



Año 20 | Número 40 | 31 de diciembre 2023 |

| Hermosillo, Sonora, México. |

# NUESTRA TIERRA

Órgano de divulgación de la Estación

Regional del Noroeste, UNAM



## UNA SOLA SALUD: UN ENFOQUE INTEGRADOR

• REVISTA NUESTRA TIERRA, 20° ANIVERSARIO: ORIGEN Y CONTINUIDAD EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA • IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL NOROESTE DE MÉXICO Y EL SUROESTE DE ESTADOS UNIDOS: UNA VISIÓN GENERAL • UN SUPER MICROSCOPIO PARA ESTUDIAR EL MEDIO AMBIENTE: EL SINCROTRÓN

## EDITORIAL

**E**n esta fecha Nuestra Tierra está de celebración y agradecemos el que hoy pueda tener este ejemplar en sus manos. Tras 20 años de trabajo consecutivo y sin interrupciones, presentamos el número 40, con expectativas y vista a futuro, pero también con una mirada hacia atrás para recordar y recopilar.



Tal como inició, con el objetivo de comprender, cuidar y apreciar nuestro planeta, a lo largo de estos años la Revista ha abordado en sus páginas diferentes temas relacionados con múltiples aspectos que nos permiten su estudio en profundidad, pero de forma amena. Ahora más que nunca, debemos conocer la Tierra para protegerla de los daños que la amenazan. Por ello, a través de la publicación de los números de la Revista esperamos continuar contribuyendo para ofrecer una ventana de visión que incentive la atención hacia la protección, restauración y entendimiento.

En este número especial de aniversario iniciaremos con un artículo sobre el origen y continuidad de la Revista Nuestra Tierra en la divulgación de la ciencia. Mención especial en este sentido, in memoriam, al Dr. César Jacques quien concibió la idea de la revista, fue el primer editor de la misma y trabajó en ella impulsándola hasta el día de su jubilación.

Los siguientes artículos que integran este número nos muestran un nuevo panorama, 20 años después, de temas relevantes para nuestro planeta. Por un lado, la necesidad de conjugar esfuerzos y atender la salud del planeta desde una perspectiva integral ya que la salud humana está estrechamente conectada con la salud animal y la ambiental. Por otro lado, la emergencia climática que se debe atender con urgencia para garantizar las actividades agrícolas que sostienen la alimentación, la seguridad hídrica y el bienestar general. También abordaremos una nueva tecnología que hoy nos permite detectar con todo el detalle necesario elementos potencialmente tóxicos que puedan amenazar el estado de la Tierra para transitar hacia su conservación.

Nuestra Tierra quiere agradecer desde estas líneas a todos los que han hecho posible el trayecto de estos 20 años, con un particular énfasis en los autores, editores y sobre todo los lectores, que mantienen el interés por esta publicación.

**Dra. Aurora M. Pat Espadas**  
Editora en Jefe de Nuestra Tierra

### CONTENIDO

#### 2 EDITORIAL

#### 3 REVISTA NUESTRA TIERRA, 20° ANIVERSARIO: ORIGEN Y CONTINUIDAD EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

#### 7 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL NOROESTE DE MÉXICO Y EL SUROESTE DE ESTADOS UNIDOS: UNA VISIÓN GENERAL

#### 11 UNA SOLA SALUD: UN ENFOQUE INTEGRADOR

#### 15 UN SUPER MICROSCOPIO PARA ESTUDIAR EL MEDIO AMBIENTE: EL SINCROTRÓN

Fotografías de portada:

Dra. Aurora M. Pat Espadas, Geol. Adriana Aimeé Orcí Romero, LDG. Alejandra Bárcenas Martínez.

**Nuestra Tierra**, Año 20, No. 40 (Diciembre de 2023), es una publicación semestral del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C. P. 04510, Ciudad de México. Estación Regional del Noroeste, av. Luis Donaldo Colosio s/n y Madrid, campus UniSon, Hermosillo, Sonora, C. P. 83000. Editor responsable: Dra. Aurora M. Pat Espadas. Número del Certificado de Reserva de Derechos al uso exclusivo del Título: 04-2004- 050610455400-102. ISSN 1665-935X. Número del Certificado de Licitud de Título y Contenido: 17529. Diseño: Alejandra Bárcenas Martínez. Impresión: Imagen Digital del Noroeste, S.A. de C.V. Tiraje: 100 ejemplares; impresión Offset con papel couché cover de 300 g para forros y couché text de 150 g para los interiores. El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja necesariamente el punto de vista de los editores asociados ni del editor en jefe. Se autoriza la reproducción de los artículos (no así de las imágenes) con la condición de citar la fuente y se respeten los derechos de autor.

## DIRECTORIO UNAM

DR. LEONARDO LOMELÍ VANEGAS  
**Rector**

DRA. PATRICIA DOLORES DÁVILA ARANDA  
**Secretario General**

MTRO. TOMÁS HUMBERTO RUBIO PÉREZ  
**Secretario Administrativo**

DRA. MARÍA SOLEDAD FUNES ARGÜELLO  
**Coordinador de la Investigación Científica**

DR. RICARDO BARRAGÁN MANZO  
**Director del Instituto de Geología**

DR. THIERRY CALMUS  
**Jefe de la Estación Regional del Noroeste**

## DIRECTORIO DE NUESTRA TIERRA

No. de Reserva de Derechos al uso exclusivo del título 04-2004-050610455400-102  
ISSN 1665-935X

DRA. AURORA M. PAT ESPADAS  
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM  
**Editora Responsable**

DRA. CLARA L. TINOCO OJANGUREN  
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Ecología, UNAM

DRA. MA. CRISTINA PEÑALBA GARMENDIA  
Depto. de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora

GEOL. ADRIANA AIMÉ ORCÍ ROMERO  
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

DRA. BLANCA GONZÁLEZ MÉNDEZ  
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

DRA. DENISSE ARCHUNDIA PERALTA  
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

### Editores Asociados

Para recibir esta revista vía internet escribir a:  
**nuestratierra@geologia.unam.mx**



@RNTERNOUNAM

@RNTERNO

# REVISTA NUESTRA TIERRA

# 20

## ANIVERSARIO

### ORIGEN Y CONTINUIDAD EN LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA

**Aurora M. Pat-Espadas<sup>1</sup>, Denisse Archundia Peralta<sup>1</sup>, Blanca González Méndez<sup>1</sup>, Adriana Aimé Orcí Romero<sup>2</sup>, María Cristina Peñalba Garmendia<sup>3</sup>, Clara Tinoco Ojanguren<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>CONAHCYT-Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Luis Donaldo Colosio y Madrid s/n, esq. con Madrid, Col. Los Arcos, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>2</sup>Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Luis Donaldo Colosio y Madrid s/n, esq. con Madrid, Col. Los Arcos, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Av. Luis Donaldo Colosio s/n, Hermosillo, Sonora, Mexico.

<sup>4</sup>Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Luis Donaldo Colosio s/n, esq. con Madrid, Col. Los Arcos, Hermosillo, Sonora, México.

\* [nuestratierra@geologia.unam.mx](mailto:nuestratierra@geologia.unam.mx)

#### La Revista Nuestra Tierra

El noroeste de México, donde surgió Nuestra Tierra, es una región con una gran riqueza ecológica y de recursos naturales que enfrenta retos y problemáticas socioambientales. Fomentar la investigación y cultura científica en su población es imprescindible para impulsar la región a un mejor nivel de desarrollo, ayudando a mejorar la comprensión social sobre las problemáticas regionales y estimulando la búsqueda de soluciones.

Con esa idea, en el año 2003, un grupo de investigadores de la Estación Regional Noroeste del Instituto de Geología UNAM, liderados por el Dr. César Jacques Ayala, evaluó la posibilidad de iniciar la publicación de una revista de divulgación del conocimiento sobre nuestro planeta, que integrara aspectos de las ciencias de la Tierra, la biología y las ciencias ambientales. Su objetivo, que resume el editorial del número 1 de Nuestra Tierra, era acercar el conocimiento científico a un público general, de modo que éste entendiera los cambios que sufre la Tierra -modificaciones en el paisaje, erosión, inundaciones, sismos, actividad volcánica, mareas y cambios en el nivel del mar, biología y ecología de animales y plantas-, en un continuo proceso de variabilidad que discurre ante el ser humano. Conocer la Tierra era el primer paso para quererla, respetarla, protegerla.

Por otra parte, en esos años no había muchas revistas de divulgación en la región, la carrera de Geología tenía pocos alumnos, la de Biología se fundaría un año después y la de Ecología era incipiente, por lo que las ciencias



de la Tierra eran conocidas fundamentalmente a nivel profesional en las compañías mineras y en centros de investigación. Faltaba un medio de comunicación que difundiera muchos de los aspectos fascinantes de la geología y la biología y que atrajera a los jóvenes hacia dichas disciplinas.

De ese modo se fue conformando un grupo de trabajo que se encaminó a la elaboración del primer número

de la revista Nuestra Tierra, teniendo en mente el establecimiento de un puente entre el bachiller y la formación profesional universitaria. Así, la revista estaría dirigida a un público general, con un nivel académico de bachillerato o bien de licenciatura en cualquier disciplina próxima o lejana al ámbito de la revista. Se enfocaría en parte a temas del noroeste de México,

pero abordaría también temas geológicos, biológicos y ambientales generales de interés para público no especializado.

Siguiendo este principio, el primer número, publicado en la primavera de 2004, integró en varios artículos la perspectiva amplia del origen del universo junto con el detalle de los minerales, pasando entre otros, por aspectos atmosféricos como el calentamiento global. Con el paso de los años, se irían sucediendo ininterrumpidamente los nuevos números semestralmente, en primavera y verano hasta 2008, para pasar a publicarse a partir de entonces en las fechas de junio y diciembre de cada año. Participaban en la edición de la revista el editor en jefe, dos editores asociados y un editor técnico.

