquí trataré de presentar algunas evidencias de esas transformaciones en dos de las grandes civilizaciones del México antiguo: la teotihuacana y la maya.

La intensificación de la agricultura produce degradación en los suelos, disminuye su fertilidad o incrementa la erosión.

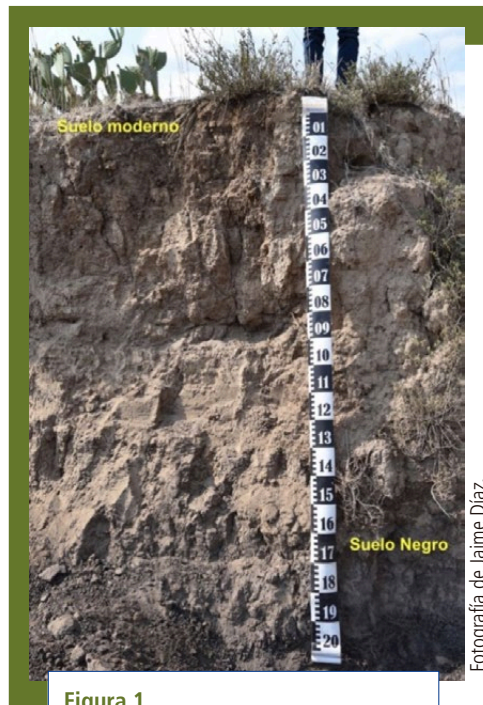
El Antropoceno es el periodo que marca los cambios significativos en el paisaje ocasionados por actividades humanas como la deforestación, la urbanización, la explotación de los recursos naturales e, inclusive, la agricultura. Uno de los puntos controversiales del Antropoceno se refiere al establecimiento de su límite estratigráfico inferior, el cual ha sido situado a mediados del siglo XIX, cuando se incrementa el uso de los combustibles fósiles. Sin embargo, dado que la presencia del humano es mucho más antigua, es claro que los efectos que ha ocasionado son detectables en el registro geológico. Por ejemplo, algunas hipótesis consideran que la extinción

de la megafauna pleistocénica está relacionada con los grupos de cazadores que se alimentaban de esos animales, o la devastación ambiental como resultado de las guerras en las diferentes épocas de la historia, así como la deforestación causada por los pobladores medievales en Europa, que destruyeron bosques como la Selva Negra en Alemania.

## Teotihuacán: deforestación y erosión del suelo

Teotihuacán se sitúa en la porción noroeste de la Cuenca de México, la cual representó un entorno atractivo para el establecimiento de las sociedades sedentarias desde hace más 8,000 años: una amplia variedad de recursos naturales derivados de la alta diversidad biológica, tanto de especies maderables como ecosistemas acuáticos, fauna, pastizales, entre otros. A partir del año 1700 antes de nuestra era se incrementó la población de estas sociedades, aumentando, en consecuencia, la demanda y la presión sobre los recursos. Uno de estos recursos bajo presión es el suelo, debido a su uso constante en la agricultura, como material de construcción y para la producción de cerámica.

Teotihuacán es la ciudad que floreció entre los siglos I y VII de nuestra era. Durante este periodo alcanzó una población de 125,000 habitantes, ocupando una extensión de 20 km<sup>2</sup>. Estos habitantes llevaron a cabo una agricultura intensiva para alimentar a su población. Uno de los primeros hallazgos, hecho en el transcurso de nuestras investigaciones en el valle de Teotihuacán, fue el “suelo negro teotihuacano”, el cual se encuentra sepultado por un par de metros de sedimentos; es decir, no está en la superficie. El suelo que actualmente se encuentra en la superficie, o suelo moderno, es de color gris, de textura gruesa y muy deleznable. En contraste, el “suelo negro” sepultado es de color negro, más compacto, arcilloso, con una estructura bien definida y fértil, similar a los vertisoles<sup>1</sup> que se observan hoy en día en el Bajío y que representan uno de los suelos más productivos en el territorio mexicano (Figura 1).



Fotografía de Jaime Díaz.

**Figura 1.** Sepultado por sedimentos y por el suelo moderno, el “suelo negro” fue la superficie sobre la que habitaron los teotihuacanos.

<sup>1</sup> Vertisoles: nombre que se le da a una unidad de suelo por parte del Sistema de Clasificación Internacional.

El "suelo negro" resultó ser la superficie que habitaron, cultivaron y explotaron los teotihuacanos. Este dato lo obtuvimos de diferentes maneras: 1) Por dataciones con el método de radiocarbono, 2) Por la gran cantidad de material arqueológico encontrado en él, y 3) Por encontrarlo debajo de algunas de las estructuras teotihuacanas. Es así como nos enfocamos a su estudio.

Uno de los rasgos que observamos en el "suelo negro" fue la presencia de evidencias claras de su cultivación: la estructura estaba alterada por el constante laboreo, había fragmentos de carbón y restos de polen de maíz. Las investigaciones arqueológicas evidenciaron la presencia de sistemas hidráulicos usados para regar los cultivos. Este tipo de manejo también fue detectado en las propiedades del suelo estudiado. Así, el conjunto de cambios que observamos derivó en una disminución de su fertilidad.

Hace algunos años tuve la oportunidad de entrar a uno de los túneles de la pirámide de la Luna, construidos para entender las diferentes etapas de edificación de esta emblemática construcción, la cual consta de siete edificios superpuestos. En los taludes de los edificios se utilizó suelo de los alrededores, con el objetivo de nivelar y sostener el siguiente edificio. Este suelo fue comparado con el "suelo negro" y se encontraron propiedades muy similares al material de relleno de la pirámide de la Luna. Los trabajos de otros colegas calcularon que en las inmediaciones de Teotihuacán se extrajeron alrededor de 1.5 millones de m<sup>3</sup> de suelo fértil para la construcción de la Ciudadela. Asimismo, estimaron que los bosques fueron talados a razón de 70,000 ton/año para la preparación de la cal. Esta cal era utilizada para estucar las paredes y pisos de los edificios. Estos cambios dramáticos condujeron a un deterioro del paisaje.

¿Podemos imaginar, entonces, a los cerros desprovistos de vegetación y a los suelos "decapitados" a los que se les retiró el horizonte orgánico, fértil, que inclusive había sido cultivado previamente? Nuestros estudios han documentado una fuerte degradación ambiental en el valle de Teotihuacán derivada de la erosión intensa que se dio en el suelo después de la deforestación, el manejo intensivo por las actividades agrícolas, la extracción de suelo para su uso

como material constructivo y la producción de cerámica. ¿Podríamos decir que el periodo teotihuacano es un caso especial del Antropoceno?

### Zona maya: colapso por agotamiento de recursos

La región maya ocupó un vasto territorio durante la época prehispánica, de casi 350,000 km<sup>2</sup>, diseminado total o parcialmente en los estados de Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Chiapas, así como en Guatemala y Belice. Este territorio es rico en recursos naturales como rocas para la construcción, arcilla para la producción de cerámica, agua de ríos superficiales y/o subterráneos, maderas de las selvas para la producción de energía y cal. La distribución de los sitios arqueológicos en este espacio es enorme, tal y como lo han documentado las diferentes investigaciones. Además de la alta ocupación espacial, debe tomarse en cuenta que el poblamiento fue prácticamente continuo, durante más de 3,000 años. En consecuencia, se considera que la demanda de recursos fue uno de los motivos del colapso de la civilización maya.

De hecho, científicos de la Universidad de Texas, en Austin, han propuesto denominar al periodo maya antiguo como Mayaceno, haciendo alusión al impacto severo ocasionado

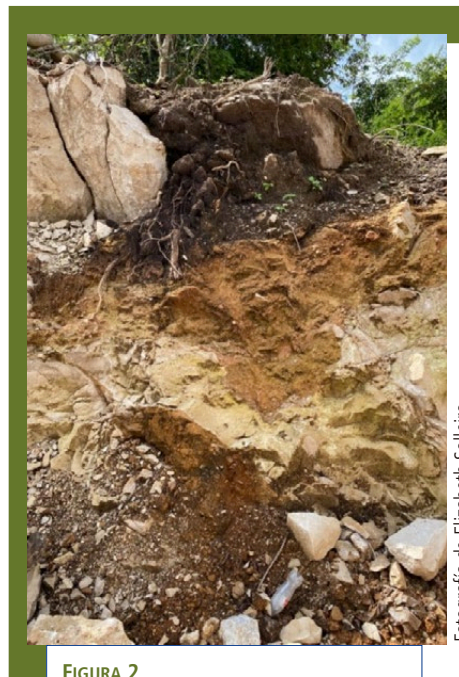
por los humanos en los paisajes durante el Antropoceno.

En la Península de Yucatán, particularmente en el estado de Quintana Roo, los suelos dominantes son delgados, con espesores promedio de 15-20 cm, teniendo un contacto directo con la caliza, que es la roca subyacente. La pregunta que surge es si los antiguos mayas tuvieron que producir sus alimentos sobre esta cubierta delgada; la que, además, es discontinua, ya que las rocas afloran en la superficie, de manera que se forman depresiones pequeñas "rellenas" de suelo. La respuesta es sí. En todo el mundo, las calizas forman suelos de este tipo. Por lo mismo, suponemos que los mayas de la época prehispánica tuvieron que hacer diferenciación del tipo de cultivo en función del espesor que encontraban en su parcela, desarrollando una "agricultura en maceta". Es decir, empleaban estas depresiones rellenas de suelo para cultivar (Figura 2).

El sistema fue muy eficiente. Sin embargo, el suelo es frágil porque la caliza es una roca que se disuelve fácilmente, generando fracturas y huecos profundos por los que el suelo puede perderse fácilmente. Esta pérdida del recurso suelo tendría una consecuencia importante en la agricultura, ya que no habría superficie que cultivar. Una de las prácticas agrícolas comunes en México es la denominada "roza-tumba y quema", que consiste en cortar el bosque y quemar los restos de material vegetal para usar el terreno para la agricultura. El impacto que produce esta deforestación y quema origina que el suelo pierda parcialmente sus propiedades originales y que pueda ser erosionado fácilmente a través de los conductos verticales de la caliza. En nuestro trabajo de campo, tanto en Quintana Roo como en Yucatán, hemos encontrado cuevas y fracturas rellenas de suelo, lo cual apoyaría la hipótesis del fuerte impacto en los sistemas de naturales por parte de los mayas, registrado en los suelos y sedimentos del "Mayaceno" (Figura 3A y 3B).

