



CIENCIAS BÁSICAS

Ciencia Vital, Vol. 4, No. 3, julio-septiembre 2026
<https://doi.org/10.20983/cienciavital.2026.03.bas.03>
e0403BAS03

CIENCIA VITAL
Revista de Divulgación Científica de la UACJ
ISSN: 2603-0944

Geología médica frente a los retos globales:

ciencia al
servicio de
la sociedad

Abraham Gilberto Méndez Salas¹
Alejandro Villalobos Aragón²
Luis Carlos Hinojos Gallardo³
Vanessa Verónica Espejel García⁴
Daphne Espejel García⁵
Cynthia Deisy Gómez Esparza⁶



¹ Universidad Autónoma de Chihuahua <https://orcid.org/0009-0001-7045-3617>

² Universidad Autónoma de Chihuahua <https://orcid.org/0000-0001-7909-078X> avillalobos@uach.mx

³ Universidad Autónoma de Chihuahua
<https://orcid.org/0009-0000-4229-5140>

⁴ Universidad Autónoma de Chihuahua
<https://orcid.org/0000-0002-0486-8726>

⁵ Universidad Autónoma de Chihuahua
<https://orcid.org/0000-0002-8284-1705>

⁶ Universidad Autónoma de Chihuahua
<https://orcid.org/0000-0002-4351-7777>



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

RESUMEN

La geología médica estudia cómo los materiales y procesos de la Tierra influyen en la salud de las personas y otros seres vivos. Para ello, reúne conocimientos de geología, medicina y salud pública, y utiliza herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten analizar datos en mapas, y los sensores remotos, que obtienen información del territorio mediante satélites u otros dispositivos. Estas herramientas ayudan a relacionar las condiciones ambientales y sociales con los riesgos para la salud. Entre los principales desafíos destacan la exposición al arsénico presente en aguas subterráneas, que puede causar cáncer, y a concentraciones elevadas de fluoruros, que pueden provocar alteraciones en dientes y huesos. A través del análisis de mapas, agua, suelos y minerales, esta disciplina busca comprender cómo se originan las enfermedades relacionadas con el ambiente y quiénes están más expuestos. Sus resultados contribuyen a diseñar políticas públicas, prevenir enfermedades y reducir riesgos ambientales, especialmente en comunidades vulnerables, para mejorar su calidad de vida.

Introducción

Seguramente la primera reacción del lector al ver el término “geología médica” sea: ¿qué diablos es eso? O incluso: ¡ya no saben qué inventar! Y hasta cierto punto tiene razón. A primera vista, pareciera que la geología y la medicina tienen poco que ver entre sí. Si bien la geología médica es una disciplina relativamente joven, que surge en la década de 1990, la relación entre la Tierra y nuestra salud es tan antigua como la humanidad misma.

Esta nueva disciplina surge de la necesidad de entender algo que durante mucho tiempo se estudió por separado: cómo los materiales de la Tierra (el agua, el suelo, las rocas e incluso ciertos elementos químicos) pueden influir en nuestra salud, para bien o para mal. En este artículo se explicarán su nacimiento, evolución y carácter multidisciplinario, así como la manera en que puede ayudar a proponer soluciones a problemas nuevos y viejos que, a pesar de los esfuerzos realizados durante años, todavía no se han resuelto del todo.

Al principio, la geología médica se enfocó en estudiar materiales e identificar problemas de contaminación derivados de factores geológicos, así como en evaluar los posibles efectos asociados en la salud de los organismos. Posteriormente, evolucionó hasta convertirse en una rama de la ciencia (Figura 1) que, como su origen indica, es necesariamente multidisciplinaria y abierta a contribuciones de otras ciencias y campos de estudio [1]. Esta diversidad le permite abordar los problemas de salud desde diferentes ópticas y buscar respuestas que difícilmente podrían encontrarse en una sola área del conocimiento. Por ejemplo, un geólogo puede detectar arsénico en un acuífero, es decir, una formación geológica que almacena y permite el movimiento del agua subterránea; un químico puede determinar su concentración, un médico estudiar sus efectos y un especialista en salud pública evaluar el riesgo para la población.



