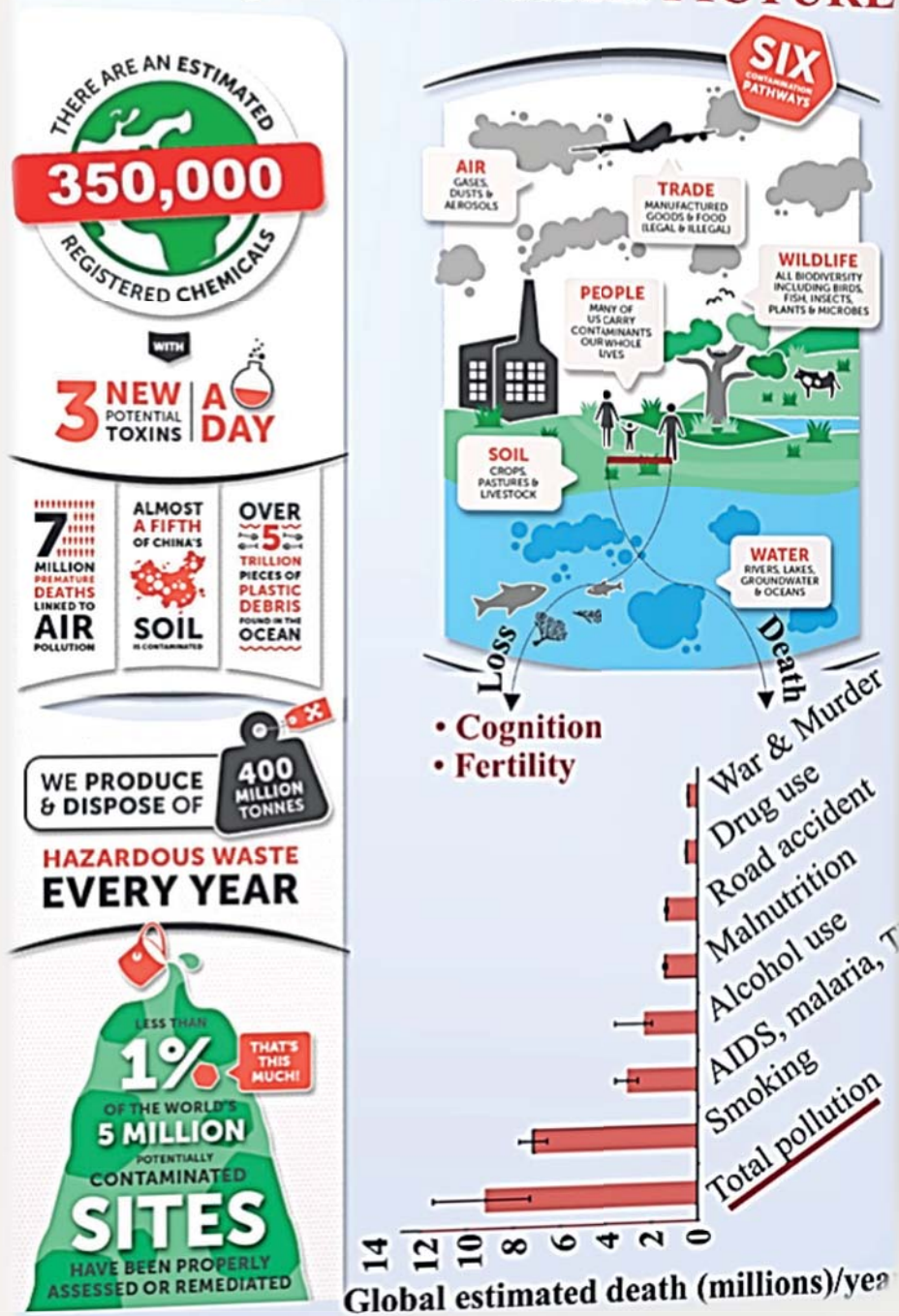


Chemical pollutant: Global PICTURE



EDITORIAL

¿Y la contaminación del agua?