### El impacto agrícola reciente

Hemos visto como las poblaciones asentadas en ciudades grandes y pequeñas requieren una gran cantidad de recursos naturales. Las civilizaciones prehispánicas no son la excepción, por lo que el estudio de sus registros



Fotografía de Elizabeth Solleiro.

FIGURA 2.  
Suelos relleno de grietas en Yucatán.



Fotografía de Sergey Sedov



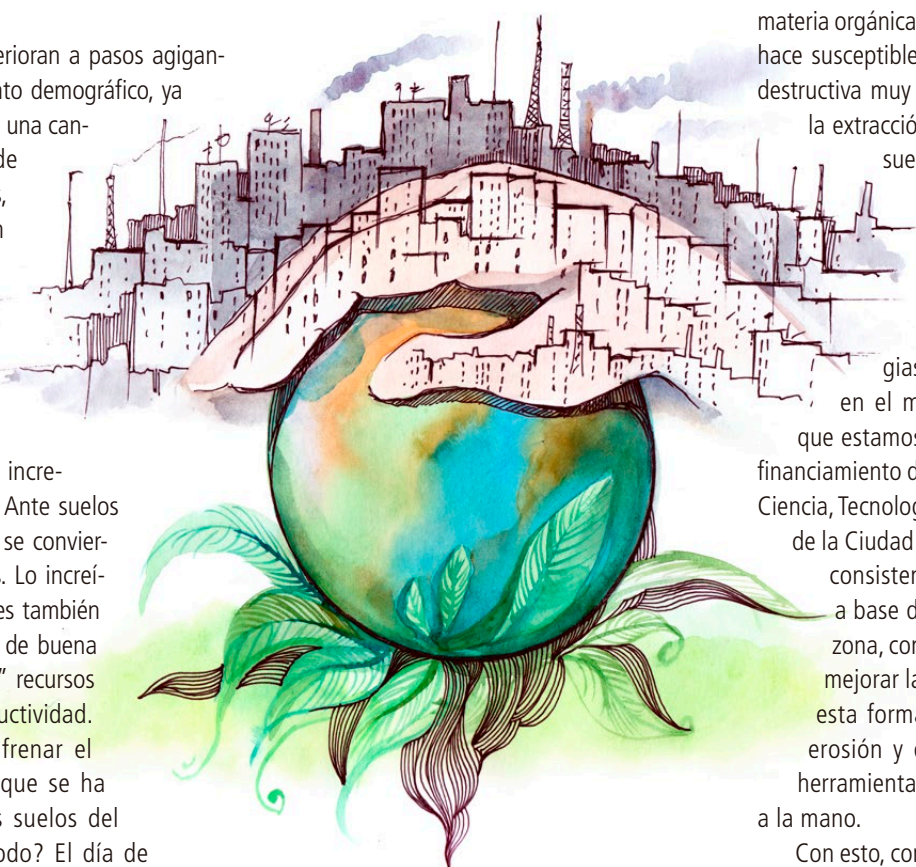
Fotografía de y Jaime Díaz

**Figuras 3A y 3B.**  
Suelos delgados y discontinuos de la península de Yucatán.

geológicos puede contribuir al entendimiento del Antropoceno.

Los suelos se deterioran a pasos agigantados por el crecimiento demográfico, ya que la gente demanda una cantidad considerable de recursos alimentarios, aunque su distribución sea inequitativa (pero esa es otra historia). La intensificación de la agricultura produce degradación en los suelos, disminuyendo su fertilidad o incrementando la erosión. Ante suelos infértiles, los terrenos se convierten en zonas urbanas. Lo increíble es que las ciudades también avanzan sobre suelos de buena calidad, “comiéndose” recursos de alta y baja productividad.

Pero ¿se puede frenar el deterioro acelerado que se ha documentado en los suelos del mundo en este periodo? El día de hoy, la Ciudad de México también enfrenta grandes retos para detener la degradación de los suelos que se encuentran en la zona de conservación, localizada al sur de la ciudad. Esta zona periurbana contiene aún sistemas agroforestales, tanto en los restos de las chinampas (suelos artificiales producidos por los



mexicas en la región lacustre) como en los suelos volcánicos de ladera. En estos suelos se producen diversos cultivos como nopal verdura, romeritos, maíz, amaranto, avena forrajera, etcétera. Desafortunadamente, el uso intensivo ha causado una degradación importante en los

suelos, los cuales tienen bajos contenidos de materia orgánica y una estructura débil que los hace susceptibles a la erosión. Otra práctica destructiva muy común en estos sistemas es la extracción de la capa orgánica de los suelos para su venta en los mercados: tierra para maceta o tierra negra.

Es por ello que, para protegerlos, es necesario desarrollar estrategias de conservación o cambios en el manejo. Algunas estrategias que estamos llevando a cabo (gracias al financiamiento de la Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación del gobierno de la Ciudad de México, SECTEI/268/2019) consisten en incorporar fertilizantes a base de nopal, que se cultiva en la zona, como una medida eficiente para mejorar la estructura de los suelos. De esta forma se protege al suelo de la erosión y degradación acelerada con herramientas que los agricultores tienen a la mano.

Con esto, considero, podemos extender el límite superior del Antropoceno, prolongando el paso del ser humano sobre la Tierra.



# Medios, mensajes, redes, virtualidad... LA NUEVA ERA

Sergio Montero Olivares\*



**Huella intangible, quizá. Huella depredadora, tal vez. ¿Serán las tecnologías de la información y la comunicación “la última gran huella” que marcará el tiempo de la humanidad sobre el planeta?**

\* Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM

Comunicarse parece tan simple que, a veces, no comprendemos en toda su intensidad el significado de esta acción que implica “poner en común”: un acto cargado de complejidad y difícil de entender en su esencia. Con la creación de internet, la información y los avances de la inteligencia artificial, así como el tiempo y el espacio, se condensaron en una sola dimensión —tal es la apariencia— donde se puede vivir un “eterno presente”, el aquí y el ahora permanente. Y es que con la digitalización y la virtualidad hemos puesto a los medios por encima de nuestros procesos comunicativos, relegado la esencia de la comunicación, que es poner en común emo-

ciones, esperanzas, deseos y sueños. Nos entregamos sin restricciones al instrumentalismo tecnológico, negándonos a nosotros mismos.

Las tecnologías de la información y de la comunicación conforman una de las columnas que sostienen el estadio más avanzado de una era a la que, para bien o mal, algunos llaman Antropoceno. Si en un hipotético y muy lejano futuro se viera el paso del hombre por la Tierra, una de las primeras evidencias de su dominio sobre del planeta sería la huella tecnológica que ha dejado, con mucha mayor fuerza, durante el siglo xx y el actual. Quizá, para ese momento del porvenir —no tiene por qué ser una exageración— la tecnología será un rasgo

inherente a nuestra evolución y estaremos viviendo a plenitud nuestra era. Aunque podría ser todo lo contrario.

¿Qué ocurre ahora con la comunicación? ¿Qué pasa con ese acto que está siendo delimitado por los instrumentos que la misma humanidad creó para potenciarlo? ¿Qué es, hoy, ese poner en común cuyos aspectos tecnológicos condicionan, también, la transformación del mundo? Valga la siguiente reflexión para acercarnos a las posibles respuestas a estas interrogantes.

## Comunicar con todo y todos

Comunicar es algo inherente al ser humano, omnipresente en la vida toda de las personas. Es la manera en la que intercambiamos información sobre ideas, sentimientos y actitudes. Está en la forma en la que percibimos, interpretamos los significados, las intenciones y, desde luego, la utilidad de lo que intercambiamos. Eso es comunicación, entre muchas otras posibilidades.

Por medio de la comunicación conocemos el mundo, nos ubicamos en él, nos relacionamos y confrontamos —al hacer uso del lenguaje oral, escrito o gráfico— diversos puntos de vista mediante el diálogo, el debate o la discusión. Es decir, nos comunicamos de distintas formas, en diferentes niveles de profundidad y a través de múltiples medios.

Desde esa perspectiva, la fantasía humana pone en juego todos los sentidos en la creación y recreación de una “realidad” artificial y artificiosa producto de la acción del hombre. Más allá del orden natural, se trata de una creación en verdad antropocéntrica, centrada en el ser humano.

Percibimos e interpretamos el mundo según nuestros sentidos. Pero lo asombroso es que cada uno lo hace de manera diferente, según sus experiencias y sensaciones. De allí que algo tan natural como poner las cosas en común y entenderlas de la misma manera (con la misma intención y significado) sea algo bastante complejo, tan fácil o difícil de realizar como lo permitan las respectivas habilidades personales y grupales, así como de los objetivos e intenciones con los que se comunica.

Recordemos que la comunicación humana está permeada por las intenciones de quien

emite el mensaje y, sobre todo, de cómo lo percibe e interpreta el destinatario de acuerdo con la situación en la que se recibe dicho mensaje. Los mensajes tienen, o pueden tener, diversos y distintos significados según se estructuran y se organicen, así como de los medios y códigos utilizados para transmitirlos y los momentos en que se lleven a cabo. Importa, además, la complejidad de la comunicación con personas y grupos en diferentes ámbitos (individual o colectivo, público o privado, directo o indirecto), por diversos medios y para distintos públicos o comunidades con objetivos específicos y particulares.

En resumen: la comunicación permite al ser humano formarse una idea del mundo, ubicarse en él y en su medioambiente, informándose para tomar decisiones efectivas y oportunas y actuar en consecuencia para transformar su realidad. ¿Qué ocurre si esa información no es de calidad, está tergiversada o sirve a intereses particulares?