Figura 1. La geología médica es, desde su origen, una disciplina multidisciplinaria. Imagen propia.

En su sentido más amplio, la geología médica estudia cómo los componentes de la Tierra influyen en la salud de los organismos que la habitan. Esto puede incluir tanto la exposición excesiva o deficiente a ciertos elementos y minerales como la inhalación de polvo, partículas ambientales y emisiones volcánicas, la presencia de residuos minerales naturales e industriales, y la exposición a materiales radiactivos, microbios y patógenos, es decir, organismos o agentes capaces de causar enfermedades [2], que puedan representar un riesgo para la salud.

El enfoque que esta disciplina busca desarrollar consiste en integrar a los actores sociales, políticos y científicos, con el fin de que interactúen para comprender los efectos benéficos, adversos o toxicológicos, es decir, relacionados con sustancias que pueden causar daño, que ocasiona el medio geológico (por ejemplo, el viento, el agua, los suelos, las rocas y los minerales). Esto permite generar posibles decisiones correctivas, encontrar formas de reducir los riesgos y mejorar la convivencia con la naturaleza [2]. Para lograrlo, también es necesario considerar factores sociales que durante mucho tiempo quedaron fuera de este tipo de estudios, como el nivel educativo, los ingresos, el acceso a los servicios de salud y la movilidad de las poblaciones. En otras palabras, no basta con saber qué hay en el ambiente: también necesitamos saber quiénes están expuestos, cómo y durante cuánto tiempo han estado expuestos, y qué posibilidades tienen de protegerse.

A lo largo de la historia, algunas de las principales causas de mortalidad en la humanidad han sido el hambre, las guerras y, sobre todo, las enfermedades [3]–[5]. La explosión demográfica y el crecimiento de las ciudades con infraestructuras insalubres facilitaron la propagación de enfermedades e infecciones [6]. Sin embargo, nuestros ancestros también tuvieron que enfrentarse a otras amenazas ambientales. Desde hace mucho tiempo, nuestros antepasados ya habían experimentado y eran conscientes de los peligros asociados a los riesgos naturales, especialmente a los fenómenos geológicos (por ejemplo, volcanes, sismos y tsunamis), así como de la necesidad de consumir agua de fuentes naturales seguras [7]. Desde hace unos dos millones de años, nuestros ancestros utilizaban minerales para aliviar el malestar estomacal; posiblemente buscaban contrarrestar los efectos del consumo de alimentos en mal estado [8].

Es ampliamente conocido que los minerales desempeñan un papel importante en el metabolismo, es decir, el conjunto de procesos químicos que permiten al organismo obtener y utilizar energía, y en las funciones fisiológicas de los animales y de los seres humanos. Elementos como el calcio, el hierro, el magnesio, el potasio, el sodio, el zinc y el cobre son esenciales, y su ausencia acarrea daños y perjuicios para la salud. Sin embargo, que un elemento sea necesario no significa que “más sea mejor”: una cantidad insuficiente puede provocar problemas de salud, mientras que una concentración excesiva también puede resultar perjudicial e incluso tóxica [9].

Hace siglos, el médico y alquimista Paracelso expresó esta idea de una manera que sigue siendo vigente: “La dosis hace el veneno” (*dosis sola facit venenum*) [10]. Después de todo, por algo los perfumes y los venenos vienen en frascos pequeños. Como se puede observar (Figura 2), existe un intervalo de concentración en el que un elemento puede resultar beneficioso para el organismo. Por debajo de ese rango puede producirse una deficiencia y, por encima, una exposición excesiva, que puede convertirse en un riesgo para la salud.