### Evolución a través del tiempo

Durante dos décadas la revista Nuestra Tierra ha cumplido, principalmente siguiendo el propósito de la idea creadora, permear divulgación sobre el estado del conocimiento en que se encuentra el entendimiento de nuestra Tierra. De ello dan certeza los ya 40 números publicados de forma ininterrumpida. En un principio estos presentaron 16 páginas y desde el número 19 se mantiene la versión de 20 páginas incluyendo portada y contraportada. **La Revista Nuestra Tierra cuenta con ISSN, certificado de reserva de derecho de uso exclusivo del título y certificado de licitud de título y contenido.**



Figura 1. Evolución de diseño de la Revista Nuestra Tierra en 20 años desde 2004 a la fecha, 40 números publicados.

Al inicio se distribuyó en la entidad por correo tradicional, en forma membretada para cada uno de los investigadores, maestros y personas relacionadas con los temas que aportaron artículos a la revista, así como para bibliotecas de diversas escuelas e instituciones en general, mayormente del estado de Sonora. También se entregaban ejemplares coincidiendo con reuniones científicas y visitas de escolares a la Estación Regional del Noroeste de la UNAM, y otra cantidad quedaba para consulta en su biblioteca. A partir de 2010 se envió por correo electrónico la versión de la revista en archivo PDF a estudiantes de licenciatura, investigadores, estudiantes de posgrado y maestros de universidad, así como a más lectores fuera de la entidad. Apreciables cambios de estilo en las portadas y en el formato interior han sucedido a

través del tiempo, por ejemplo, de blanco y negro (ejemplares 1 al 11) a totalmente a color (ejemplar No. 12 y siguientes) como se puede observar en las portadas (Figura 1) y en el formato interior.

Actualmente la revista se comparte en la página de internet del Instituto de Geología de la UNAM con el total de números publicados, por correo electrónico, desde 2013 en redes sociales a través de Facebook (@RNTERNOUNAM), desde 2021 en Twitter, ahora X (@RNTERNO) y desde hace tres números a través de código QR. La versión impresa se distribuye en bibliotecas; instituciones de educación media superior de los sistemas CECYTES, CBTS, COBACH, entre otras; y en instituciones de educación superior como UES, UNISON, ITESCA, etc. Así, los canales de distribución de la Revista Nuestra Tierra en la actualidad son los que se muestran en la Figura 2.

También es notable el proceso de madurez en este trayecto, comparando el primer número en el cual los autores fueron, en su mayoría, investigadores de la entidad, con los más recientes en los que se han integrado autores que incluyen investigadores y estudiantes, de instituciones de otras entidades de México, así como de EEUU, España, Francia y Japón, en más de una publicación.

### Importancia de la difusión de la ciencia

La divulgación de la ciencia es un canal de diálogo entre la comunidad científica y el público. Es la forma en la que se presentan los nuevos hallazgos y el conocimiento con base en evidencia científica para que el público (desde los individuos hasta los responsables de realizar políticas públicas) pueda tomar decisiones informadas y/o incrementar su conocimiento. Pensemos por ejemplo en la relación entre la contaminación ambiental y la salud: si hay nuevos descubrimientos sobre estas relaciones, ¿no deberían estas ser comunicadas efectivamente al público?

Para lograr este fin la divulgación científica se apoya en la pedagogía,



Figura 2. Canales de distribución de la Revista Nuestra Tierra en la actualidad.

estrategias de comunicación y el uso de un lenguaje legible, comprensible y significativo, transformando así la información “compleja” en un formato accesible para el público.

Sin embargo, más allá de su carácter informativo, la divulgación científica también busca sensibilizar al público en general, y especialmente a las jóvenes generaciones, en el quehacer científico. Por esto, la divulgación de la ciencia tiene gran importancia para el futuro del desarrollo de las ciencias y de la sociedad.

Las universidades son cunas de la innovación científica y tecnológica, desempeñando así un papel muy importante en el avance de la ciencia y la sociedad. Por esta razón las universidades, como la UNAM y las más de 3000 universidades de México, son parte central de la divulgación del conocimiento científico al público en general.

### Principales logros acumulados y experiencias positivas. El camino por recorrer

Hace 20 años la revista Nuestra Tierra surgió como el medio de divulgación de la Estación Regional del Noroeste de la UNAM, con el objetivo de acercar a los lectores a las Ciencias de la Tierra y así conocer sobre nuestra casa, el planeta Tierra.

Con el paso del tiempo, Nuestra Tierra extendió rápidamente su impacto más allá de la región noroeste. Su público ha ido creciendo, incluyendo desde las escuelas públicas locales hasta lectores nacionales e internacionales que siguen su publicación a través del sitio web y las redes sociales.



# IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL NOROESTE DE MÉXICO Y EL SUROESTE DE ESTADOS UNIDOS: UNA VISIÓN GENERAL

**Carlos Lizárraga-Celaya**

Instituto de Ciencia de Datos, Universidad de Arizona. Tucson, Arizona. U.S.A.

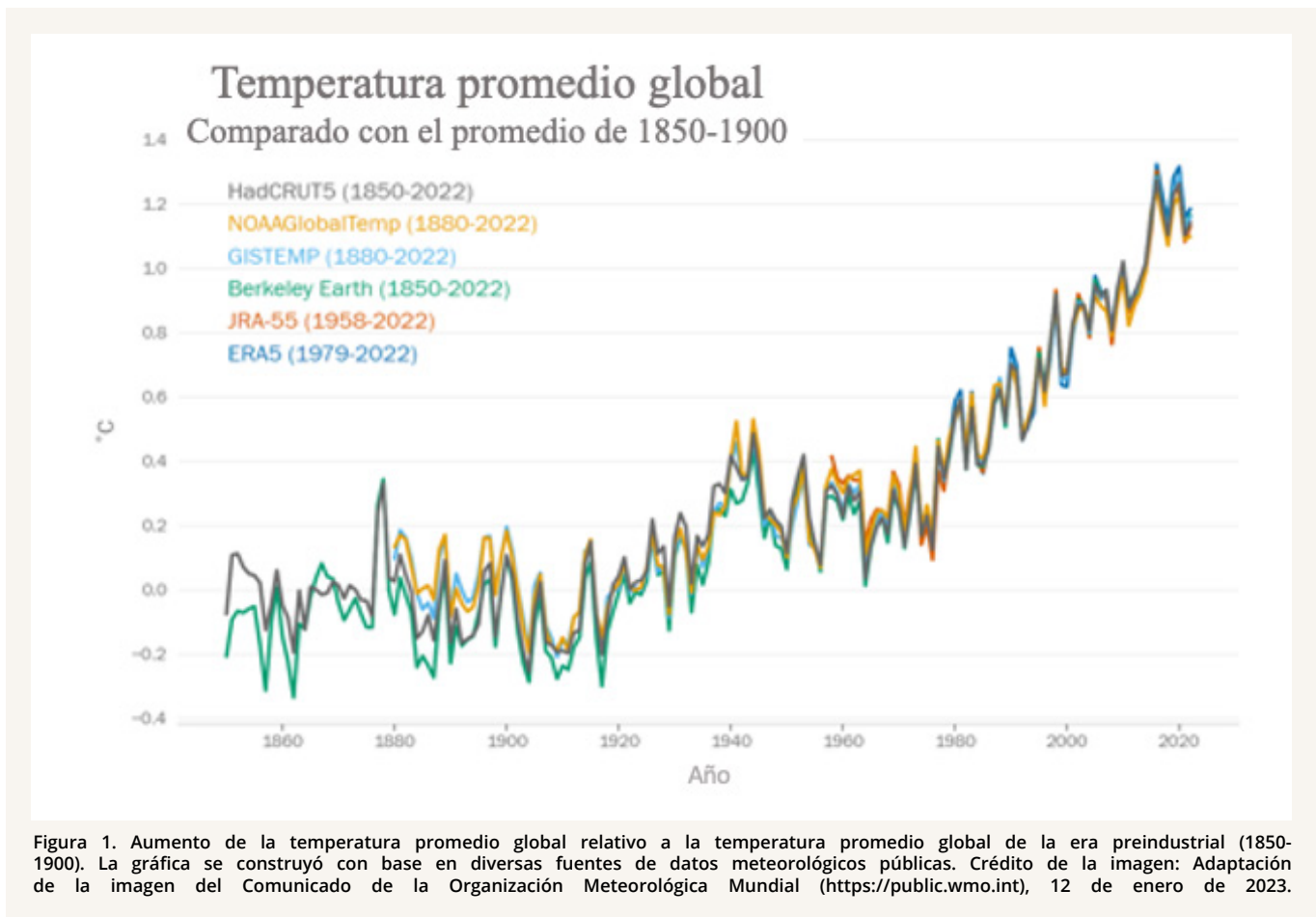
\*clizarraga@arizona.edu

## Introducción

En el reporte de la sexta evaluación (2021) sobre la situación del Cambio Climático, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de la Organización de Naciones Unidas (IPCC, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>), hace un llamado a todos los países a reducir las emisiones de gases tipo invernadero en un 50% para el año 2030 y lograr alcanzar cero emisiones de CO<sub>2</sub> para mediados del siglo, para que a finales de este siglo la temperatura promedio global no rebase los 1.5°C respecto a la temperatura promedio base que había en la era preindustrial (1850-1900).

En este artículo abordaremos el tema de cómo el Cambio Climático ha estado impactando nuestras vidas, en particular, en el noroeste de México y suroeste de Estados Unidos. Podemos observar múltiples factores: cómo el incremento de calor y la intensidad de las sequías provocan mayor número de incendios forestales; por un lado, la escasez de los recursos hídricos tiene impacto sobre el volumen de producción de cosechas agrícolas, y por otro los eventos meteorológicos extremos provocan inundaciones y erosión en las zonas costeras; existe una fuerte correlación entre los cambios de uso de suelo y los patrones de precipitación, lo que conlleva la alteración de ecosistemas terrestres y a su vez pérdida en la biodiversidad; la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos se ha incrementado, aumentó la frecuencia de olas de calor, intensidad de sequías e inundaciones; ha habido un incremento en las temperaturas extremas y en el grado de impredecibilidad de la precipitación en zonas rurales; la disminución en la cantidad de precipitación ha provocado un mayor índice de aridez.