Durante el siglo xx, los llamados *mass media* desempeñaron un papel central en la transformación de las relaciones sociales, culturales y económicas. En el siglo xxi, esos medios quedaron integrados en las redes de internet y sus canales. Desde ahí se lidera, actualmente, la instauración de una nueva cosmovisión basada en la virtualidad de las relaciones humanas y el impulso hacia la simbiosis del ser humano con sus creaciones informáticas. Una transformación que los apologistas de la digitalización de la sociedad y del individuo (los llamados “transhumanistas”) consideran un paso evolutivo del ser humano.

Pero no hay que perder de vista que las acciones de la humanidad —aun, y sobre todo, en el camino de la superación de sí misma— tienen consecuencias sobre el entorno planetario. Las formas actuales de comunicación, junto con los propósitos e instrumentos con los que se lleva a cabo, están a la cabeza de esas repercusiones.

¿Quién puede negar, entonces, que el ejercicio de la comunicación en el mundo globalizado influye en las decisiones finales sobre muchos de los grandes problemas que enfrentan nuestras sociedades? Gases de efecto invernadero, daños irreversibles ocasionados por un sistema económico basado

en el consumo irracional y el uso abusivo de los recursos naturales que pone en peligro la existencia de la misma humanidad. La manera en que se comunica y se asume la información que los medios distribuyen sobre esos problemas determina, en gran medida, su pervivencia o solución.

Si bien en los medios de información y las redes sociodigitales se promueve ampliamente la responsabilidad social como parte de la solución a esos y otros problemas, paradójicamente existe una agresiva promoción mediática de un estilo de vida impregnado de individualismo egoísta, cuyo resultado es, precisamente, la intensificación de la debacle.

### ¿Quién controla a quién?

La tecnología ha transformado el modo, el nivel y la calidad de vida en todos los ámbitos de la actividad humana. De ahí se ha derivado una cultura que refleja el espíritu de la época con sus costumbres, tradiciones, creencias, hábitos, principios, valores y pautas de comportamiento. Realidad, pensamiento, cultura y comunicación están estrechamente relacionados, y cada época nos muestra una narrativa particular producto de esa interrelación.

Por ejemplo, el industrialismo, que empezó con la máquina de vapor y las fábricas, derivó en una multiplicidad de inventos e innovaciones técnicas a lo largo del siglo xx cuyas consecuencias, positivas y negativas, sustentaron la idea del “progreso”. Sobre todo en la centuria pasada, la comunicación y sus medios se constituyeron como uno de los principales instrumentos para exaltar las virtudes de ese modelo de desarrollo y ocultar sus fallas.

Su rostro más dañino se hizo evidente después de la Segunda Guerra Mundial, cuando la expansión industrial despliega los rudimentos de la informática. En ese momento ocurre la llamada “gran aceleración” y se dispararon todos los indicadores disponibles sobre recursos primarios, utilización de energía, crecimiento demográfico, actividad económica y deterioro de la biosfera. Al mismo tiempo, al aprovechar las nuevas tecnologías de la información, se dispara la narrativa que justifica su cosmovisión.

En ese contexto, no sobra preguntarnos cómo llegamos hasta aquí, con la información

y la comunicación como puntales de la mutación social y económica. Una posible respuesta la prefiguran dos características: la rapidez y la amplitud de cobertura que adquirió la comunicación en las últimas décadas del siglo pasado. Estos dos rasgos han permitido que las tecnologías de la información y la comunicación, las llamadas TIC, hayan liderado la configuración de la “aldea global” que hoy se despliega sobre el planeta, como lo anticipara desde mediados del siglo xx el estudioso de la comunicación Marshall McLuhan.

En ese ambiente de rapidez extrema que nos impone esta “sociedad de la información” vivimos el imperio de lo efímero, de lo fugaz y de la ligereza, como apunta el filósofo Gilles Lipovetsky. O, como lo definiera el sociólogo Zygmunt Bauman con su concepto de “sociedad líquida”: la vida de las personas se les escapa como agua entre los dedos, sobre todo en las grandes ciudades donde la aceleración crea una sensación de vértigo.

Para comprender a esta “sociedad de la información” debemos voltear a ver la historia de la comunicación y sus medios. Realicemos un paréntesis en el tiempo, un viaje al pasado con nuestra imaginación, y visualicemos cómo la gente se comunicaba a distancia por medio de viajeros o de palomas mensajeras. Se antoja difícil de creer que existieran esos y otros medios cuando observamos lo que, en el eterno presente, nos ofrece la actual tecnología.

Un buen ejemplo de ello es lo que vivimos en tiempos de pandemia. Se nos adelantó el futuro y, a pesar de vivir enclaustrados y ser presas de un enemigo “invisible”, podemos establecer “comunicación” y realizar “a distancia” actividades cotidianas como trabajar y estudiar “en línea”, de manera virtual. Vivimos el tiempo de las plataformas y las aplicaciones digitales que, ciertamente, simplifican y agilizan las operaciones sociales y comerciales, pero sin un acceso equitativo para toda la población.

En esta situación, quienes usan las tecnologías se han dividido entre “nativos digitales” y “migrantes digitales”. Los primeros forman parte de una generación formada desde la niñez para el uso de las nuevas tecnologías; los segundos —que provienen de una cultura “analógica”—, en ocasiones ni siquiera pueden

migrar con eficacia por la falta de competencias y oportunidades tecnológicas, cuando no porque llegan del vasto universo de exclusión formado por los analfabetos digitales.

Es evidente que los beneficios de la tecnologización no se distribuyen de manera equitativa. Puede hablarse de "conectados" y "desconectados" (como los llamaría el sociólogo Jeremy Rifkin), no sólo de la tecnología sino, también, del bienestar y el desarrollo. La globalización es, de suyo, profundamente desigual y asimétrica y deja a la capacidad de gestión de cada individuo el aprovechamiento de sus posibilidades. No olvidemos que el mundo es un sistema: un modelo económico-político estructurado en el que todo se relaciona con todo. El control de la información y la comunicación está en el centro.

Esto queda muy claro cuando pensamos en la internacionalización del capital; un flujo global que, gracias a las comunicaciones digi-

tales, permite que las actividades financieras se lleven a cabo prácticamente al instante desde cualquier parte del mundo. Este turbocapitalismo financiero y especulativo hace cada vez más salvaje y sutil a ese fantástico modelo económico derivado del vencedor de la Segunda Guerra Mundial. Se trata de un capitalismo con nuevo rostro que, aunque a cada momento evidencia más claramente su agotamiento, parece no tener final.

### Epílogo o lo que debemos poner en común

A partir de estas rápidas reflexiones podemos concluir que la comunicación hace más humanos a los seres humanos. Son los flujos de la comunicación los que han marcado a la humanidad desde la Antigüedad y, al mismo tiempo, con ellos ha marcado al planeta que lo

acoge: las redes que desde entonces ha creado (de caminos, marítimas, de transporte, de consumo) están sostenidas, precisamente, por esos flujos, como lo demostró Armand Mattelart en su *Historia de la sociedad de la información*. Y es la suma de las características y propósitos de esas redes la que se despliega hoy en internet, la gran red de redes.

He aquí la última gran huella de la humanidad que marca su era: la tecnología de la información y la comunicación. ¿Será para su beneficio o para su destrucción? No lo sabemos, pero de lo que debemos tener certeza es que nos queda una importante tarea: si lo entendemos, podemos ir más allá con la comunicación en su forma y tendencia actuales. Sin duda, podemos potenciar nuestra capacidad de poner en común y mejorar nuestro presente a la luz de un futuro compartido más inclusivo, equitativo y, sobre todo, uno en el que el individuo sea más respetuoso consigo mismo y con todo lo que le rodea. ¿Qué mejor huella podríamos dejar en el Antropoceno?







El conocimiento sobre la Tierra



**INSTITUTO DE GEOLOGÍA**

**visítanos en la Web**

<https://www.geologia.unam.mx/>

REDES

Blog de la Red Regional de Cambio Climático y Toma de Decisiones

La Red Regional de Cambio Climático y Toma de Decisiones es una iniciativa impulsada por una alianza institucional entre la Fundación Avina y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), y cuenta con la participación de varias instituciones de Latinoamérica. El programa de formación de este proyecto se centra en temas relacionados con el cambio climático, en particular con la toma de decisiones y las negociaciones, así como su impacto económico y social.

La Red busca desarrollar soluciones para los desafíos globales, actuales y futuros de sostenibilidad, mediante el fortalecimiento de la relación entre la ciencia y los tomadores de decisiones, tanto del sector público como del privado, así

como el apoyo a la reflexión sobre los conceptos científicos relacionados con la sostenibilidad en la toma de decisiones cotidiana.

América Latina se encuentra en una posición única para construir un futuro en el que se considere el cambio climático, pero antes es necesario apoyar y fortalecer a los sectores público, privado y académico mediante actividades de análisis, diálogo y capacitación que promuevan una efectiva integración de la ciencia en los procesos de toma de decisiones públicos y privados para abordar los desafíos del cambio global.

La Red Regional funciona por medio de un consorcio que tiene como núcleo universidades, instituciones de investigación y capaci-

tación y reconocidos especialistas de América Latina. A fin de ser eficaces, se asegura que la ciencia resuene con las preocupaciones y el lenguaje de quienes deben aplicarla diariamente para tener un respaldo de conocimiento fiable y relevante.

Esta iniciativa optimiza los recursos ya existentes, apoya el intercambio y el aprendizaje mutuo y contribuye a la generación de un bien público regional que fortalezca la integración y gestión en los países de la zona para incorporar la complejidad de las consideraciones climáticas en los procesos de toma de decisión de las naciones.

En algunas universidades se dan acercamientos entre las ciencias sociales sobre el cambio climático, pero sólo en algunas disciplinas

aisladas o en forma de cursos de corta duración. Por lo tanto, existen muy pocas iniciativas que integran experiencia en el campo con la posibilidad de interacción con los actores sociales relevantes para construir soluciones compartidas.