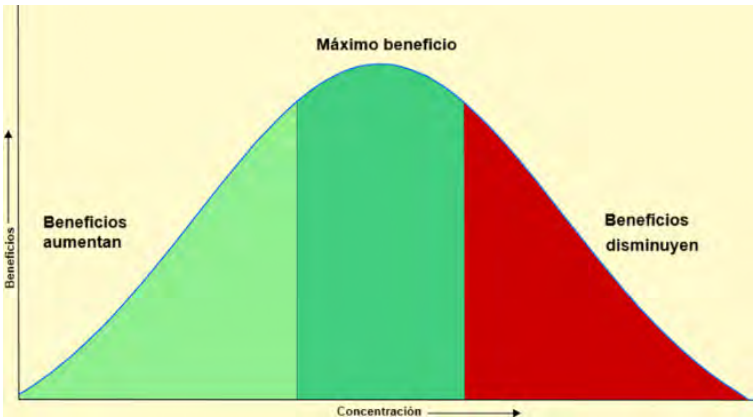


Figura 2. Relación entre el beneficio y la concentración de un elemento [11].



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

Grandes avances como las vacunas, los sueros, los insecticidas y, sobre todo, los antibióticos revolucionaron la salud pública e hicieron posible la disminución de los fallecimientos por infecciones y enfermedades asociadas [12], [13]. No obstante, en las últimas décadas, los cambios en los patrones de salud y el aumento de la esperanza de vida han modificado las principales causas de mortalidad. En muchas regiones, las enfermedades infecciosas han cedido el protagonismo a las no transmisibles, como las afecciones cardiovasculares (infartos), el cáncer, la diabetes, las enfermedades cerebrovasculares y las respiratorias crónicas, que a menudo pueden prevenirse mediante cambios en el estilo de vida. Aunque muchas de estas enfermedades están relacionadas con factores como la alimentación, la actividad física y otros hábitos de vida, hoy sabemos que la salud también está influida por el ambiente en el que vivimos. La calidad del agua que bebemos, el aire que respiramos y los elementos presentes en el suelo y en las rocas pueden formar parte de esta compleja relación entre nuestro entorno y nuestra salud.

En Londres, a mediados del siglo XIX, John Snow, médico británico (ojo, nada que ver con el personaje de Game of Thrones) y considerado uno de los pioneros de la epidemiología, es decir, el estudio de la distribución y las causas de las enfermedades en las poblaciones, plasmó en un mapa la información recopilada durante un brote de cólera. Gracias a esa representación visual, identificó una fuente de contagio y contribuyó a frenar la expansión de la enfermedad. Aunque en ese momento no existían los Sistemas de Información Geográfica (SIG), herramientas informáticas que permiten analizar y representar datos relacionados con lugares específicos, como los conocemos hoy, su trabajo se considera uno de sus antecedentes más importantes en el ámbito de la salud pública [14].

Al mismo tiempo, este proceso de urbanización ha traído consigo nuevos problemas de salud ambiental, entre los cuales se pueden mencionar la exposición a niveles tóxicos de elementos traza, sustancias presentes en cantidades muy pequeñas, liberados por fuentes naturales, y la contaminación ambiental asociada a actividades humanas o a procesos geológicos. Millones de personas en el mundo padecen las consecuencias de la exposición a sustancias tóxicas como arsénico, plomo, flúor, mercurio, selenio, cromo y uranio, entre otras, presentes en el agua, el suelo, el aire o los alimentos, según las características de cada región [15].

Nacimiento y evolución

Rara vez se puede definir con exactitud el nacimiento temporal y geográfico de una disciplina científica, pero la geología médica podría ser una excepción. Sus cimientos se establecieron en la década de 1980 por el profesor Zheng Baoshan, quien identificó numerosos casos en la provincia china de Guizhou relacionados con la intoxicación por arsénico, la exposición al flúor, la selenosis, una enfermedad causada por el exceso de selenio, y otras enfermedades. Estos efectos estaban vinculados tanto a la exposición a agentes potencialmente tóxicos como a la carencia de nutrientes esenciales en la dieta de las comunidades afectadas [16].