Al final de este documento, presentaremos una serie de propuestas de acción que requerimos adoptar urgentemente para mitigar y adaptarnos a los efectos del cambio climático.



### Aumento de temperatura

Una de las cuestiones más importantes que es necesario abordar es el incremento continuo de temperaturas. Al año 2022, el planeta ha experimentado un aumento de  $1.15 \pm 0.13$  °C respecto a las temperaturas que existían en la era preindustrial (Figura 1). Los primeros 22 años de este siglo, han sido el periodo más caliente desde que se tiene registro. En la región de Sonora-Arizona, el número promedio de días con temperaturas mayores a 40°C es de 38 días, pero ha estado por arriba del promedio desde 1995 y alcanzó 58 días en el periodo 2015-2020. Las temperaturas promedio mínimas (nocturnas) y máximas (diurnas) durante los veranos muestran una tendencia de aumento, a partir del año 2000.

Estas temperaturas elevadas han provocado un aumento de las olas de calor y períodos prolongados de altas temperaturas, que han tenido efectos perjudiciales tanto para la salud humana como para los sistemas ecológicos.

A consecuencia de esto, ha habido un aumento notable en la prevalencia de afecciones médicas inducidas por el calor, lo que ejerce presión sobre los sistemas de salud y compromete aún más el bienestar humano.

Algunos departamentos de salud han tenido que definir protocolos para llevar registro del número de personas fallecidas relacionados con el calor. Por ejemplo, el condado de Maricopa, que incluye la zona metropolitana de Phoenix, Arizona (EUA), a fines de octubre de 2023, llevaba un registro de 469 personas fallecidas causadas por o relacionadas con el calor. En el año 2022, en ese mismo condado, hubo 425 muertes relacionadas con u ocasionadas por el calor, resultando un incremento del 25% relativo al número de muertes durante el 2021, que fueron 339 (Figura 2). En el Estado de Arizona hubo un total de

3091 muertes causadas con el calor durante el periodo 2010-2020.

No es suficiente con registrar la temperatura del aire, sino que combinada con la humedad relativa se calcula el índice de calor, y con esto se crean tablas para la emisión de alertas para las personas que trabajan o se encuentran en ambientes exteriores (Figura 3).

Las consecuencias de este fenómeno son de gran alcance. Ha empeorado la ya preocupante pérdida de biodiversidad, ya que muchas especies luchan por adaptarse al clima cambiante. Además, el sector agrícola se ha visto gravemente afectado, con una disminución de la producción y del rendimiento de los cultivos debido a las condiciones climáticas desfavorables como son las olas de calor, un mayor periodo libre de heladas y menos días fríos, provocando que las cosechas maduren antes de tiempo y se reduzca su volumen.



Es crucial que se tomen medidas inmediatas para abordar esta cuestión que resulta apremiante. Se deben hacer esfuerzos para mitigar los efectos del aumento de las temperaturas e implementar prácticas sostenibles para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Al hacerlo, podemos proteger tanto el medio ambiente como los medios de vida de las generaciones futuras.

### Implicaciones para los recursos hídricos

El cambio climático tiene un profundo impacto en los recursos hídricos. Conduce a perturbaciones importantes, incluidos cambios en los patrones de precipitación y un aumento de la evaporación provocado por el aumento de las temperaturas. Estos cambios contribuyen a la escasez de agua, que tiene consecuencias de gran alcance para las prácticas agrícolas y las comunidades que dependen del agua para su sustento. Como resultado de estos desafíos, los rendimientos agrícolas se reducen, lo que lleva a una menor producción de alimentos. Además, la disponibilidad limitada de agua conduce a una mayor competencia entre diferentes sectores, como la agricultura, la industria y las ciudades. Por lo tanto, es crucial abordar el cambio climático y sus efectos sobre los recursos hídricos para garantizar el desarrollo sostenible y el bienestar de las comunidades en todo el mundo.

Por ejemplo, en algunas poblaciones del Estado de Colorado, en Estados Unidos, han implementado políticas públicas para establecer redes municipales de drenaje de agua gris, que son enviadas a plantas tratadoras del agua para conservar, incrementar la eficiencia y reúso del agua al menos dos veces. Hay muchos posibles usos de agua no potable como lo son los sistemas de irrigación en regiones agrícolas, parques y jardines urbanos, sistemas de enfriamiento industrial, y uso en sanitarios.

### Intensificación de la sequía

La sequía en nuestra región es un problema persistente y recurrente que se agrava por los efectos del cambio climático. Las consecuencias de las sequías prolongadas e intensas son de gran alcance, y tienen implicaciones importantes

tanto para la economía como para el medio ambiente, con especial atención a la agricultura y los ecosistemas naturales. Estas condiciones de sequía no sólo provocan una disminución del rendimiento de los cultivos, sino que también contribuyen a una mayor frecuencia de incendios forestales devastadores, lo que representa una amenaza tanto para la vida humana como para el medio ambiente. Además, las sequías graves y prolongadas contribuyen a la degradación de la biodiversidad, exacerbando aún más el estado ya frágil de nuestros ecosistemas.

En los pronósticos de los modelos, se espera una disminución en el volumen de las capas de nieve de invierno, y las nevadas sucederán en mayores altitudes, por lo que la disponibilidad de agua de los ríos montañoses para la población que depende de esto se verá afectada. Por otro lado, se espera una disminución en las precipitaciones durante la primavera. La dependencia de la precipitación será mayormente en la época de lluvias de verano y ocasionalmente de fuentes de humedad en los restos de tormentas tropicales o huracanes que arriben a una región.

### Incendios forestales

La región ha sido testigo de un aumento significativo en la magnitud de los incendios forestales causados por los impactos adversos del cambio climático. Entre lo que se espera que suceda, son condiciones de aire más cálido y seco, una mayor evaporación, un decremento en la humedad del suelo y pastos más secos, incrementando de esta forma la posibilidad de incendios mayores que impacten regiones más extendidas (entre dos y cinco veces más área afectada para el año 2070). Por ejemplo, los inviernos más cálidos no eliminan los insectos que devoran los pinos, produciéndose entonces más material combustible. Las condiciones cálidas y secas extienden la temporada de incendios, aumentando las oportunidades para el inicio y propagación de los incendios.

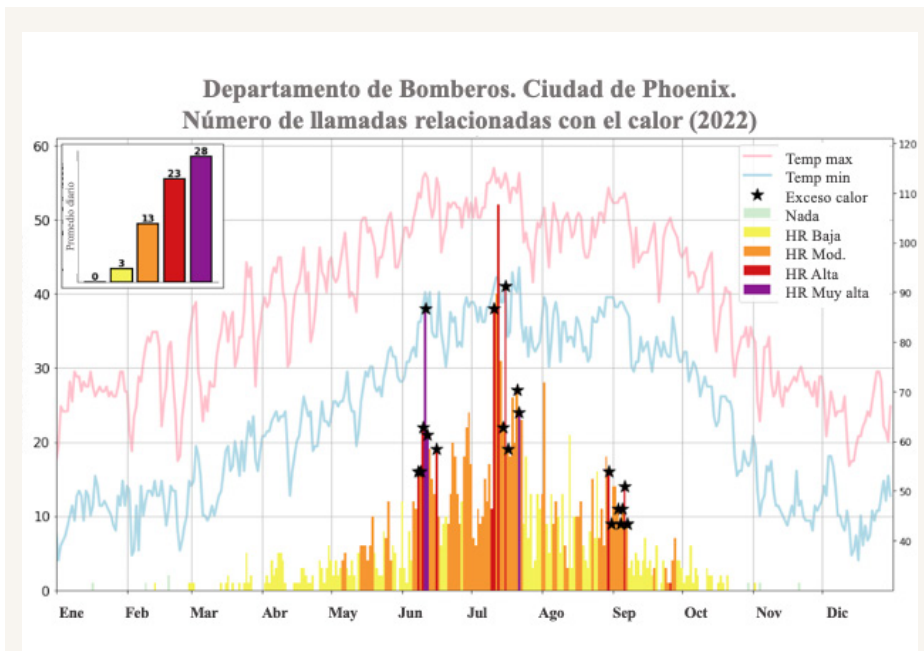


Figura 2. Número de llamadas de emergencia por riesgos de calor al Departamento de Bomberos de la Ciudad de Phoenix, Arizona, Estados Unidos durante el año 2022. Incluye el número promedio de llamadas por gravedad de riesgo de calor. Crédito de la imagen: Adaptación de la figura de la Oficina en Phoenix, Arizona. Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos (NWS/NOAA, <https://www.weather.gov/psr/heat>).