Es por ello que la Red Regional de Cambio Climático y Toma de Decisiones ofrece una plataforma para la acción por medio de la formación y consolidación de redes de intercambio y colaboración en actividades de capacitación e investigación entre universidades e instituciones, al igual que entre actores de distintos sectores y disciplinas de la zona.

Remitirse a:

<https://www.cambioclimaticoydecisiones.org/antecedentes/>

REDES

Red de Cambio Climático del Banco Interamericano de Desarrollo

La Red de Cambio Climático surge para crear un espacio de diálogo entre los principales agentes de la región y los especialistas del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Está conformada por funcionarios de alto nivel a cargo de las políticas relacionadas al cambio climático en América Latina y el Caribe

El BID aborda las cuestiones del cambio climático y la sostenibilidad ambiental, entre otros temas, priorizando la inclusión social y la igualdad, la productividad y la innovación, así como la integración económica en América Latina y el Caribe. Hoy en día, es la fuente principal de financiamiento para el desarrollo de la región mediante préstamos, donaciones y asistencia técnica, así como con la realización de amplias investigaciones.

La región de América Latina y el Caribe genera más emisiones de gases de efecto invernadero que otros países en desarrollo, por lo que se deben adoptar alternativas de energía limpia para reducir

las emisiones de gases. Por ello, el trabajo de la Red de Cambio Climático del BID se centra en dos líneas de investigación.

La primera son las acciones de los gobiernos de la región, en la implementación de estrategias y programas sobre cambio climático y adopción de medidas de mitigación en actividades clave del sector económico. La segunda línea de investigación es la integración del cambio climático en la política de desarrollo de los países miembros prestatarios.

La Red indica que, para ser eficaz, el programa de desarrollo de la región debe incluir las variables del cambio climático en las estrategias nacionales clave que implican los proyectos de infraestructura, servicios básicos, reformas fiscales, programas sociales y planes económicos. Al respecto, se desarrollan planes e instrumentos innovadores para promover la inversión de proyectos y programas de reducción de emisiones, y aumentar la resiliencia a los impactos del cambio climático.

El cambio climático está modificando las prácticas normales, lo que implica cambiar las prioridades en las políticas o la asignación de recursos a las acciones que no recibieron financiamiento suficiente. Además, el cambio en las prácticas normales es una oportunidad para hacer las cosas de manera diferente y una oportunidad de innovar.

Algunos temas de interés de la Red son mejores prácticas de reducción de riesgos frente a desastres naturales en el desarrollo de zonas costeras, financiamiento internacional existente para acciones contra el cambio climático, incluyendo instrumentos nacionales que promuevan un desarrollo bajo en carbono, y mejores prácticas en la gestión de recursos hídricos, recursos forestales y eficiencia energética.

Remitirse a:

<https://www.iadb.org/es/investigacion-y-datos/dialogo-regional-de-politica/red-de-cambio-climatico>

**INSTITUCIONES**

**Programa de Investigación en Cambio Climático (UNAM)**

El cambio climático es uno de los problemas y retos más complejos que actualmente enfrentan el país y el mundo. El 15 de abril de 2010, se publicó en la *Gaceta UNAM* el Acuerdo de Creación del Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM (PINCC), que busca posicionar a nuestro país en la discusión del tema a nivel internacional, y constituye un referente para canalizar recursos y esfuerzos de colaboración.

El programa promueve la investigación del cambio climático con un enfoque multidisciplinario e integral que genera conocimiento útil para la toma de decisiones, y propicia la participación del gobierno y la sociedad en la ciencia del cambio climático mediante la convocatoria, integración y coordinación de las capacidades y esfuerzos de la Universidad relacionados con este fenómeno.

Es necesario establecer mecanismos que, a partir de las funciones sustantivas de la Universidad, contribuyan a la generación de conocimiento relevante sobre el tema, sus impactos en México y las opciones de mitigación y de adaptación, así como sus implicaciones respecto a la generación de políticas públicas y en su contexto internacional.

También se busca consolidar el liderazgo de la UNAM a nivel nacional y regional en la investigación sobre las causas y consecuencias del cambio climático, así como en temas de adaptación, mitigación y reducción de riesgo que ayuden a mejorar el bienestar de la población actual y futura de México, y a la conservación y recuperación de sus sistemas naturales.

Con este programa, la UNAM pretende tener un desarrollo de las bases científicas y metodológicas que permitan atender e integrar las diversas áreas y esfuerzos universitarios en investigación, docencia, difusión y vinculación sobre este tema, enriqueciendo los avances tecnológicos y científicos de la Universidad y, en general, de México.

Entre los objetivos del Programa está convocar, integrar y coordinar los esfuerzos de investigación de la comunidad científica y académica sobre cambio climático mediante la generación y difusión de conocimiento, a través de una red de investigación que interactúe en forma multilateral entre las entidades y dependencias universitarias y otras instituciones.

También busca contribuir en la toma de decisiones y en la elaboración de políticas públicas, a fin de reducir el riesgo y la vulnerabilidad ante el cambio climático, así como promover y organizar conferencias y coloquios con invitados nacionales e internacionales expertos en el tema, y ayudar para la obtención de recursos financieros que apoyen las actividades de investigación, docencia y difusión en el tema de cambio climático.

El sitio del PINCC servirá como el elemento central de información, vinculación y difusión de las investigaciones y experiencias generadas, dentro y fuera de la UNAM, en materia de cambio climático, con el fin de contribuir a la toma de conciencia de la sociedad mexicana sobre las implicaciones de este fenómeno.

**Remitirse a:**

<https://www.pincc.unam.mx/>



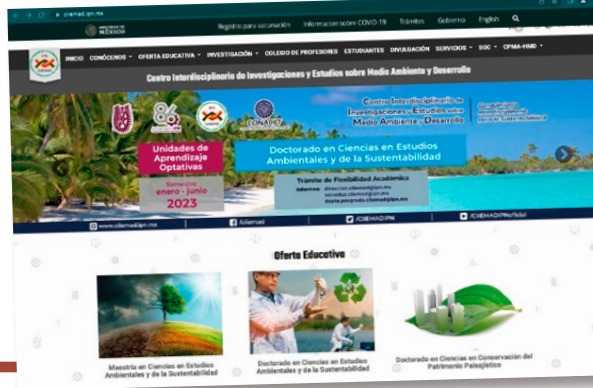
INSTITUCIONES

Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD), IPN

El Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), se creó en 1996 como continuación del Proyecto de Desarrollo Interdisciplinario Ambiental e Integrador (PIMADI), una iniciativa establecida para formar recursos humanos especializados, a nivel de maestría y doctorado, en cooperación con la Universidad de París 3.

Para mantener al IPN a la vanguardia en materia ambiental y desarrollo sustentable en el país, se fortaleció al Proyecto con una estructura funcional, equipo y recursos materiales y humanos, con el fin de alcanzar niveles académicos de excelencia

para la formación de cuadros, y el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias que generaran aportaciones científicas para dar respuesta a la compleja problemática ambiental que enfrenta el mundo.



La página electrónica del Centro es un resumen que no alcanza a mostrar con justicia la amplia oferta en maestrías y doctorados, los departamentos y redes de investigación y posgrado que intervienen en las diferentes investigaciones, así como su claustro académico, los servicios estudiantiles y sus labores de divulgación.

Por medio de su sitio también es posible consultar su acervo bibliohemerográfico con información especializada en las áreas relacionadas al medioambiente.

Contacto:

<https://www.ciiemad.ipn.mx/>

PUBLICACIONES

Gatopardo, "La crisis ambiental"

La revista *Gatopardo* es desde hace algunos años un referente mexicano en materia de diseño y edición. El primer número de 2022 está dedicado a la preocupación central del siglo XXI: la crisis ambiental. En sus textos e imágenes, *Gatopardo* se preocupa por visibilizar los estragos del calentamiento global desde distintas perspectivas.

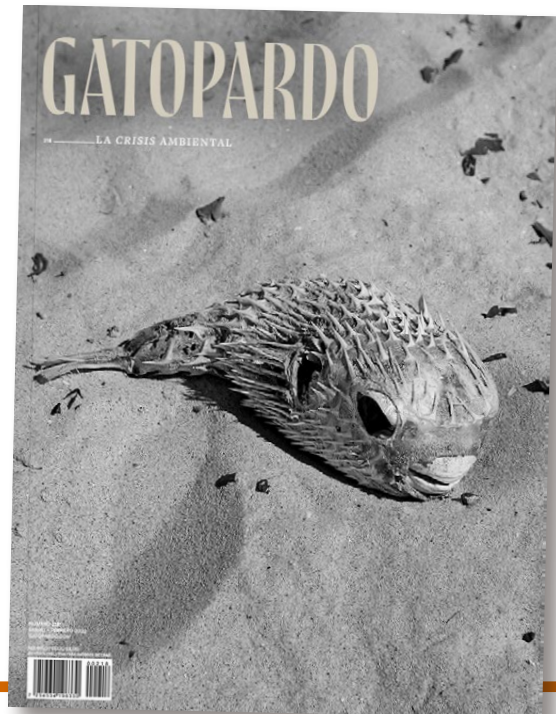
Como una colaboración entre *Gatopardo* y la Unidad de Investigaciones Periodísticas (UPI), una iniciativa surgida en la UNAM para contribuir a la formación de comunicadores en tiempos de incertidumbre, en este número, Odarys Guzmán, Paris Martínez, Martha Montoya, Diego Ortiz y Benjamín Pat, integrantes de este laboratorio periodístico, presentan un interesante reportaje sobre la resistencia indígena en el territorio maya de Chemuyil ante el voraz expansionismo de la industria hotelera. En este caso, se unen dos problemas centrales que no dejan de ser uno mismo: el desplazamiento humano y la nula responsabilidad ambiental, promovidas por el capitalismo. Las fotografías de Tania Barrientos Radillas y Juan Pablo Ampudia dan cuenta del escandaloso estado de alarma que tiene en jaque a las poblaciones de esta zona. El resultado de este trabajo colaborativo puede consultarse también en el portal de la UPI, Corriente Alterna: <https://corrientealterna.unam.mx/ambiental/los-guardianes-de-chemuyil-los-mayas-resguardan-la-selva/>

Por su parte, Alejandro Legorreta interviene con un artículo sobre las aristas políticas del problema ecológico, que prefiere llamar "cambio climático". El autor aborda el tema desde los problemas sociales y económicos que han fortalecido esta crisis en los últimos 50 años.