EDITORIAL

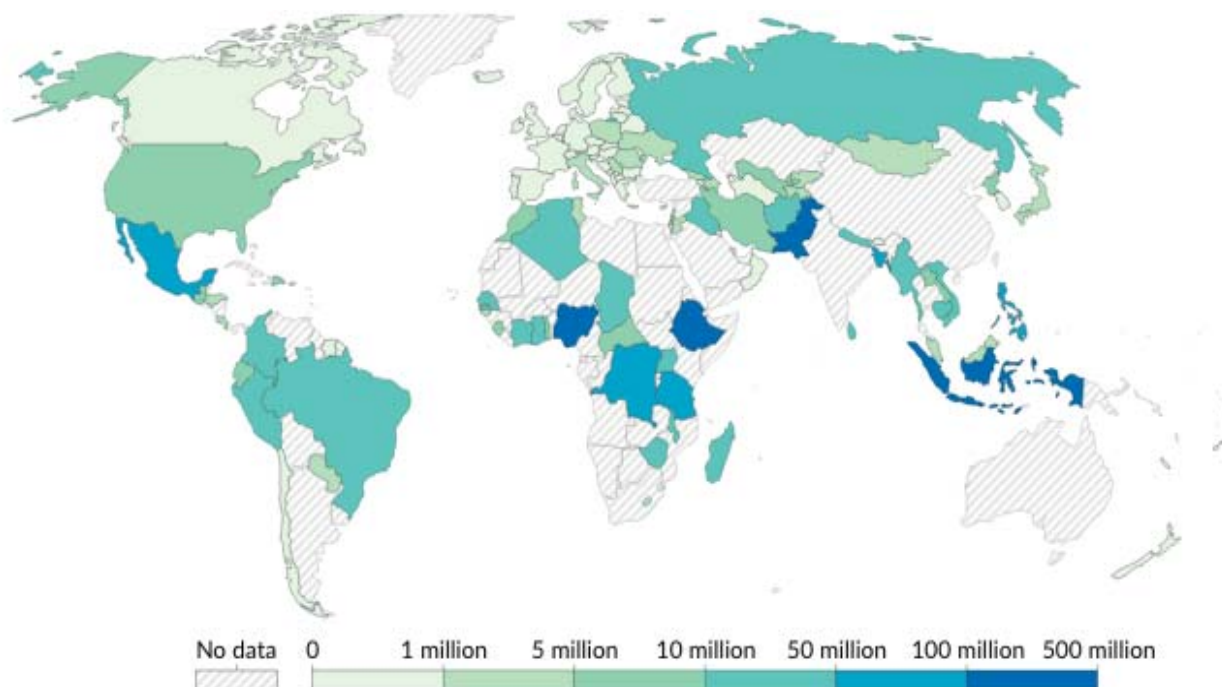
¿Y LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA?

Mucho se habla sobre la falta de agua, su uso inadecuado, los cambios climáticos, las sequías y las lluvias intensas en diferentes partes del planeta. Sin embargo, poco se menciona que el agua disponible se encuentra, de una u otra forma, contaminada de manera física, química o biológica. Esto agudiza la reducción de su disponibilidad, no solo por la falta de agua, sino porque la disponible se encuentra en gran medida no apta para consumo humano. Lograr una condición potable es muy complicado y costoso,

aún con el notable desarrollo de técnicas para la detección de contaminantes, métodos de biorremediación de los mantos acuíferos y procesos de purificación.

La mayor parte del agua del planeta no es potable, incluso la llamada agua dulce de lagos, lagunas, ríos, arroyos, aguas subterráneas y ojos de agua que brotan de las montañas lejanas a la actividad humana. Todos esos mantos acuíferos se encuentran con diferentes contaminantes “naturales”, por así llamar

Personas sin acceso a agua potable libre de gérmenes y contaminantes prioritarios, 2022



WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP) (2024)
OurWorldinData.org/water-access <https://ourworldindata.org/clean-water>

a los no producidos o incrementados por la actividad humana.

De manera “natural”, el agua se contamina de múltiples formas: a su paso por el aire, cuando llueve; con los suelos a medida que se escurre o corre por las laderas; y cuando atraviesa los mantos acuíferos o corre por el subsuelo. Una buena parte de los contaminantes son los compuestos polares que se disuelven en el agua, propios de las características de suelos o el aire, entre ellos sales orgánicas e inorgánicas. La ingesta de algunos compuestos en di-

agua o que llegan al agua al separarse del organismo, tales como hojas y ramas de plantas o piel y excretas de animales silvestres, entre muchos ejemplos. Estos residuos pueden contener compuestos tóxicos o generarlos mediante la irradiación solar y reacciones bioquímicas con otros compuestos en el agua, o descomponerse (pudrirse) por la acción de microorganismos presentes en el agua o en la propia materia orgánica que en el agua encuentra condiciones de crecimiento y productos de su metabolismo. El crecimiento de plantas o animales en el agua también produce contaminantes y adicionalmente agota nutrientes, estresando a otras plantas y animales que responden con la secreción o excreción de compuestos de defensa que contaminan el agua y que se convierten en tóxicos para el ser humano.