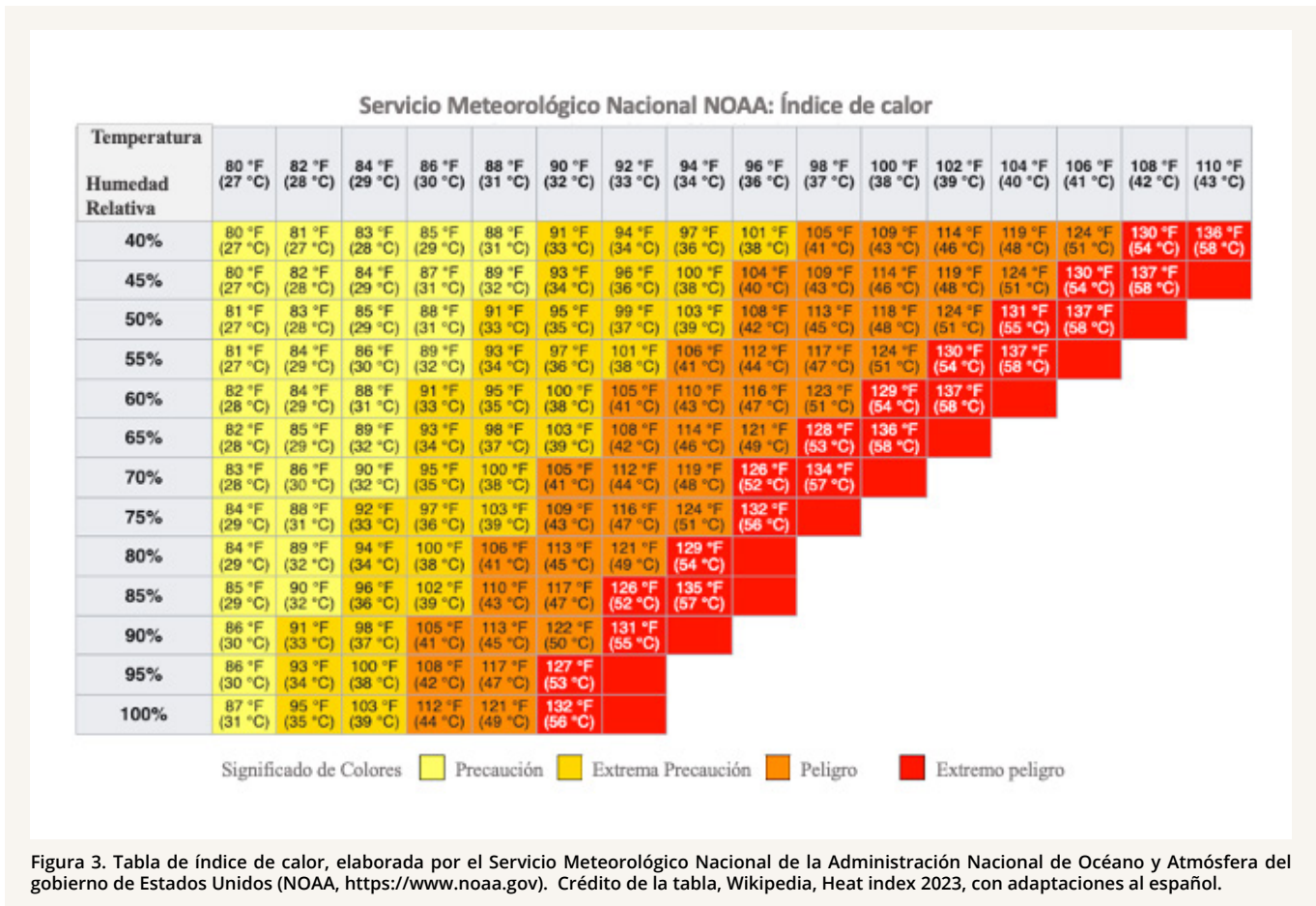


Figura 3. Tabla de índice de calor, elaborada por el Servicio Meteorológico Nacional de la Administración Nacional de Océano y Atmósfera del gobierno de Estados Unidos (NOAA, <https://www.noaa.gov>). Crédito de la tabla, Wikipedia, Heat index 2023, con adaptaciones al español.

Esta tendencia no sólo plantea riesgos sustanciales para los asentamientos humanos y los ecosistemas naturales, sino que también tiene consecuencias de gran alcance. Estas consecuencias incluyen la pérdida de biodiversidad, que es un componente crucial del equilibrio ecológico de nuestro planeta. Además, los incendios forestales contribuyen a una mayor contaminación del aire, exacerbando los desafíos ambientales ya existentes. Por otra parte, la naturaleza destructiva de estos incendios provoca daños sustanciales a la propiedad, lo que afecta tanto a personas como a comunidades.

**Influencia en el monzón norteamericano**

El cambio climático plantea una amenaza significativa para el monzón de América del Norte, que es una fuente crucial de precipitaciones para la región. Los posibles impactos del cambio climático en el monzón pueden provocar cambios sustanciales en los patrones de precipitación, a través de lluvias torrenciales muy localizadas, de corta duración, acompañadas de tormentas eléctricas más severas. Lo anterior tendrá consecuencias de gran alcance para diversos sectores, en particular la agricultura y la disponibilidad de agua. Estos cambios pueden tener efectos profundos en la producción agrícola, reduciendo potencialmente el rendimiento de los cultivos y afectando la producción de alimentos. Además, a medida que los recursos hídricos se vuelven más escasos y aumenta la competencia por ellos, existe un mayor riesgo de escasez de agua, lo que puede exacerbar aún más los desafíos que enfrentan los agricultores y las comunidades que dependen de un acceso constante y confiable al agua.

El monzón norteamericano en Sonora y Arizona trae fuertes lluvias desde finales de junio hasta mediados de septiembre, con precipitaciones variables

cada año. Es crucial para la agricultura y los ecosistemas, ya que es la fuente principal de agua en la región, pero también puede provocar inundaciones destructivas. Por ejemplo, la temporada de monzones de 2014 tuvo precipitaciones superiores a la media debido al aumento de las temperaturas de la superficie del mar y a una activa temporada de huracanes. Sin embargo, la temporada de monzones de 2020 fue la más seca registrada, con menos de 40 mm de lluvia, que no logró una recarga esperada en los niveles de las presas de almacenamiento, provocando situaciones críticas en el abastecimiento del líquido vital a grandes sectores de la población urbana que depende de estas reservas. Según los modelos de escenarios futuros para el cambio climático, se pronostica un monzón con mayor variabilidad en la precipitación anual promedio en los próximos años.

El aumento de la demanda de agua, sumado a una disponibilidad limitada o impredecible, afecta tanto a las personas como a las industrias que dependen de suministros de agua accesibles. Por lo tanto, es imperativo que abordemos y mitiguemos los impactos potenciales del cambio climático en el monzón norteamericano para salvaguardar nuestros sistemas agrícolas, garantizar la seguridad hídrica y mantener el bienestar general y la resiliencia de la región.

## ACCIONES PROPUESTAS

A continuación, sometemos a la consideración de la población en general una lista de posibles acciones que debemos adoptar y promover para mitigar y adaptarnos a los efectos del Cambio Climático.



**1. Implementar tecnologías de ahorro de agua en la agricultura**, como sistemas de riego de precisión y métodos de riego por goteo, reducir las labores de labranza para promover una agricultura regenerativa para restaurar la biodiversidad del suelo degradado, maximizar la eficiencia y minimizar el desperdicio de agua.



**2. Iniciar esfuerzos de reforestación a gran escala** en colaboración con comunidades locales y organizaciones ambientales para restaurar y preservar ecosistemas, favorecer la biodiversidad y combatir la pérdida de hábitat de diversas especies. Se propone reducir las actividades de deforestación a la mitad para el año 2025, alcanzando a detener la deforestación total para el año 2030. De forma paralela, se recomienda preservar los humedales y turberas, para la captura de carbono en el suelo.



**3. Lanzar campañas integrales de concientización pública sobre el uso responsable del agua**, educando a las personas sobre la importancia de conservar el agua, adoptar prácticas sustentables y reducir el consumo de agua en las actividades diarias.



**4. Asignar inversiones sustanciales en investigación, desarrollo e implementación de fuentes de energía renovables**, incluidas la energía solar y eólica, para reducir a una razón de 6% por año la producción de combustibles fósiles, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, Metano, Óxido Nitroso) y mitigar los efectos adversos del aumento de temperatura y el cambio climático.

## Referencias

- Estrada Porrúa, F., Zavala Hidalgo, J., Martínez Arroyo, A., Raga, G., Gay García, C., Estado y perspectivas del Cambio Climático en México: un punto de partida (2023). PINCC, ICACC, UNAM. URL: <https://cambioclimatico.unam.mx/estado-y-perspectivas-del-cambio-climatico-en-mexico/>
- Frankson, R., K.E. Kunkel, L.E. Stevens, D.R. Easterling, T. Brown, N. Selover, and E. Saffell, 2022: Arizona State Climate Summary 2022. NOAA Technical Report NESDIS 150-AZ. NOAA/NESDIS, Silver Spring, MD, 5 pp.
- Lisonbee, J., Sheffield, A., Lang, A., Ossowski, E., Satalino, K. (2022). North American Monsoon and Drought Relief. National Integrated Drought Information System. URL: <https://www.drought.gov/drought-status-updates/north-american-monsoon-and-drought-relief>



# UNA SOLA SALUD: UN ENFOQUE INTEGRADOR

**Francisco Molina Freaner**

*Instituto de Ecología UNAM, Av. Luis Donaldo Colosio y Madrid s/n, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83000*

*\*freaner@unam.mx*

Una de las lecciones que nos ha dejado la pandemia causada por el coronavirus SARS-CoV-2 es que la salud humana está estrechamente conectada con la salud animal y la ambiental. Esta noción de las conexiones entre las diversas dimensiones de la salud no es reciente, ya que algunos filósofos griegos ya lo habían sugerido hace tiempo. Más recientemente y desde la ciencia veterinaria se propuso el concepto de una sola medicina con el objetivo de integrar los dominios de la medicina humana y veterinaria. Esta propuesta tuvo sentido ya que algunas enfermedades causadas por organismos patógenos (virus, bacterias, etc.) que afectan a los animales domésticos, pueden transmitirse a los seres humanos. La transmisión puede ser tanto por contacto directo con los animales infectados, o por consumo de alimentos contaminados por patógenos, como de forma indirecta a través de un vector o animal intermediario como mosquitos o garrapatas, que con su picadura transfieren el patógeno a las personas. El concepto de una sola medicina tiene sentido pues las barreras entre las enfermedades de los animales y las nuestras son pequeñas y no vale la pena enfrentarlas por separado.