Otra contribución sugerente es el artículo de Jesús Carrillo Castillo, titulado "Las metas de México para combatir el cambio climático". En él se desarrolla el retroceso en materia ambiental que ha dado México

desde la llegada de la llamada Cuarta Transformación al poder. Con fuentes nacionales, el autor señala el responsable papel de México en el combate al calentamiento global y la manera en que la negligencia política imposibilita la implementación de acciones efectivas ante este.

Este número de *Gatopardo* es una sugerente opción para el lector ávido de imbuirse en la crisis humana que ha supuesto el calentamiento global. Una panorámica global que brinda información, sino una propuesta editorial congruente ante la actual situación climática. Una lectura atendida en la que las imágenes y la información dan cuenta cabal del entorno hostil que como seres humanos estamos dejando en el planeta.



## PUBLICACIONES

**Lourdes Arizpe: el impacto de la nueva geohistoria en los intercambios culturales**

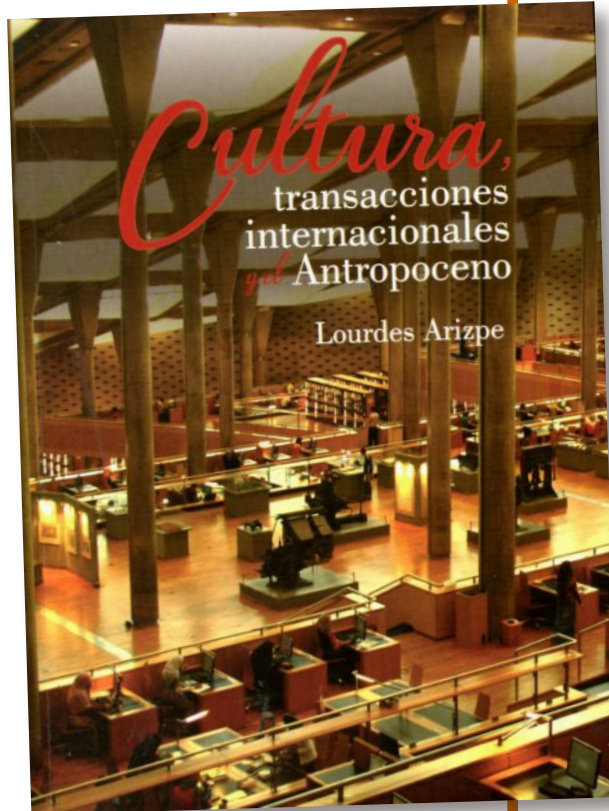
Profesora investigadora de El Colegio de México, consultora de la Organización Mundial del Trabajo, investigadora visitante en la Universidad de Sussex y miembro honorario del Royal Anthropology Institute, Inglaterra, entre las decenas de reconocimientos a su ardua labor intelectual, Lourdes Arizpe es una de las voces mexicanas con mayor resonancia en el escenario internacional.

En 2019, Arizpe publicó el libro *Cultura, transacciones internacionales y el Antropoceno*, en el que hace un recorrido teórico e histórico por diferentes problemáticas a las que se enfrentó la cultura entendida como concepto y como parte del discurso político en el siglo xx. La autora trae a cuenta los grandes procesos históricos en los que se puso en juego el uso de la cultura: desde la Segunda Guerra Mundial, pasando por la conferencia de la Unesco de 1947 en México, hasta el Decenio Internacional de la Unesco (2013-2022). Uno de los ejes principales es el papel primordial que en el concierto de las naciones ha tenido el trabajo de la Organización de las Naciones Unidas en general, y de la Unesco en particular, por hacer de la cultura una herramienta de diálogo, precisamente, entre las culturas.

Un aspecto importante del que se ocupa Arizpe es el Antropoceno. En el capítulo dedicado a este tema, problematiza el impacto de esta nueva geohistoria en los intercambios culturales y la manera en que esto se manifiesta en los debates científicos, tanto en las llamadas ciencias duras como en las ciencias sociales. Este apartado es una importante contribución que no deja de lado el aspecto histórico del problema; es decir, desde cuándo se empieza a hablar de antropoceno, qué procesos humanos intervienen en esta nueva conceptualización del tiempo y espacio, sin dejar de lado, desde luego, la definición misma de Antropoceno.

El gran valor de este texto es su dimensión ética. La autora sensibiliza al lector sobre su responsabilidad, que no culpa, en este nuevo proceso geohistórico. La idea de que el ser humano es una de tantas especies habitantes del planeta tierra, pero que es la única capaz de modificarlo en un lapso escandalosamente corto, expresa la urgente preocupación de la autora y su compromiso social. Por otro lado, este ensayo es una atendible muestra de interdisciplina encauzada a una problemática de urgente solución. Una persona como Lourdes Arizpe, versada en las más de las ciencias sociales y las humanidades, atenta además a las investigaciones en el campo de las ciencias naturales, es, sin duda, una voz precisa para ser escuchada por los interesados en uno de los grandes temas de nuestro tiempo: el Antropoceno.

Lourdes Arizpe (2019). *Cultura, transacciones internacionales y el antropoceno*, México, UNAM/Miguel Ángel Porrúa, 449 pp.



AUDIOS

Lo que haces cuenta, de National Geographic

National Geographic realizó un trabajo en conjunto con Radio Disney para crear un pódcast sobre cambio climático, llamado *Lo que haces cuenta*. El contenido sigue una receta sencilla pero completamente funcional. Sofía Carmona presta su voz a Alba, encargada de iniciar los temas de interés para abrir un debate entre ella y sus amigos Raiza Pila y Eyal Weintraub, quienes con ayuda de expertos en el tema climático y de sustentabilidad, buscan aprender sobre estos temas y encontrar soluciones individuales, pero funcionales, para frenar el calentamiento global.

El pódcast cuenta, en su primera temporada, con seis capítulos que abordan el tema de la crisis climática y todos los factores que son importantes generadores del cambio climático: la energía, los alimentos, bosques, residuos y el agua.

Los capítulos comienzan siempre con una pregunta detonadora. En el caso de la crisis climática, Alba cuestiona cuál es el problema ecológico más importante, el que ha hecho más daño al planeta. La respuesta es sencilla, y es el aumento de la temperatura. A lo largo del capítulo, junto con sus amigos, comienza a hacer conciencia de que todo es una cadena de catástrofes, ya que mientras más aumente la temperatura, mayor será la consecuencia climática.

Inés Camilloní es la experta invitada en este capítulo, y le explica al grupo de amigos que la influencia humana es de suma importancia en el cambio climático, además de darles cifras importantes para comprender por qué el tiempo es fundamental para evitar una catástrofe mayor a la actual. Igualmente, se habla de alternativas como la geoingeniería y la creación de nubes de gases para retener los gases de efecto invernadero (GEI).

Para el capítulo de la energía, principalmente lo que concierne a la huella de carbono, la pregunta es cómo cambiar nuestro consumo de energía. Patricia Tatto acompaña a Alba, Eyal y Raiza en su debate sobre la modificación de la matriz energética actual por energías más limpias y renovables. Tatto habla sobre una transición energética, de cómo debe adoptarse por todos los países y así cambiar la energía de los combustibles fósiles por una que tenga un nivel bajo o nulo de carbono; esto mediante políticas públicas como lo han hecho en Noruega, Islandia, Uruguay y Costa Rica. Soluciones próximas, como eliminar correos electrónicos que no son importantes y evitar viajar en avión distancias cortas, aunque no sean gigantes son significativas.

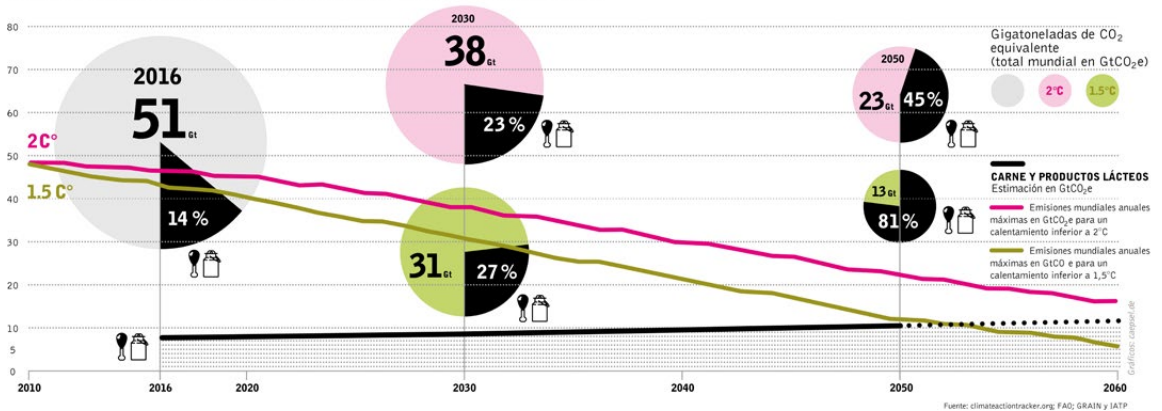
El tercer capítulo toca un tema controversial, ya que es un poco incómodo pensar que la forma en la llegan los alimentos que consumimos es una de las causas más importantes de contaminación. En esta entrega se aborda la importancia del impacto ambiental de la comida mediante la producción agropecuaria intensiva, explican cómo es que el hecho de consumir mayor cantidad de alimentos genera

más GEI. Además, gracias a Paola Constantino, que es biotecnóloga y experimenta con microalgas, se aborda el tema de la sustentabilidad en la producción de alimentos, se mencionan la agricultura y ganadería regenerativas y se hace un llamado a los consumidores a tomar decisiones más conscientes y sustentables.