La presencia de microorganismos en el agua es una contaminación “natural”, pero también antropogénica, que puede disminuir o aumentar por la presencia de nutrientes y oxígeno, lo que contribuye y aumenta la propia contaminación del agua con desechos orgánicos que se producen al descomponerse por hidrólisis, oxidación, rupturas heterolíticas y homolíticas, como efecto de las condiciones atmosféricas. La propia acción del agua en la disolución y en un efecto circular por la acción microbiana de bacterias, levaduras, hongos y microalgas, genera metabolitos que pueden ser aprovechados por otros



El lago Baikal, sudeste de Siberia, Rusia, es el más antiguo y profundo del mundo. Contiene 23,600 km³ de agua, lo que equivale al 20% del agua dulce no helada de todo el planeta y está seriamente contaminado.

solución no causa daños en ciertas concentraciones (sodio, potasio, calcio, magnesio); incluso la presencia de algunos de ellos puede ser benéfica y necesaria, dado que el agua sin sales (destilada) también es nociva para el organismo. Sin embargo, la presencia de estos mismos elementos a concentraciones elevadas puede causar daños agudos y crónicos.

Por otra parte, hay otros compuestos como el plomo, arsénico, mercurio y cadmio que son tóxicos aún a bajas concentraciones. Adicionalmente, el pH, la osmolaridad y la fuerza iónica pueden hacer que el agua no sea apta para su consumo, aumentando o disminuyendo los compuestos solubles. Reducir o retirar estos compuestos polares implica costosos procesos de filtración, destilación, ósmosis inversa, entre otros.

Otros contaminantes son los residuos orgánicos provenientes de plantas o animales que crecen en el

“Estudio de UNAM revela nivel de contaminación del agua en La Laguna”

El siglo de Torreón / Fabiola P Canedo 21 mar 2022 - 07:21

Expertos de UNAM señalan que el agua de la región está cargada de plomo, fluoruro y arsénico. El documento advierte que en cinco municipios de Coahuila y 25 de Durango, existe algún grado de afectación por la presencia de arsénico y/o fluoruro en el agua subterránea. Señalan que la mayor problemática de la calidad de las aguas subterráneas se debe a la presencia de manganeso, hierro, plomo, cromo, mercurio, fluoruro, arsénico, cloruros, sulfatos, y bacterias coliformes por infiltración de aguas negras.

El agua de la Comarca Lagunera, al norte de la República Mexicana, contiene plomo, mercurio y arsénico, entre otros contaminantes, que deben ser removidos para hacerla apta para el consumo.

microorganismos en el complejo ecosistema o que pueden ser nocivos a microorganismos, plantas y animales que viven en o del agua. Algunos de estos microorganismos y sus metabolitos en concentraciones elevadas impactan al sistema gastrointestinal y eventualmente a otros órganos y sistemas del organismo humano, convirtiéndose en toxinas francamente patogénicas.

Así mismo, la existencia de actividad microbiana afecta la presencia o ausencia de componentes en el agua, aumentando la disolución de moléculas, algunas de las cuales pueden ser tóxicas, y disminuyendo aquellas necesarias para el adecuado crecimiento y desarrollo del ecosistema y su delicada y compleja homeostasis.

Como si la contaminación “natural” no fuera suficiente para evitar que el agua sea adecuada para el consumo humano, le debemos sumar, o mejor dicho multiplicar, la contaminación antropogénica, que termina por generar una espiral viciosa y hasta ahora siempre ascendente. La contaminación causada por los humanos pasa por sus actividades fisiológicas y su mal manejo, las cuales con mucha frecuencia pueden contener patógenos. El bióxido de carbono en la expiración del proceso respiratorio fisiológico ya es un contaminante *per se*, ahora agregue el mal manejo o la expulsión de excretas al aire libre: materia fecal, fluidos urinarios, saliva, expectoración pulmonar y nasofaríngea, todas ellas frecuentemente conteniendo bacterias, virus y parásitos patógenos, lo que provoca que el aire, las superficies, el suelo y, sobre todo, el agua, se encuentren contaminados. Todo ello adicional a la contaminación provocada por los desechos de millones de animales domesticados, tanto los de casa como los de la calle.

Pero ¿qué decir de los residuos de origen domiciliario “no naturales”, modificados o producidos *de novo*: alimentos, plásticos, vidrio, papel, aluminio, detergentes, insecticidas, aromatizantes, cosméticos, medicamentos, solventes, entre muchos otros residuos? La mayoría de estos contaminantes terminan, en distintas proporciones, en mantos acuíferos, que pueden ser de uso agrícola, industrial o para uso humano. Cada año llegan 11 millones de toneladas métricas de plástico a los océanos, lo cual hace muy difícil lograr una descontaminación efectiva a pesar de inversiones y planes gubernamentales de prevención o descontaminación. Todo esto provoca excesiva exposición a contaminantes a plantas, animales y, por supuesto, a humanos.