Algunos ejemplos de enfermedades que se pueden transmitir de animales domésticos a humanos incluyen a la gripe aviar y la rickettsiosis. La gripe o influenza aviar es una enfermedad infecciosa causada por el virus de la influenza que afecta principalmente a las aves, tanto silvestres como domésticas. Este virus se encuentra de forma natural en aves acuáticas silvestres, las cuales pueden infectar a las aves domésticas en granjas avícolas, así como a otros animales. Las aves infectadas portan el virus en la saliva, mucosidad y las heces fecales. Aunque no es muy frecuente, en el pasado se han registrado brotes de infecciones en seres humanos, sobre todo en personas que tuvieron contacto directo con aves infectadas sin la protección adecuada (Fig. 1). De ahí que las medidas preventivas de higiene como el uso de guantes, gafas y cubrebocas para todos los trabajadores de las granjas avícolas disminuyen el riesgo de infección.

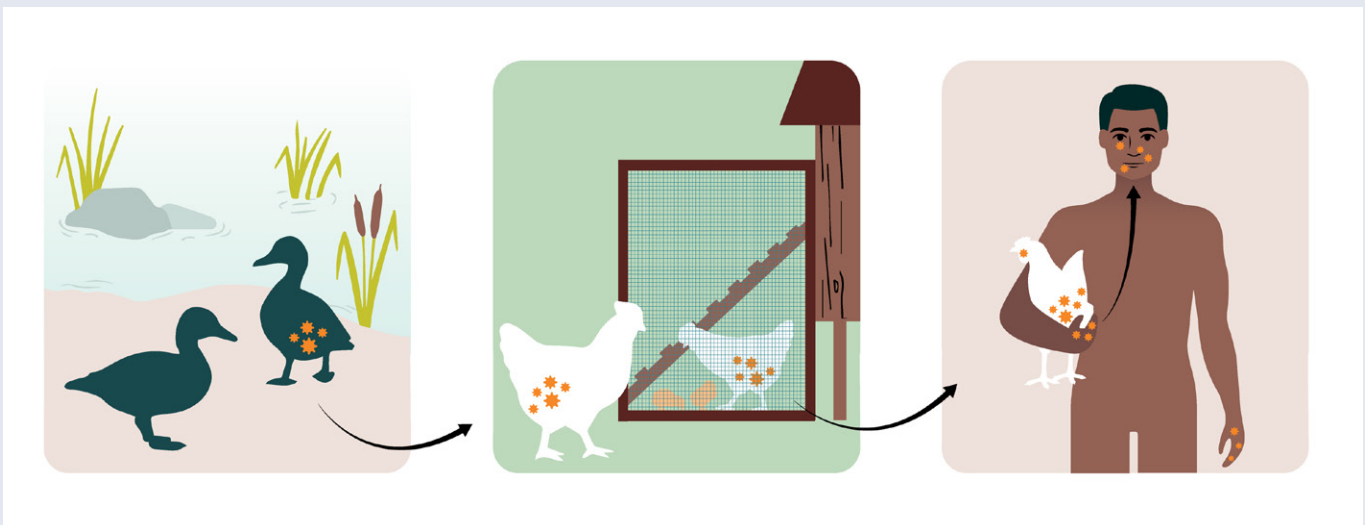


Figura 1. Ruta de transmisión de la gripe aviar de aves acuáticas infectadas a personas, a través del contacto con aves domésticas infectadas. Ilustración de Tania Molina Tinoco.

La rickettsiosis es una enfermedad causada por un conjunto de bacterias del género *Rickettsia*. Varios animales silvestres son hospederos de estas bacterias. La enfermedad es potencialmente mortal en humanos si los pacientes no son atendidos a tiempo. En humanos, la vía de transmisión más frecuente es por mordeduras de garrapatas que parasitan a perros y gatos. Esta enfermedad afecta de forma desproporcionada a la población más vulnerable, particularmente a quienes carecen de agua potable y vivienda adecuada. En nuestro país se ha registrado desde hace ocho décadas y las medidas preventivas incluyen la desparasitación periódica de perros y gatos, que suelen ser los portadores de garrapatas que transmiten la enfermedad. Tanto en el caso de la gripe aviar como en la rickettsiosis, las medidas preventivas para el cuidado de la salud animal son importantes para la salud humana.

Los animales silvestres también pueden transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos. En estos casos, la salud de los ecosistemas es con frecuencia un factor determinante. Tal es el caso de la enfermedad de Lyme o Borreliosis, la cual es causada por bacterias del género *Borrelia*. Esta enfermedad es endémica de Norteamérica y Europa. La transmisión a los seres humanos es a través de la mordedura de

garrapatas del género *Ixodes* infectadas con esta bacteria. Los hospederos o reservorios naturales de esta enfermedad son principalmente roedores. Las garrapatas se infectan durante las primeras fases de su ciclo de vida al alimentarse de hospederos infectados, usualmente roedores. La enfermedad fue descrita por primera vez en la década de los setentas del siglo pasado en Lyme, Connecticut, en los Estados Unidos. Desde entonces el número de casos con la enfermedad de Lyme ha aumentado significativamente en ese país hasta alcanzar cerca de 30-35,000 personas anualmente. Los estudios sobre los factores asociados con la mayor incidencia de esta enfermedad han identificado al estado de los ecosistemas naturales como un factor determinante. La deforestación, defaunación y fragmentación de los bosques, asociadas al cambio de uso del suelo, han contribuido al aumento de la población de roedores y garrapatas infectadas. El aumento en la abundancia de roedores y garrapatas fue causado por la eliminación de sus depredadores, así como de otros animales que competían con los roedores. La consecuencia de esta modificación de los bosques y la fauna fue el aumento de los casos de esta enfermedad, particularmente en la población humana que vive en la periferia de lo urbano y lo silvestre; es decir en los bordes de los bosques fragmentados.

Se estima que cerca del 60% de las enfermedades infecciosas conocidas que afectan a la población humana son de origen zoonótico, es decir enfermedades de origen animal que se transmiten al ser humano. Los animales silvestres actúan como reservorios o portadores de los patógenos y con frecuencia, la transmisión es a través de artrópodos como mosquitos y garrapatas. En el medio silvestre los patógenos causantes de estas enfermedades y los vectores que las transmiten, regulan o controlan las poblaciones de algunas especies animales. A su vez, los vectores son controlados por depredadores que consumen estos artrópodos y los patógenos son regulados a través de la abundancia de sus animales portadores. Tanto los patógenos y sus portadores como los vectores que los transmiten son componentes naturales de los ecosistemas donde juegan un papel importante y bajo condiciones naturales rara vez llegan a ser muy abundantes debido a las interacciones ecológicas que regulan a estas especies. Sin embargo, el deterioro ambiental provocado por la actividad humana puede provocar una modificación de las interacciones que puede causar un aumento en la abundancia de los animales portadores, sus patógenos y sus vectores. Muchos de los casos de transmisión de enfermedades infecciosas de animales a la población humana están asociados a la pérdida de biodiversidad por deforestación, defaunación, fragmentación de las áreas naturales y al tráfico ilegal de especies, que generan las condiciones para la emergencia de

**1 Deforestación y defaunación**



**2 Colecta y tráfico ilegal de especies**



**3 Mercados de animales**



**4 Riesgo de zoonosis**

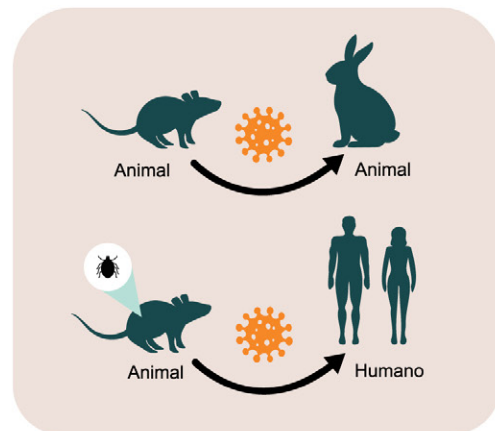


Figura 2. Actividades que aumentan el riesgo de transmisión de patógenos de animales a humanos (eventos zoonóticos). La deforestación y la defaunación de ecosistemas naturales, la colecta y tráfico ilegal de especies silvestres, así como su venta en mercados de animales vivos favorecen el surgimiento de epidemias y pandemias. Ilustración de Tania Molina Tinoco.

estas enfermedades (Fig. 2). Algunas enfermedades como la rickettsiosis, la leptospirosis y la leishmaniasis han surgido en un contexto de disturbio de los ecosistemas. Por esta razón, la integridad o salud de los ecosistemas es importante para limitar la emergencia de este tipo de enfermedades.

La salud de los ecosistemas no solo se refiere a la integridad de la parte biótica o viva, sino que incluye también a la parte abiótica. Por ejemplo, los accidentes químicos que vierten metales pesados, petróleo u otro tipo de compuestos tóxicos al ambiente provocan la incorporación

de contaminantes en las cadenas tróficas y se pueden acumular en plantas y animales de los ecosistemas. Estos contaminantes también pueden llegar a los suelos agrícolas e incorporarse a los cultivos para consumo humano o para consumo del ganado. De esta forma, algunos elementos potencialmente tóxicos pueden llegar a consumirse en alimentos de origen vegetal o animal y eventualmente afectar la salud humana. Los habitantes de regiones impactadas por este tipo de accidentes químicos, que viven cerca de sitios donde se abandonan residuos peligrosos o en ciudades con niveles elevados de contaminantes en la atmósfera, sin lugar a dudas ven afectada su salud. Por ejemplo, para el caso de la minería de metales, se estima que, a nivel global, cerca de 23 millones de personas viven expuestas a elementos tóxicos en cuencas afectadas por la actividad minera. En este caso, la salud de los ecosistemas afecta tanto la salud humana como la salud animal y vegetal.