Uno de los ecosistemas más dañados gracias a la producción agrícola y ganadera son los bosques, tema abordado en la cuarta entrega de *Lo que haces cuenta*, que explica por qué es que se deforesta de una manera tan rápida y dañina. La respuesta nos hace retroceder un capítulo, y es que necesita mayor cantidad de terrenos viables para la ganadería gracias a la expansión de la agroganadería, además de la minería, la distribución de madera y la industria mobiliaria. Federico Pardo es el invitado de este episodio y expone las causas por las cuales los bosques son generadores de vida y deben de ser salvaguardados para que el calentamiento global no sea tan apresurado, y sus recomendaciones van desde no consumir tanta carne hasta buscar empresas sostenibles.

EL CRECIMIENTO INVARIADO DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y LÁCTEOS HACE QUE EL ACUERDO DE PARÍS SEA IMPOSIBLE Y LA CATÁSTROFE CLIMÁTICA INEVITABLE

CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI PARA 2 °C Y 1,5 °C COMPARADOS CON EL CRECIMIENTO INVARIADO DE LAS EMISIONES DEL SECTOR DE LA CARNE Y LOS PRODUCTOS LÁCTEOS



Los residuos son el penúltimo tema que tratan Alba y sus amigos, y se preguntan qué están haciendo con la basura, hacia dónde va y cuál es la posibilidad de que el reciclaje sea una opción que minimice las repercusiones en la sociedad, considerando que durante las últimas décadas la cantidad de residuos aumentó 70%.

El plástico es el mayor contaminante, ya que no se desintegra, pero también es el material que está más presente en nuestras vidas. Agustina Besadas habla de una economía circular para minimizar residuos, que es la manera más fácil de cortar con la contaminación generada por éstos: cortar el problema de raíz es la solución más próxima.

El último capítulo habla sobre el agua, la problemática que significa el acceso a ella, la falta de agua limpia y potable, la contaminación que generan los residuos y lo importante que es preservarla para que en un futuro no se llegue al Día Cero, como ocurrió en Nuevo León. Enrique Lomnitz, ingeniero industrial y creador de *Islas urbanas*, en la Ciudad de México, es el ejemplo más cercano sobre el cuidado y la reutilización del agua de lluvia.

Alba, sus amigos y los expertos son muy contundentes en lo que mencionan a lo largo de los capítulos del pódcast. Buscan dejar en claro que, aunque son muy limitadas las acciones que se pueden hacer de forma individual para frenar el calentamiento global, son completamente válidas y funcionales por muy pequeñas que sean.

Remitirse a:

<https://www.nationalgeographicla.com/loquehacescuenta/podcasts>

## AUDIOS

Pronóstico, del Instituto de Ciencias de la  
Atmósfera y Cambio Climático

El Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, en su búsqueda por construir vías alternas de divulgación creó *Pronóstico*, un podcast sobre el cambio climático: sus orígenes, personajes históricos más importantes para la creación de la ciencia climática, movimientos sociales generados por el mismo, los debates y retos que le esperan a la sociedad.

Iván Ortiz, Luciana Bretón, Sofía González y Esteban Cruz son las y los alumnos de la Facultad de Ciencias de la UNAM encargados de llevar este proyecto. Estudiantes de la licenciatura en Ciencias de la Tierra, buscan generar un espacio innovador y accesible para que los escuchas puedan tomar conciencia de los riesgos del cambio climático.

El podcast pretendía lanzar cinco capítulos abordando diferentes visiones del cambio climático; sin embargo, actualmente están disponibles en plataformas digitales cuatro emisiones con sus respectivas cápsulas, en las que abordan un tema en específico en el capítulo principal.

El primer capítulo se titula "¿A qué suena el cambio climático?", y es un viaje por la representación sonora del clima y sus cambios durante los últimos años. De la mano de la Orquesta Filarmónica Alemana, con un concierto de 2019, comienza este viaje auditivo sobre el cambio climático mediante una adaptación de las *Cuatro estaciones*, de Antonio Vivaldi, con base en un algoritmo creado a través de datos climáticos.

El objetivo del concierto de la Orquesta Filarmónica es que escuchemos lo que la ciencia nos quiere decir: el cambio climático es inminente y no tiene un final feliz si no se actúa de forma inmediata. Además, siguiendo por el camino de que deben de ser escuchadas todas las personas que hablan sobre cambio climático, hablan sobre Greta Thunberg, uno de los personajes más emblemáticos y, al mismo tiempo, más escuchados por las nuevas generaciones. Greta tiene un discurso simple pero poco atendido, y consiste en voltear a ver y obedecer a los científicos que durante décadas han buscado frenar el cambio climático.

El segundo capítulo es la primera de dos partes que abordan la Ciencia del Cambio Climático, y se centra en la historia perdida de este

cambio. Comienza el viaje con Joseph Fourier, quien quería explicar cómo se comporta el calor y fue el primero en acercarse a la teorización sobre el efecto invernadero.

El siguiente paso era saber quién fue la primera persona que descubrió los gases de efecto invernadero (GEI) y sus posibles efectos en el planeta. En este punto del podcast se tocan dos temas importantes: la falta de visibilidad femenina en la comunidad científica y cómo esto generó tantos atrasos; al igual que se deja al descubierto la manera en que los varones históricamente se quedaron con los créditos y el reconocimiento de las mujeres porque ellas sólo "son puro sentimiento", como fue el caso de Eunice Foote y John Tyndall.

Los aportes de Svante Arrhenius sobre la importancia de los periodos fríos, Milutin Milankovitch y las curvas de temperatura durante los climas del pasado, Callendar y la Gran Depresión de 1930, las bombas atómicas y la Guerra Fría, así como la posibilidad (ya desmentida) de que el océano podía ser una opción salvadora ante el calentamiento global, son sólo la punta del *iceberg* que significa el cambio climático y la participación de la comunidad científica y las grandes potencias políticas y económicas.

Aquí es donde comienza a tomar forma el tercer capítulo, pues se inician los debates científicos, ideológicos y de intereses alrededor del cambio climático. ¿Cómo es que las decisiones de salvar al planeta podían afectar a la industria a tal grado que se comenzara una campaña de escepticismo científico que respondiera a empresas multinacionales como Exxon Mobil?

Para la tercera parte del podcast, que abarca a las petroleras y el 2do Informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), ya se sabe a ciencia cierta qué es lo que ha ocasionado un inminente y acelerado cambio climático en el planeta: el ser humano.

Si bien es cierto que individualmente es poco lo que hacemos o podemos dejar de hacer para que el calentamiento global se detenga, también es cierto que todo lo que consumimos, y la industria que está detrás de eso, es la principal

generadora de GEI. Lo alarmante no es lo que nosotros hayamos descubierto, es el hecho de que petroleras como Exxon Mobil lo sabían desde hace cincuenta años y no hicieron nada.

Este capítulo se centra en cómo Exxon Mobil decidió ignorar todos estos avances en materia de investigación sobre calentamiento global hechos en la década de los ochenta, con el único fin de evitar represalias jurídicas por la quema desmedida de combustibles. Estudió la ciencia climática únicamente para evitar que el negocio quebrara, y evidenció la nula importancia que tiene para las industrias el cambio climático y la vida de las personas en el planeta.

La fórmula es simple: generar desinformación en la sociedad y presionar a la comunidad científica para que la sociedad no supiera que la causa principal del calentamiento global es antropocéntrica. Y esto lo hicieron mediante la creación de la Coalición Mundial por el Clima (Global Climate Coalition), con la cual podían tener voz dentro de las cumbres del IPCC y frenar las políticas climáticas.

El tema de la ciencia climática no sólo abarcaba la esfera europea, también hay mucho de qué hablar en Latinoamérica, donde se realizó la Segunda Cumbre de la Tierra en Río, y en la que resonó la firme participación de Fidel Castro, por su forma de explicar que el calentamiento global era consecuencia de lo que los humanos han hecho mediante la industrialización y la explotación desmedida de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de unos cuantos.

Los cuatro capítulos de *Pronóstico* son ya una introducción enriquecedora sobre lo que el cambio climático, la industria y la búsqueda de soluciones han generado. Lo cierto es que la lucha por frenar este cambio es constante y conocida, pero también lo es el hecho de que debemos conocer más sobre la historia de la ciencia del cambio climático para no vivir condenadas y condenados a repetir la misma historia.

## Remitirse a:

<https://www.atmosfera.unam.mx/podcast-pronostico/>

VIDEOS

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

Mediante su canal de YouTube, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático aborda distintos temas, entre ellos los esfuerzos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y su 5° Informe de Evaluación.

Respecto a la mitigación del cambio climático, los expertos del IPCC explican que los gases de efecto invernadero (GEI) han ido en aumento durante las últimas décadas, y que la única manera de que el calentamiento sea limitado es mediante la reducción de emisiones de estos gases de manera sustancial en todos los sectores económicos de la sociedad.

El objetivo del Grupo de Trabajo III, protagonista de este video, es explicar y explorar las múltiples opciones para lograr esta reducción, además de informar sobre estas actividades. Señalan que es el momento en que las industrias y las potencias económicas mundiales decidan hacer algo con esa información, ya que la comunidad científica ha brindado una gran cantidad de herramientas, vías e información para que los grandes responsables políticos logren esa meta.

El material audiovisual del IPCC también explica la razón por la cual la transmisión de GEI aumenta cada año, pues además de la quema de combustibles fósiles, hablan sobre el cambio de papel que han tenido las economías emergentes en el cambio climático. Antes eran los países más desarrollados los que mayores actividades industriales tenían, por lo cual generaban mayor cantidad de GEI; sin embargo, con el paso del tiempo han sido las economías emergentes las que han tomado este lugar. Ya no es Estados Unidos el primer país generador de estos gases, ni los países que más consumen todo tipo de productos, ahora son las regiones que se encargan de la producción e industrialización de los bienes y servicios.