Con todo, la contaminación domiciliar dista mucho de ser la más masiva y peligrosa. Las actividades industriales, mineras y agrícolas son las principales

responsables del deterioro de los recursos hídricos. Por un lado, utilizan grandes cantidades de agua y la devuelven al ecosistema fuertemente contaminada con residuos de la minería; residuos sólidos, gases y vapores de las refinerías o empresas de manufactura secundaria; petróleo y derivados de hidrocarburos por su extracción en mares, aguas someras o en suelos; fertilizantes, insecticidas, herbicidas de procesos agrícolas; industrias de procesos terciarios para la producción de infinidad de productos que, de una u otra forma, terminan en el agua, ya sea por contaminación directa o indirecta a través de las toneladas de basura que se envían al ambiente.

Además, muchas industrias utilizan grandes cantidades de energía que, en gran proporción, es obtenida a partir de combustibles fósiles no renovables, en consecuencia, envían a la atmósfera millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que tiene un impacto negativo en sus huellas de carbono.

El análisis de los contaminantes producidos por el ser humano ofrece un panorama dramático. Se calcula que trillones de toneladas de productos químicos han sido descargados al ambiente, 220 billones por año; 140,000 químicos o mezclas químicas son procesadas y, en cierta forma, dispersadas en el planeta. Se han desarrollado a lo largo de la historia 350,000 productos químicos que no existían en la naturaleza, sobre todo después de la revolución industrial, y muchos de ellos son cancerígenos y teratogénicos y aún más con diferentes y complejas toxicidades agudas y crónicas, muchas veces subclínicas y acu-

“El desastre del río Sonora: 10 años de contaminación y promesas rotas”

El País / Almudena Barragán / México
05 AGO 2024 - 22:30 CST

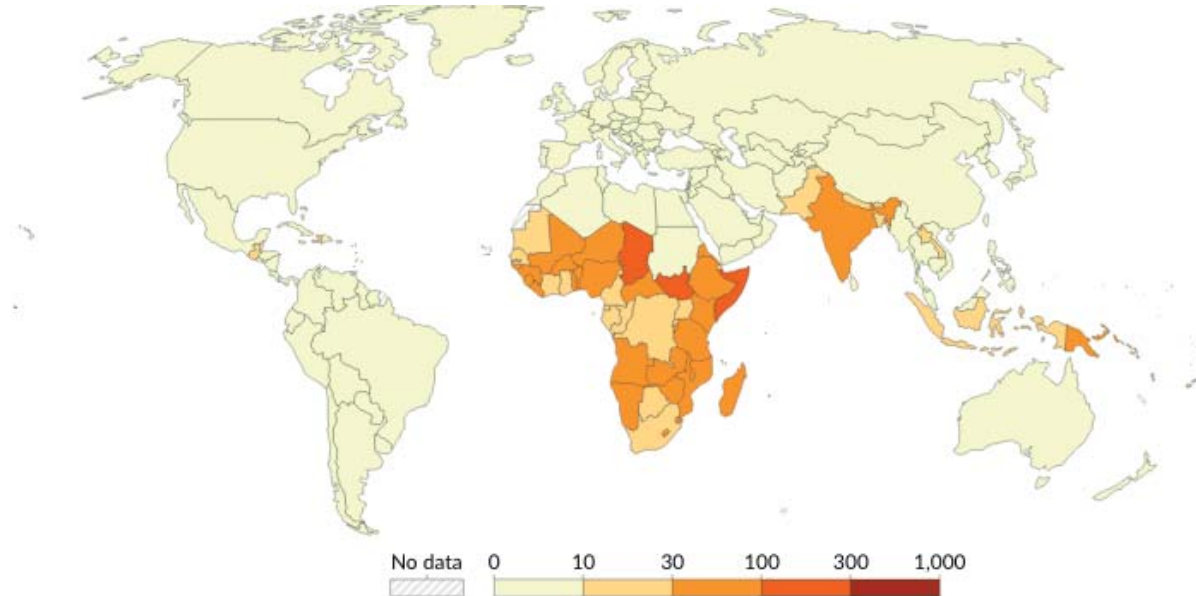
“El 6 de agosto de 2014 millones de litros de residuos tóxicos fueron vertidos al río Sonora por la minera Grupo México. El derrame impactó en la salud y la vida de 22.000 personas, en sus campos y sus animales”. Continúa la nota periodística: “el 98% de los pozos analizados en el río Sonora siguen contaminados y la afectación se extiende a lo largo de 400 kilómetros, llegando hasta la ciudad de Hermosillo, capital del Estado.”