El enfoque de "una sola salud" plantea que la salud humana y la salud animal son interdependientes y están estrechamente vinculadas a la salud de los ecosistemas (Fig. 3). Este enfoque pretende integrar el conocimiento de diferentes gremios que pudieran parecer aislados entre sí, pero que en

realidad están muy interconectados como las ciencias de la salud humana, veterinaria, ecología y ciencias ambientales. Pretende así mismo integrar las diferentes dimensiones de la salud con un enfoque sistémico para la promoción de la salud pública. A nivel global, *una sola salud* o *one health* en inglés, surge de la alianza entre la Organización Mundial de la Salud (<https://www.who.int/es>), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (<https://www.fao.org/home/es>), la Organización Mundial de la Salud Animal ([https://www.woah.org/es\(inicio/\)](https://www.woah.org/es(inicio/))) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (<https://www.unep.org/es>). Estas organizaciones lanzaron este enfoque para fomentar la coordinación y colaboración entre los programas de salud humana, animal, vegetal y ambiental para mejorar la preparación de los países y así prevenir, detectar y responder a las amenazas globales a la salud y promover el desarrollo sustentable. La definición de una sola salud que establecieron estas organizaciones es: un enfoque integrado y unificador que aspira a lograr un balance sustentable y optimizar la salud de la gente, los animales y los ecosistemas. A su vez reconoce que la salud de los seres humanos, los animales silvestres y domésticos, las plantas y el ambiente en su sentido más amplio están estrechamente ligados y son interdependientes.

Los ecosistemas naturales brindan servicios importantes para el bienestar humano. De ahí que la adopción de *una sola salud* represente un enfoque apropiado para prevenir el surgimiento de nuevas enfermedades emergentes, mejorar la seguridad alimentaria, la salud animal y humana, así como la conservación de la biodiversidad.

Los ecosistemas naturales brindan servicios importantes para el bienestar humano. De ahí que la adopción de *una sola salud* represente un enfoque apropiado para prevenir el surgimiento de nuevas enfermedades emergentes, mejorar la seguridad alimentaria, la salud animal y humana, así como la conservación de la biodiversidad.

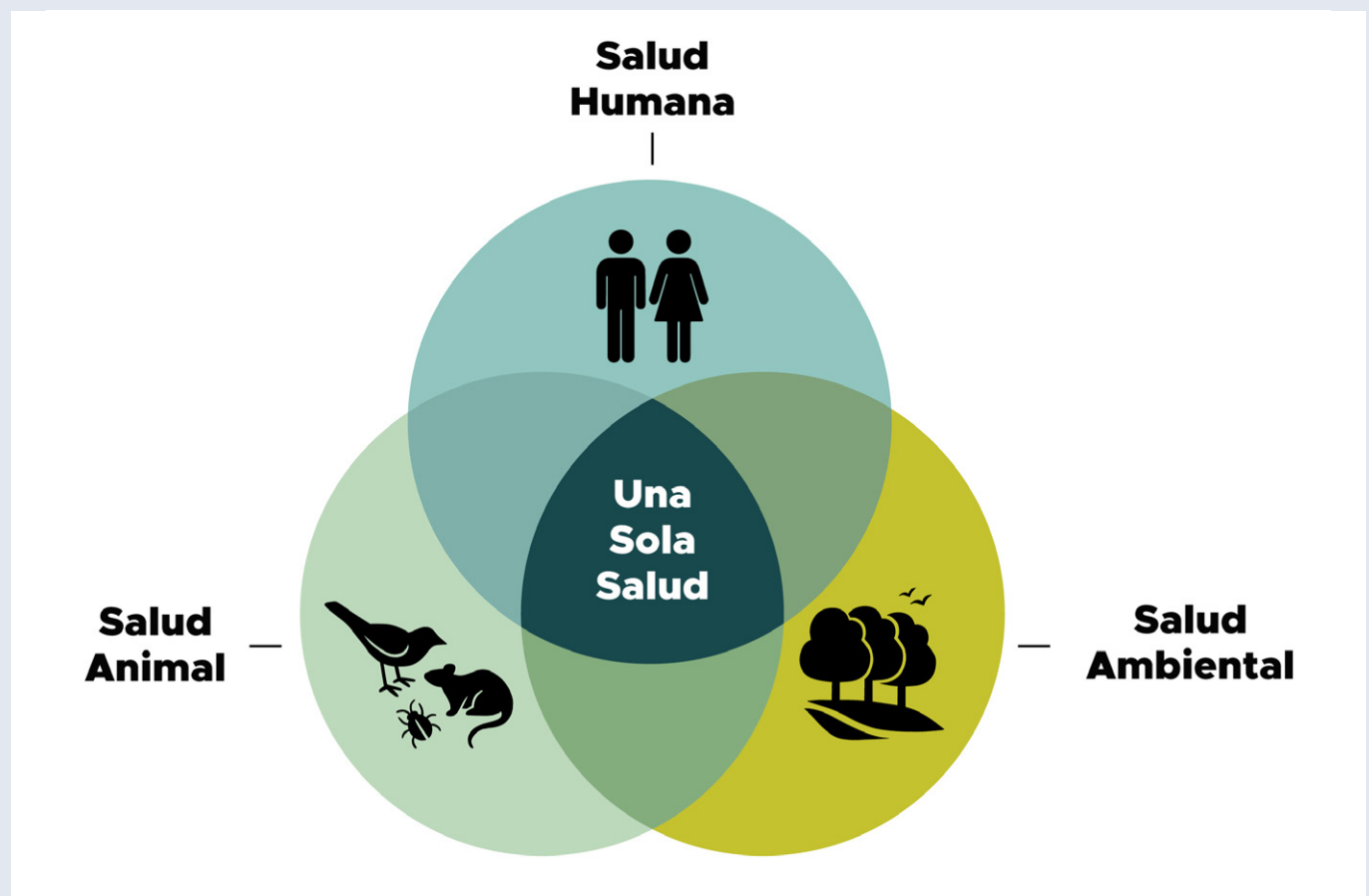


Figura 3. Representación del enfoque de una sola salud. La idea central de este enfoque es que la salud de la gente está íntimamente conectada con la salud de los animales y la del ambiente que compartimos con todos los seres vivos. Ilustración de Tania Molina Tinoco.

#### Para saber más.

Botello, F. y colaboradores. 2022. Una Sola Salud. Las Zoonosis y las Áreas Naturales Protegidas de la Región Centro de México. Conservación de la Biodiversidad en el Eje Neovolcánico (COBEN II) – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Conservación Biológica y Desarrollo Social, A. C. Ciudad de México, México. <https://www.giz.de/de/downloads/giz2022-es-naturschutzgebiete-mexiko.pdf>

FAO, UNEP, WHO, and WOA. 2022. One Health Joint Plan of Action (2022–2026). Working together for the health of humans, animals, plants and the environment. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc2289en>

Macklin, M.G. y colaboradores. 2023. Impacts of metal mining on river systems: a global assessment. *Science* 381: 1345-1350. <https://doi.org/10.1126/science.adg6704>

# UN SUPER MICROSCOPIO PARA ESTUDIAR EL MEDIO AMBIENTE: EL SINCROTRÓN

**René Loredo-Portales<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Luis Donaldo Colosio y Madrid s/n, Col. Centro, Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83000.

\*rloredop@geologia.unam.mx

A través de la historia de la Tierra, los homínidos y en particular los seres humanos hemos sido curiosos de aquello que nos rodea y más allá de la curiosidad, hemos desarrollado la tecnología para adaptarnos e influir sobre el medio cambiante que nos rodea. Pero, para entender todo aquello que nos rodea, debemos estudiarlo, empleando la observación como punto de partida. Nuestros sentidos y entre ellos la vista tienen limitaciones, citando la memorable frase de Antoine de Saint- Exupéry: "Lo esencial es invisible a los ojos". Debemos comenzar a preguntarnos ¿qué tanto podemos ver en realidad de todo aquello que nos rodea? y ¿qué tan importante es aquello que no podemos ver?

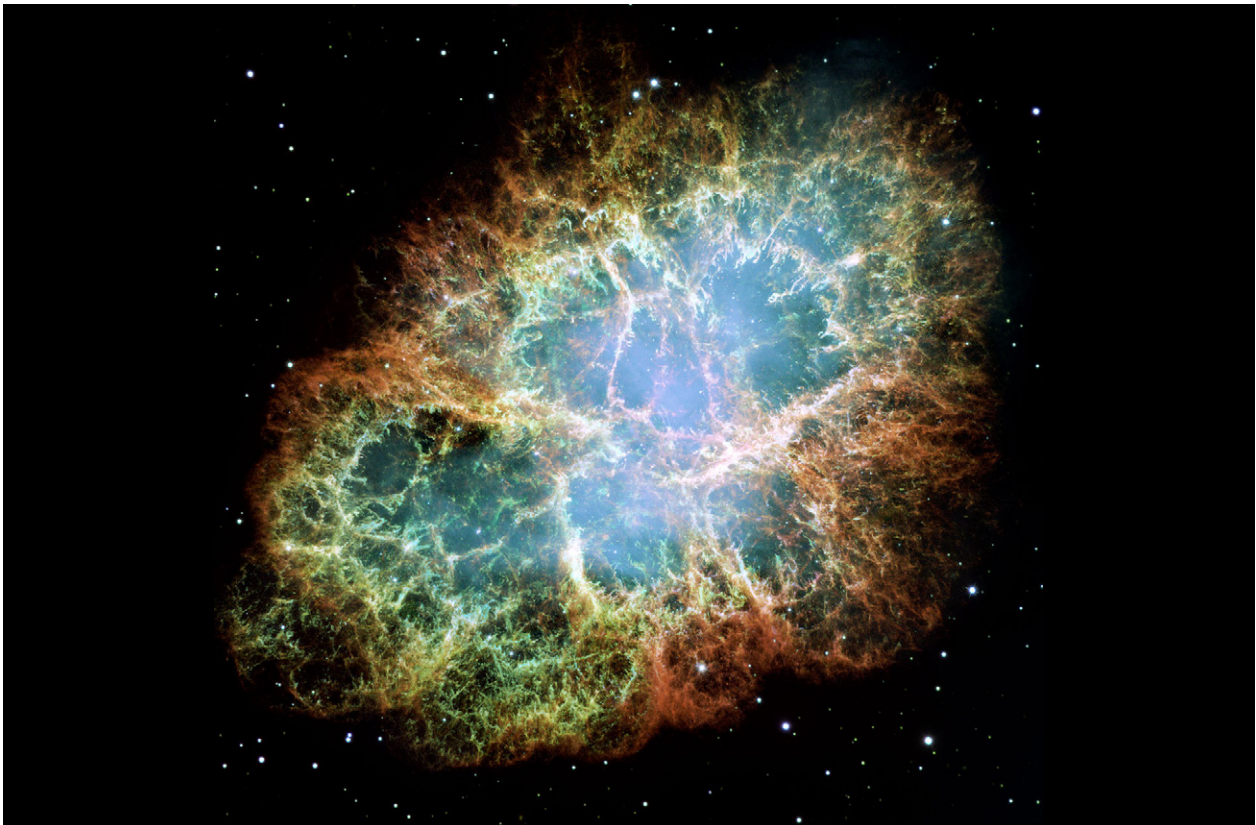


Figura 1. Imagen de la nebulosa del cangrejo; en el centro contiene un pulsar que produce la luz sincrotrón. (Imagen tomada de Creative Commons.)