Desde luego que es alarmante la manera en que la comunidad científica ha dedicado los últimos años de sus investigaciones en demostrarle a la sociedad y a las industrias que la velocidad de su productividad está acabando con el planeta y con todos sus recursos.

El objetivo del IPCC es claro: disminuir radicalmente la emisión de los GEI hacia el 2050, buscando una modificación de los sistemas energéticos. De hecho, se busca limitar el calentamiento futuro sólo para el 2030, ya que después de este año las medidas deben ser el doble de agresivas para buscar revertir o parar un daño. Por este motivo, se ha apostado de forma exponencial a las energías renovables,

buscando mayores cantidades de energía, pero con menos niveles de carbono.

La manera en que se busca aplicar dichas medidas es mediante la creación e implementación de nuevas políticas, aunque sea más complejo que eso, ya que las industrias y potencias económicas ven en las alternativas sustentables un obstáculo para sus objetivos económicos, lo cual vuelve menos rápido, flexible y más costoso lograr que estas políticas se lleven a cabo de forma adecuada.

Pese a las dificultades que se podrían encontrar en el camino, la solución del cambio climático son las energías renovables, porque la modificación en el suministro energético es necesaria y debe realizarse lo más rápido posible. Una de las posibilidades más viables actualmente se encuentra en las economías que siguen en un proceso de desarrollo, ya que se pueden tomar medidas tempranas antes de que se desarrolle un status quo que pueda ser difícil, o imposible, de modificar.

Remitirse a:

<https://www.youtube.com/watch?v=IHZGSQRQnr4&list=PL8HWK0G9m3B4zc286ubnMkhDligVqHGYS&index=3>





## VIDEOS

Objetivos de Desarrollo Sostenible  
de la ONU

El cambio climático es un tema que tiene alarmadas a todas las naciones del mundo. Por tal motivo, el secretario general de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), António Guterres, pide actuar contra éste. En un discurso realizado en septiembre de 2018, Guterres hace uso de su cargo para llamar a las potencias económicas, principales generadoras del cambio climático, haciendo hincapié en que los principales afectados son los países menos desarrollados.

Aboga por todo lo que los científicos han dicho a lo largo de las últimas décadas, pero que ha sido ignorado por demasiados líderes económicos. Sostiene que debe hacerse un cambio radical para no llegar a consecuencias irreversibles en el tema ambiental. Asegura que las herramientas para lograrlo existen y están disponibles (combustibles limpios, mejores baterías, avances en el uso de la tierra y la agricultura); sin embargo, hace falta espíritu de liderazgo y ganas de cambiar el futuro para bien.

El Secretario hace un llamado a que se legisle en favor de frenar el cambio climático, y le habla a las potencias y a los científicos para que realicen un trabajo conjunto y enriquecedor. Guterres finaliza con una cita contundente:

“Cada día que no actuamos es un día que estamos más cerca de un destino que ninguno de nosotros queremos; un destino que se extenderá en el daño hecho a la humanidad y a la vida en la tierra. Nuestro destino está en nuestras manos. El mundo cuenta con que todos estemos a la altura del desafío antes de que sea demasiado tarde. Cuento con todos ustedes”.

Para seguir con el camino trazado por el secretario general de la ONU, es necesario conocer los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que se trabajan, los cuales llaman a los países a generar acciones que busquen erradicar la pobreza, salvaguardar la salud y proteger el planeta.

Se buscan alianzas para lograr dichos objetivos que abogan por la paz, la vida de los ecosistemas, la toma de acciones de cambio en favor del clima, la sustentabilidad y el consumo responsable, el crecimiento económico, la igualdad y la equidad, así como la preservación del agua y la atención a la educación, la salud, la pobreza y la alimentación.

Uno de los países que sufre mayores estragos gracias al cambio climático y a la pobreza es Nepal, llegando a niveles tan altos que se ven obligados a migrar. Sin embargo, sólo los hombres salen del país en busca de más y mejores oportunidades; las mujeres deben quedarse para cuidar de las familias y sobrevivir en un país donde el cambio climático está acabando con sus posibilidades de una vida digna.

La ONU se ha encargado de realizar un gran número de actividades y acciones en pro de las sociedades que se han visto mayormente afectadas por el cambio climático, principalmente países en vías de desarrollo. Como lo mencionó António Guterres, las principales afectadas son las naciones que no tienen las herramientas necesarias para sobrevivir al cambio climático y a la pobreza que este trae consigo.

Se trata de un proceso vertical en el que las naciones e industrias que están arriba se olvidan de los otros países, y generan una cantidad inmensa de residuos y agentes contaminantes que afectan principalmente a las minorías económicas.

Es importante hacer consciencia que todas y cada una de las acciones que se realizan en la cotidianidad para frenar el cambio climático cuentan, aunque la mayor carga de la tienen las grandes empresas que ignoran todas las observaciones y recomendaciones que la comunidad científica hace.

## Remitirse a:

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/category/video-cambio-climatico/>



**Conexiones DGIRE UNAM**

El Proyecto Conexiones DGIRE. Una mirada a la interdisciplinariedad, fue una iniciativa de la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios para construir espacios de reflexión sobre la interdisciplinariedad, entendida como medio de integración del aprendizaje, con el fin de generar propuestas de trabajo en las instituciones académicas con estudios incorporados a la UNAM y de Convenio, de nivel bachillerato, con plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

Pretendía promover la reflexión y el intercambio de experiencias sobre el trabajo interdisciplinario, así como la planeación de actividades a partir de dicha propuesta, para conformar un proyecto con el fin de implementarlo durante un ciclo escolar.

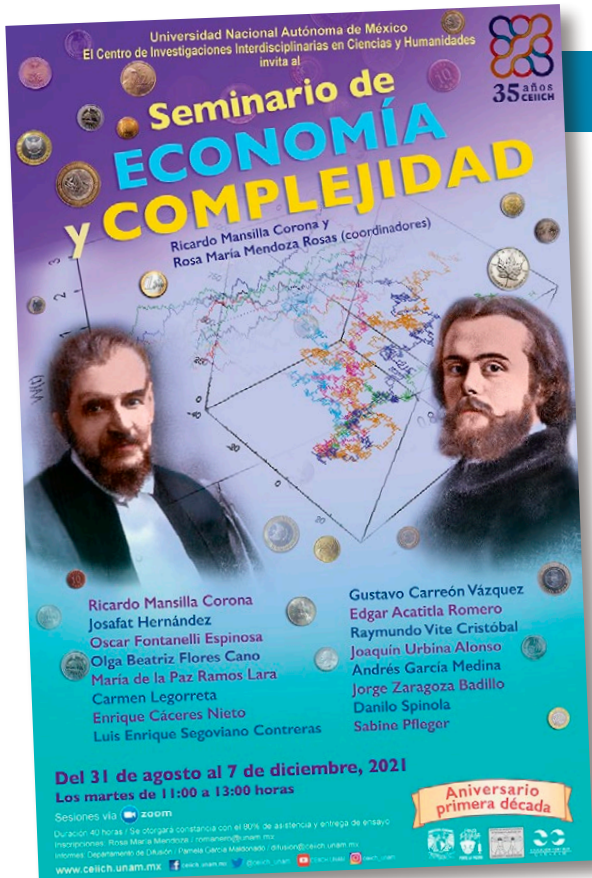
Dirigido a profesores y directivos de las instituciones académicas con estudios incorporados de nivel bachillerato, tenía también la intención de compartir procesos y avances en la construcción de propuestas de proyectos interdisciplinarios, con el fin de enriquecer los propios.

Desarrollado en tres etapas con supervisión y asesoría permanente durante 2020-2021, Conexiones DGIRE incluía la planeación y la implementación de un proyecto, para finalmente presentar un portafolios virtual de evidencias e integrarlo a un micrositio.

Los proyectos, los participantes, las cartas descriptivas, las evidencias y los portafolios, y el desarrollo de las etapas producto de este esfuerzo colaborativo pueden consultarse en el siguiente enlace:

**Remitirse a:**

<https://conexiones.dgire.unam.mx/>



**Seminario Economía y Complejidad (CEIICH)**

Durante el primer semestre de 2022 se lleva a cabo el Seminario de Economía y Complejidad, como parte de los programas que ofrece el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la UNAM. La coordinación está a cargo de Ricardo Mansilla Corona y Rosa María Mendoza Rosas, y la modalidad es virtual como consecuencia de las medidas sanitarias por la pandemia de Covid-19. Las sesiones ocurren cada martes.

La primera reunión se llevó a cabo el 1 de marzo, y estuvo a cargo del propio Mansilla Corona con la ponencia "La polarización política en el contexto actual. Peligros, enfoques académicos y soluciones". La última de las sesiones está programada para el 21 de junio, con una presentación de Vítor Vasconcelos, de la Universidad de Ámsterdam, titulada "Cómo la diversidad y la agrupación de puntos de vista cambian las oportunidades de beneficios individuales y colectivos".

Las temáticas del seminario están centradas en los problemas que implica la economía en un momento tan complejo del capitalismo como el que actualmente vivimos. Política y economía conviven para dar solución a los grandes problemas a los que se enfrentan los países del mundo.

Seguramente el mayor atractivo del seminario recae en su carácter internacional, pues intervienen investigadores como Mari Kawakatsu, de la Universidad de Princeton; Yphtach Lelkes, de la Universidad de Pennsylvania y Alessio Franci, de la Universidad de Lieja.

**Remitirse a:**

<https://www.ceiich.unam.mx/investigacion/seminarios.php>

Facultad de excelencia e innovación



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**



visítanos en la Web

<https://www.acatlan.unam.mx>

## ANTROPOCENO, GLOSARIO MÍNIMO

**ANTRÓPICO.** Producido o modificado por la actividad humana.

**ANTROPOCENO.** Término utilizado para designar la era geológica actual que se distingue por el papel central que desempeña la humanidad para propiciar cambios geológicos significativos.

**CAMBIOS ISOTÓPICOS.** Cambios en varias formas de espectroscopía que ocurren cuando un isótopo nuclear es reemplazado por otro.