En 2023 la Secretaría de Medio Ambiente (Semarnat) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) reconocieron que el aire, el suelo y el agua de la zona del Río Sonora están muy contaminados.

mulativas. Esto causa enfermedades que difícilmente podemos asociar causalmente con la contaminación del agua, pero que seguramente están relacionadas; conforme continuemos estudiándolas entenderemos y lograremos conocer estas asociacio-

nes. Por supuesto que se puede argumentar que sin el desarrollo de productos químicos no tendríamos los materiales necesarios para el avance de los conocimientos, técnicas y múltiples satisfactores para la vida como la conocemos en la actualidad. Sin


Taza de muerte por fuentes de agua inseguras, 2021.



Número estimado anual de muertes por cada 100,000 personas, atribuibles a fuentes de agua inseguras. Death rate from unsafe water sources. OurWorldinData.org. <https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-unsafe-water>

embargo, a pesar de este discurso, nuestro desarrollo ha distado mucho de ser sustentable; sobre todo, ha descuidado los efectos al ambiente y, a largo plazo, a la salud de los propios beneficiarios de tan impresionante desarrollo de satisfactores: ¡nosotros!

Los daños que causa la contaminación afectan a células y órganos, pueden desencadenar cáncer, fallas del desarrollo, alteraciones endócrinas, trastornos de la fertilidad, afectaciones renales, hepáticas y hematológicas; y causan problemas neurológicos, cognitivos y conductuales. Todo ello conlleva un aumento de morbilidades y mortalidades que, si bien pueden ser subclínicas, impactan definitiva y negativamente en la calidad de vida de todos nosotros. Urge cambiar esa espiral ascendente de

contaminación del agua y el consecuente daño a la salud; un factor agregado a la rápida reducción del acceso a un agua no solo suficiente en cantidad, sino con la calidad necesaria para el consumo humano. 

José Víctor Calderón Salinas
Departamento de Bioquímica Cinvestav
Editor en Jefe de la REB
jcalder@cinvestav.mx

Rafael Camacho Carranza
Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM
Editor de la REB
rcamacho@ibiomedicas.unam.mx

Lecturas recomendadas y materiales consultados:

Deziel NC, Villanueva CM. Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water in the 21st Century. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* (2024) 34:1–2.

Ravi Naidu, Bhabananda Biswas, Ian R. Willett, Julian Cribb, Brajesh Kumar Singh, C. Paul Nathanail, Frederic Coulon, Kirk T. Semple, Kevin C. Jones. Adam Barclay, Robert John Aitken. Chemical pollution: A growing peril and potential catastrophic risk to humanity. *Environment International* 156 (2021) 106616.

Veer Singh, Ghufuran Ahmed, Sonali Vedika, Pinki Kumar, Sanjay K. Chaturvedi, Sachchida Nand Rai, Emanuel Vamanu, Ashish Kumar. Toxic heavy metal ions contamination in water and their sustainable reduction by eco-friendly methods: isotherms, thermodynamics and kinetics study. *Nature, Scientific Reports* | (2024) 14:7595.

Ritchie H, Spooner F, Roser M. Clean Water [Internet] OurWorldinData.org. Published (2019) Consultado septiembre 24 de 2024. Disponible en: <https://ourworldindata.org/clean-water>

Russian scientists ring the alarm on Lake Baikal's pollutants [Internet] The Moscow Times, 2019. Consultado septiembre 24 de 2014. Disponible en: <https://www.themoscowtimes.com/2019/04/01/russian-scientists-ring-the-alarm-on-lake-baikals-pollutants-a65038>

Canedo F. Estudio de UNAM revela nivel de contaminación del agua en La Laguna. [Internet] El siglo de Torreón Torreón Coahuila, México, 21 de marzo de 2022. Consultado septiembre 24 de 2024. Disponible en: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/2022/estudio-de-unam-revela-nivel-de-contaminacion-del-agua-en-la-laguna.html>

Barragán A. El desastre del río Sonora: 10 años de contaminación y promesas rotas [Internet]. El País. México Agosto de 2024. Disponible en: <https://elpais.com/mexico/2024-08-06/el-desastre-del-rio-sonora-10-anos-de-contaminacion-y-promesas-incumplidas.html>

Ortiz-Ospina E, Roser M. Death rate from unsafe water sources [Internet], 2016. OurWorldinData.org. Consultado septiembre 24 de 2024. Global Health. Data adapted from IHME, Global Burden of Disease. Disponible en: <https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-unsafe-water>