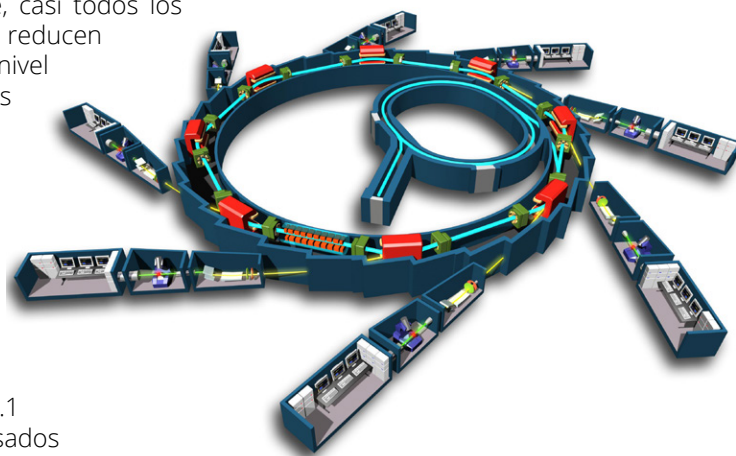
En el caso de los estudios sobre el medio ambiente, casi todos los procesos naturales como los procesos contaminantes, se reducen a reacciones químicas y fenómenos físicos que ocurren a nivel molecular y atómico, es decir a escalas de nanómetros ( $1 \times 10^{-9}$  metros). Por ejemplo, los procesos que controlan el movimiento de los contaminantes (como los metales pesados, fármacos, pesticidas, etc.) tienen que ver con cómo éstos interactúan con el suelo, el agua, el aire y los microorganismos, por medio de reacciones químicas que no podemos ver a simple vista.

Nuestros ojos, con buena iluminación y a 30 centímetros de distancia, pueden distinguir entre dos puntos separados a 0.1 milímetros; es decir en el mejor de los casos, tenemos una resolución de alrededor de 0.1 milímetros. Resulta obvio entonces, que nuestros antepasados entendieran a través de la observación y con los años, cómo las estrellas cambiaban de lugar por las noches y aprendieran a predecir eventos estelares. ¿Pero qué hay de aquello que no podemos ver a “simple vista”?

En general, los procesos ambientales y contaminantes suelen verse como una caja negra, es decir como un sistema de entradas y salidas, sin explicar mucho cuál es el proceso que ocurre en la fase intermediaria en donde los contaminantes que se liberan al ambiente generan evidentes consecuencias para la salud y el medio ambiente, pero el mecanismo por el cual lo hacen permanece oculto. Esto es precisamente porque todo aquello esencial ocurre a una escala nanoscópica (del orden de nanómetros), en un mundo con una resolución 100 000 veces menor a la de nuestros ojos.

Como ya hemos establecido, la resolución juega un papel importante en la observación, y hace referencia al poder de un instrumento para separar dos objetos en una imagen. La resolución también tiene relación con la fuente de luz que se utiliza, recordemos también que “sin luz no podemos ver”. La luz no es más que un tipo de radiación que viaja en forma de ondas (como las olas del mar); dependiendo de su tamaño (longitud de onda) podemos ver las cosas que se encuentran en la misma escala de tamaño.

Para poder ver “más allá de nuestra nariz”, el primer límite lo constituye la resolución de 0.1 milímetros de nuestros ojos. Por ello se utilizan microscopios ópticos en los laboratorios, que emplean lentes y la luz natural o artificial para



Fotografía: EPSIM 3D/JF Santarelli, Synchrotron Soleil, Attribution, via Wikimedia Commons.

obtener una resolución que puede llegar hasta 0.2 micrómetros (500 veces más que el ojo humano). Con los microscopios ópticos, podemos ver células y microorganismos porque la longitud de onda de la luz visible (0.4 a 0.7 micrómetros) tiene el mismo tamaño que estos elementos, esto constituye el segundo límite de la microscopía óptica.

Los microscopios electrónicos hacen uso de un haz de electrones que provoca que la materia irradie rayos-X, cuya longitud de onda permite alcanzar una resolución de alrededor de 0.003 micrómetros (3 nanómetros),



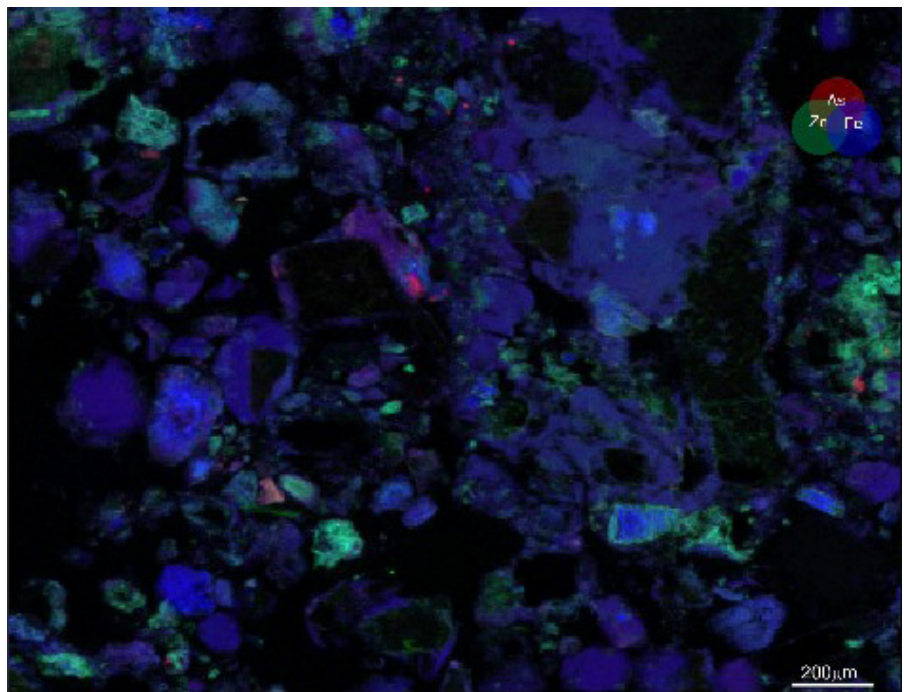
Figura 2. Fotografía aérea del Sincrotrón ALBA. (Imagen tomada de Creative Commons.)

es decir una escala nanométrica, con lo que por fin podemos ver a nivel atómico y molecular. Otras técnicas de microscopía que utilizan haces de electrones pueden obtener mayor resolución, por ejemplo, de 0.14 nanómetros. Entonces aparece un tercer límite: la cantidad de fotones. Los fotones son las partículas que portan la radiación (la luz visible, los rayos-X, etc.). Entre más fotones tengamos, mayor será la resolución y podemos distinguir más detalles de lo que vemos.

- Cuando en casa la energía eléctrica sufre una interrupción y corremos a encender una vela o encendemos la luz de nuestro celular, podemos ver un poco, pero en el momento en el que la electricidad regresa lo podemos ver todo con claridad nuevamente. Durante el día no necesitamos una vela o la luz del celular, ya que el sol provee suficientes fotones; por ejemplo, el sol puede proveer 10,000 fotones más que una vela. Esto quiere decir que, aunque podamos ver a nivel molecular y atómico no significa que podamos ver todos los detalles.

Existe en el universo una radiación muy intensa llamada sincrotrón, producida por los "pulsares" (Figura 1). Los pulsares son estrellas de neutrones que emiten la radiación sincrotrón a intervalos regulares y cortos. El fenómeno detrás de la producción de este tipo de radiación es: cuando se acelera una partícula cargada (como un electrón) a la velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  metros por segundo) en dirección rectilínea y de repente se desvía de su trayectoria, se produce una radiación intensa. Cuando decimos intensa, es que contiene muchos fotones, hasta un millón de veces más que el sol. Esto permite estudiar la materia a nivel molecular y atómico con lujo de detalle.

Aunque en la Tierra la radiación sincrotrón no puede tomarse directamente de los pulsares, se pueden construir instalaciones que simulen las condiciones en estas estrellas. En general son instalaciones grandes como del tamaño de un estadio de fútbol en donde se aceleran electrones (partículas cargadas) a



**Figura 3. Imagen obtenida en un sincrotrón, de un suelo en donde cada color y sus combinaciones muestran la presencia de As (en rojo), Zn (en verde) y Fe (en azul), en las partículas con resolución micrométrica. Autoría propia.**

la velocidad de la luz, que circulan en un anillo (en donde se desvían de su trayectoria rectilínea todo el tiempo), para producir la radiación sincrotrón. En estas instalaciones, llamadas sincrotrones, se utiliza esta radiación para analizar todo tipo de materiales vivos o inertes con un alto lujo de detalle a nivel incluso subatómico, bajo condiciones variables, lo que convierte a los sincrotrones en super microscopios con un potencial enorme para los campos de la ciencia, como las ciencias ambientales.