**CAMPO MAGNÉTICO.** Campo de fuerza producido por cargas eléctricas en movimiento.

**CAPITLOCENO.** Crítica a la noción de Antropoceno.

**COMBUSTIBLES FÓSILES.** Aquellos que provienen de la descomposición natural de la materia orgánica. Principalmente son tres: petróleo, gas natural y carbón.

**CUATERNARIO.** Último periodo del Cenozoico.

**CUENCAS MARINAS ANÓXICAS.** Zonas de agua marina, agua dulce o de aguas subterráneas en las que el oxígeno disuelto está agotado.

**DATACIÓN RELATIVA.** Ordena los acontecimientos sin conocer el momento exacto en que se producen.

**DATACIÓN.** Acción de adjudicarle un espacio temporal determinado a algún acontecimiento o, en el caso de los materiales, a un objeto.

**DENDROCRONOLÓGICOS.** De dendrocronología, ciencia que estudia las secuencias de los anillos de crecimiento anuales de árboles y arbustos leñosos.

**DESARROLLO SOSTENIBLE.** Transición de la sociedad actual a otra más respetuosa con el medioambiente.

**DIÓXIDO DE CARBONO: PRINCIPAL GAS DE EFECTO INVERNADERO QUE SE EMITE A RAÍZ DE LAS ACTIVIDADES DEL SER HUMANO.**

**EMISIONES ACUMULATIVAS.** Acumulación de gases invernadero a nivel global.

**EMISIONES PER CÁPITA.** Refleja la presión que cada ciudadano promedio ejerce por la emisión de este gas de efecto invernadero.

**EÓN.** Unidad de tiempo que equivale a 1,000 millones de años.

**ESCALA CRONOMÉTRICA.** Se basa en la medida de determinadas propiedades físicas de las rocas.

**ESPELEOTEMAS.** Denominación formal de lo que comúnmente se conoce como formaciones de las cavidades.

**ESTRATIGRÁFICO.** Viene de estratigrafía, que es un estudio o interpretación de las rocas.

**ESTRATOS.** Término empleado para enumerar las capas que puede tener una formación rocosa como producto de años de sedimentación

**ESTRATOTIPO.** Sirve de referencia para definir una etapa geológica; es decir, una etapa de la escala estratigráfica.

**FANEROZOICO.** Era que comenzó hace 590 millones de años. Puede ser dividido en tres: Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico

**FORAMINÍFEROS.** Microorganismos, principalmente marinos, caracterizados por un esqueleto o concha constituido por una o más cámaras interconectadas que fosiliza con relativa facilidad.

**GEOMORFOLOGÍA.** Estudio del relieve de la superficie terrestre.

**GLACIACIÓN.** Periodo en el cual grandes cantidades de hielo cubren la tierra.

**Holoceno.** Último periodo de la era Cenozoica.

**HUELLA DE CARBONO MUNDIAL.** Conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero producidas, directa o indirectamente, por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas.

**IMBRICADAS.** Colocado de igual manera o sobrepuesto uno con otro.

**MARCADORES CRONOESTRATIGRÁFICOS.** De cronoestratigrafía, estudia la edad de los estratos rocosos con relación al tiempo.

**MERCADO DE CARBONO.** Conjunto de diferentes sistemas de comercio que los gobiernos, empresas o individuos emplean para comprar o vender productos que representen toneladas de dióxido de carbono.

**PALEOAMBIENTALES.** Investigación cuyo principal interés es conocer la variabilidad natural del clima y los efectos que esta puede tener en el medio.

**PALEOLIMNOLÓGICOS.** Estudio para reconstruir las condiciones ambientales y ecológicas en sistemas lacustres.

**PERIODO CÁMBRICO.** Es considerado como el primer periodo del Paleozoico.

**PLEISTOCENO.** Primera época del periodo Cuaternario, el cual forma parte de la era Cenozoica.

**POLARIDAD MAGNÉTICA.** Describe el campo magnético alrededor de casi cualquier objeto magnético.

**RADIATIVIDAD.** Emisión espontánea de partículas o radiaciones, o de ambas a la vez.

**RADIOISÓTOPOS.** Forma inestable de un elemento que libera radiación a medida que se descompone y se vuelve más estable.

**RADIONUCLEIDOS ARTIFICIALES.** Utilizados en medicina nuclear se obtienen sometiendo nucleidos estables al bombardeo de partículas fuertemente energéticas ya sean en aceleradores o en el reactor nuclear.

**TECNOFÓSILES.** Vestigios de objetos tecnológicos.

**TECNOLOGIZACIÓN.** Acción de pasar procesos y procedimientos a medios digitales o tecnológicos.

## COLABORAN EN ESTE NÚMERO:

### Ana María Soler Arechalde

Instituto de Geofísica, UNAM

<https://www.geofisica.unam.mx/>

Doctora en Sismología y Física del Interior de la Tierra. Se dedica al estudio de las variaciones del campo magnético geomagnético, y cómo queda grabado en las rocas y en los vestigios prehispánicos, con lo que crea cronologías detalladas del desarrollo de estas culturas. Imparte clases en la ENC, Ciencias y Posgrado en Ciencias de la Tierra. Es directora del Museo de Geofísica de la UNAM, donde lleva a cabo actividades de divulgación de la ciencia.

[anesoler@igeofisica.unam.mx](mailto:anesoler@igeofisica.unam.mx)

### Eufemia Basilio Morales

Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

<http://www.iiec.unam.mx/>

Doctora en Economía con especialidad en Finanzas Públicas por la UNAM. Actualmente es Investigadora de tiempo completo en el Instituto de Investigaciones Económicas de la unam, así como profesora de licenciatura y posgrado en la misma institución. Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 1 y es fundadora del proyecto «Economentes», para la difusión de temas económicos.

[arima04@yahoo.com.mx](mailto:arima04@yahoo.com.mx)

## COMENTARISTAS

### Guillermo Acosta Ochoa

Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

<http://www.iaa.unam.mx>

Arqueólogo especializado en el estudio de los primeros pobladores de México y el desarrollo de la agricultura y las primeras sociedades agrarias. Es responsable del Laboratorio de Prehistoria y Evolución del Instituto de Investigaciones Antropológicas, de la UNAM.

[acostaochoa@gmail.com.mx](mailto:acostaochoa@gmail.com.mx)

### Kurt Heinrich Wogau Chong

Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

<http://www.iaa.unam.mx>

Investigador de variaciones paleoambientales durante finales del Pleistoceno y el periodo Holoceno. Centrado también en la respuesta de grupos de cazadores-recolectores o sociedades complejas mesoamericanas a los diferentes cambios ambientales y como el paisaje natural ha sido alterado por acción humana. Utiliza secuencias sedimentarias lacustres y fluviales como registros paleoambientales. Sus metodologías para el estudio de secuencias sedimentarias: análisis de facies y microfacies sedimentarias, magnetismo ambiental, geoquímica de sedimentos, análisis mineralógicos y estadística multivariada.

[kurtwogau@gmail.com](mailto:kurtwogau@gmail.com)

### Margarita Erna Caballero Miranda

Laboratorio de Paleolimnología, Instituto de Geofísica, UNAM

<https://www.geofisica.unam.mx/index.html>

Investigadora especializada en el estudio del cambio ambiental natural durante los últimos miles de años (Pleistoceno y Holoceno). Usa como indicadores los restos silíceos de un grupo de algas (las diatomeas) que se preservan en sedimentos lacustres (limnología, paleolimnología y paleoclimatología).

[maga@igeofisica.unam.mx](mailto:maga@igeofisica.unam.mx)

### Elizabet Solleiro Rebolledo

Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo, Instituto de Geología, UNAM

<https://www.geologia.unam.mx/comunidad-igl/solleiro-rebolledo-e>

Investigadora especializada en génesis de suelos, evolución del paisaje y en la relación de los suelos y la arqueología.

[solleiro@geologia.unam.mx](mailto:solleiro@geologia.unam.mx)

### Jessica Mariela Tolentino Martínez

Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

<http://www.iiec.unam.mx/>

Investigadora del Instituto de Investigaciones Económicas de la unam. Sus trabajos se han enfocado en el análisis de los factores económicos y extraeconómicos en el territorio, que posibilitan el desarrollo endógeno

[jessicatolentino@comunidad.unam.mx](mailto:jessicatolentino@comunidad.unam.mx)

### Sergio Montero Olivares

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM

<https://www.politicas.unam.mx>

Profesor de la licenciatura de Comunicación, especializado en Ciencias de la Comunicación, Prospectiva y estudios de futuros.

[sergiomontero@politicas.unam.mx](mailto:sergiomontero@politicas.unam.mx)

### Georgina Santa Cruz Gómez

Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM

<http://www.acatlan.unam.mx>

Profesora en las licenciaturas de Sociología y Pedagogía. Sus áreas de interés están en la Sociología, la Filosofía y la Antropología Social.

[138098@pcpuma.acatlan.unam.mx](mailto:138098@pcpuma.acatlan.unam.mx) / [geoscg@gmail.com](mailto:geoscg@gmail.com)



## Transformación de la realidad social



**FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES**



**visítanos en la Web**

<https://www.politicas.unam.mx>

*En el próximo número...*

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## DE LA CIENCIA FICCIÓN AL APOCALIPSIS... ¿Y LA REALIDAD?

- APLICADA AL DESARROLLO DE PRÓTESIS HUMANAS
- EN LA BATALLA GLOBAL CONTRA LA PANDEMIA DE COVID-19
- ROBÓTICA DE SERVICIO
- MÁQUINAS INTELIGENTES
- UN ENJAMBRE DE GRANDES DATOS, APRENDIZAJE AUTOMÁTICO E INTERNET "DE LAS COSAS"
- OPORTUNIDADES Y RIESGOS, DESAFÍOS E INCERTIDUMBRE
- TECNOLOGÍA "DISRUPTIVA" QUE PERTURBA LOS SISTEMAS SOCIALES, ECONÓMICOS Y GUBERNAMENTALES
- *GOBERNANZA JURÍDICA*, DILEMAS ÉTICOS, CIVILES, POLÍTICOS...