El primer sincrotrón operó por primera vez hace más de 70 años y en la actualidad existen en el mundo alrededor de 60 sincrotrones que evolucionan constantemente, ya que se estima que los sincrotrones tienen una vida útil de 20 años, por lo que deben renovarse y reconfigurarse para realizar más tareas en menos tiempo. Uno de ellos es el sincrotrón ALBA, que se localiza en España, específicamente en Cerdanyola del Vallés, que tiene un perímetro de 270 metros y poco más de 10 años operando (Figura 2). En este sincrotrón, por ejemplo, se han hecho investigaciones sobre enzimas que pueden descomponer plásticos, nuevas fuentes de energía amigables con el ambiente, la producción de materiales biodegradables, los mecanismos del impacto de residuos mineros en el medio ambiente y la salud humana, la presencia de metales y micro plásticos en el agua y en los alimentos, etc.

Por poner un ejemplo sencillo y como hemos mencionado antes "lo esencial es invisible a los ojos": Los metales pesados se mueven en el medio ambiente cuando son solubles en el agua o cuando se encuentran en partículas tan pequeñas que pueden viajar por el viento, son más tóxicos cuando forman ciertos compuestos (por ejemplo, óxidos de plomo), o cuando contienen más o menos electrones (como el  $As^{3+}$ , que es cancerígeno) (Figura 3), o cuando su estructura es más desordenada. Por otro lado, algunos metales pesados se unen a ciertos componentes del suelo o ciertos tejidos de los organismos, etc. En un laboratorio común descubrir estos detalles toma años, pero con un sincrotrón se puede descubrir mucho en minutos y horas ya que estos super microscopios permiten estudiar la materia en segundos y con lujo de detalle, impulsando todos los campos de la ciencia y en este caso particular para proteger el medio ambiente de forma acelerada.

## **“NUESTRA TIERRA”**

### **Revista de divulgación de Ciencias Naturales**

“Nuestra Tierra” es una publicación semestral de la Estación Regional del Noroeste de la Universidad Nacional Autónoma de México, con la cooperación del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora; es un medio de difusión de Ciencias Naturales como son las Ciencias de la Tierra y las Biológicas, aunque puede cubrir otras áreas del conocimiento científico. Su objetivo es dar a conocer, de manera sencilla, artículos y/o reportajes sobre investigaciones realizadas en los campos antes mencionados, tanto en México como en otras partes del mundo, así como temas de interés general relacionados con nuestro planeta y el universo. Se sugiere que los autores de las contribuciones sean especialistas o conocedores del tema. No se aceptan, en cambio, artículos de investigación ni informes de trabajo. Esta revista está dirigida no sólo a personas con estudios universitarios, sino también a estudiantes de nivel medio superior. Por esta razón, se pide a los autores que utilicen un lenguaje ágil, claro y sencillo, aunque sin que sea coloquial, limitando los términos especializados, los cuales deben de ir seguidos de una definición corta y clara, ya sea entre paréntesis o comillas, como nota al pie de página o como un cuadro resaltado dentro del texto. Las abreviaturas o acrónimos deben de evitarse hasta donde sea posible, a menos que sean de uso y conocimiento común.

### **NORMAS EDITORIALES**

#### **Texto**

Los artículos deberán estar escritos en español, en “Word”, con letra Times New Roman, 11 puntos, normal, a doble espacio y con márgenes de 2.5 cm. Se recomienda dividir el texto con subtítulos en negritas. Los trabajos deberán enviarse en formato de archivo DOC o RTF (Rich Text Format) con el mínimo de formato posible. El nombre del archivo deberá contener las palabras clave del título, o el tema del mismo.

#### **Imágenes, fotografías, cuadros y figuras**

Las imágenes, fotografías cuadros y figuras deben presentarse como archivos independientes, enlistarse en hojas separadas y deben ser numerados en el orden de aparición en el texto. Deberán estar en español y tener los debidos permisos de reproducción cuando no sean originales (producidos por el autor). El número de los mismos no deberá ser mayor de 5, aunque podrían aceptarse hasta 7 en los casos que así lo ameriten. Las imágenes deberán tener una resolución mínima de 300 dpi, con formato JPEG, TIFF o PDF. En el caso de que se adquieran de internet, se recomienda guardarlas con el tamaño más grande para que tengan la mayor resolución.

Los encabezados de cuadros y tablas, y los pies de figura y de foto deben tener la información suficiente para entenderse sin la ayuda del texto principal.

Se publicarán artículos en dos modalidades: 1) textos cortos, con un mínimo de ½ página impresa y un máximo de 2 páginas; 2) textos en extenso, con un mínimo de 3 y máximo de 6 cuartillas con ilustraciones. En el texto no deben incluirse agradecimientos ni dedicatorias.

Los artículos recibidos serán evaluados por el editor en jefe; si éste considera que el artículo puede publicarse, lo pasará a los editores asociados para su revisión, y los comentarios y observaciones serán regresados al autor para correcciones finales. Sin embargo, si fuera necesario hacer correcciones mayores en la versión del manuscrito enviado por primera vez, el editor en jefe enviará el artículo al autor con sus comentarios. Si fuera el caso, se rechazarán aquellos artículos que no cumplan con los objetivos de la revista o que no tengan la calidad adecuada, tanto en la escritura como en el contenido, sin ninguna responsabilidad de la revista.

#### **Citas**

En caso de incluir citas de artículos, se sugiere un máximo de 3. Se debe incluir la bibliografía al final con el siguiente formato:

Para un autor: apellido y fecha (Torres, 1997).

Para 2 citas o más de un mismo tema, separar cada cita por un punto y coma (;) y en orden cronológico: (Torres et al., 1987; Barrón, 2006).

#### **Referencias**

En el caso de recomendar alguna lectura, la referencia debe ir completa al final del texto con el siguiente formato:

a) Artículos en publicaciones periódicas

Apellido(s), Inicial(es), Año, Título: Título de la revista, volumen, número de la primera y la última página del artículo. Ejemplo:

Barríos D., 1991, El oro y la historia de Perú: Historia Latinoamericana, 100, 35-40.

b) Monografías

Apellido(s), Inicial(es), año, Título de la monografía: Lugar de publicación, editorial, número de páginas. Ejemplo:

Faure, G., 1986, Principles of Isotope Geology: New York, John Wiley, 345 pp.

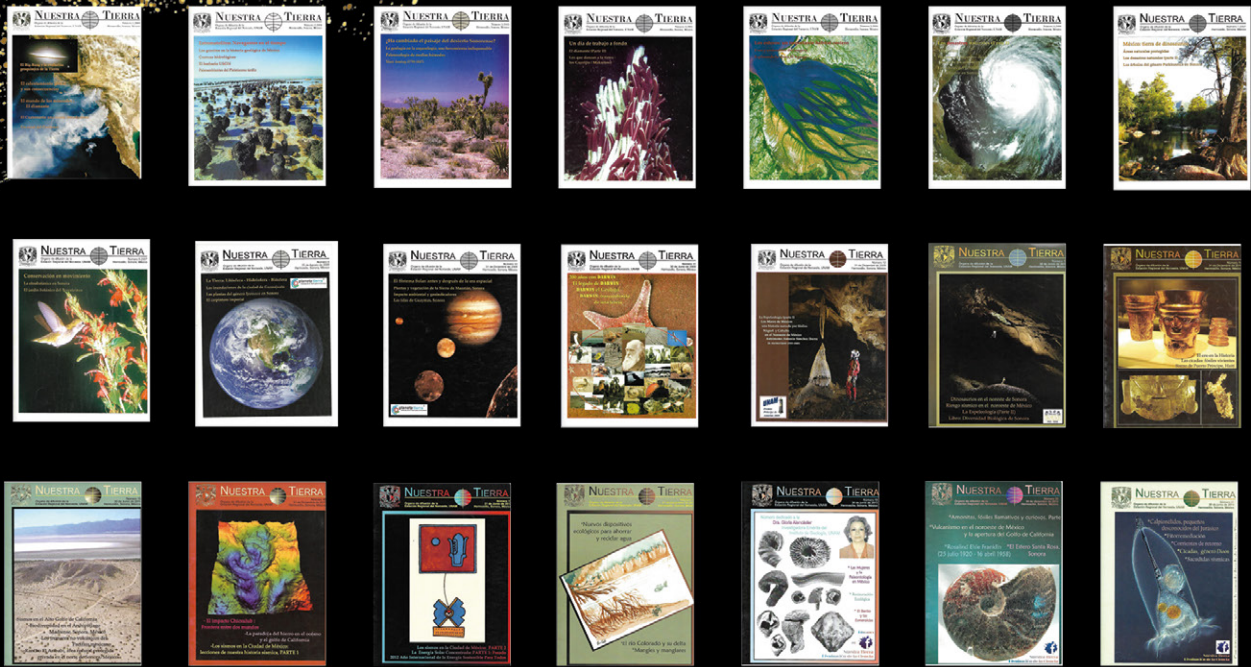
c) Capítulos en volúmenes editados

Apellido(s), Inicial(es), Año, Título del capítulo, en (Apellido e iniciales del editor o editores del volumen), (ed(s).), Título del volumen editado: Lugar de publicación, editorial, número de la primera y de la última página del capítulo. Ejemplo:

De Cserna, Z., 1968 Geología, en Lorenzo, J.L., De Cserna, Z., Herrera, I. (eds.): Las Ciencias Geológicas y su perspectiva en el desarrollo de México: México, Ediciones Productividad, 41-68.

#### **Los autores podrán enviar sus trabajos a:**

**Dra. Aurora M. Pat Espadas**  
**Editora en Jefe de Nuestra Tierra**  
**Estación Regional del Noroeste**  
**Instituto de Geología, UNAM**  
**Hermosillo, Sonora**  
**nuestratierra@geologia.unam.mx**



# *¡GRACIAS POR ESTAR CON NOSOTROS EN ESTOS 20 AÑOS!*