A partir de entonces, la geología médica amplió su campo de estudio. Ya no se trata únicamente de identificar sustancias potencialmente perjudiciales, sino también de comprender cómo los elementos y minerales presentes en el ambiente pueden beneficiar o perjudicar la salud. El papel científico que suele desempeñar es relevante para identificar, prevenir y mitigar los problemas de salud vinculados a factores ambientales, geológicos y sociales, y puede contribuir a la política social como una herramienta actual, vigente y estratégica para el beneficio de la sociedad y del medio ambiente.

En sus primeras aproximaciones, una parte importante de su trabajo consistía en conocer de dónde provienen determinados elementos, dónde se encuentran, cómo se distribuyen y cómo pueden llegar a las personas. Entre los elementos que pueden representar un riesgo se encuentran el arsénico, el fluoruro, el selenio, el plomo, el cromo y el uranio, entre otros. De estos elementos químicos, deben destacarse los casos del arsénico y del flúor.



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

El arsénico es un elemento químico cuyas formas inorgánicas están clasificadas por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) como cancerígenas para los seres humanos. La exposición prolongada se ha asociado especialmente con cáncer de piel, pulmón y vejiga, además de otros posibles efectos sobre la salud [17]. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) también reconoce sus riesgos cancerígenos.

La exposición humana al arsénico se produce por ingestión e inhalación, principalmente al beber agua contaminada con arsénico [18]. Los casos más frecuentes de toxicidad por arsénico se han reportado en aguas subterráneas contaminadas en llanuras aluviales, formadas por sedimentos depositados por los ríos, y regiones deltaicas en Bangladesh y Bengala Occidental, India, Nepal, Taiwán, Camboya, Laos, Vietnam, el norte de China, Hungría y Rumania. En estas regiones se han documentado concentraciones de arsénico que pueden superar ampliamente los valores recomendados para el agua potable [11]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la EPA establecen como referencia un máximo de 10 microgramos por litro ($\mu\text{g/L}$), equivalentes a 0.01 miligramos por litro (mg/L) (Figura 3).

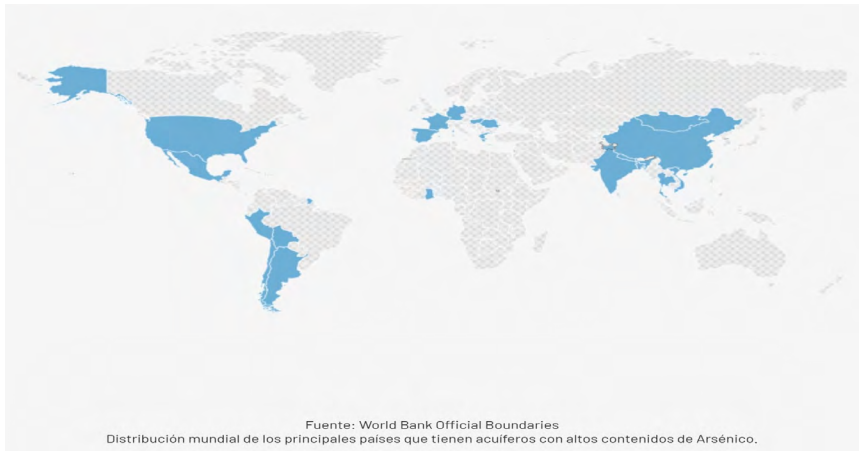


Figura 3. Países con acuíferos de alto contenido de arsénico. Figura propia basada en datos de [11], [19].

Además, las cuencas interiores de las regiones áridas y semiáridas del mundo (Argentina, Chile, México, Nicaragua, España y el suroeste de Estados Unidos) también son conocidas por contener niveles elevados de arsénico en el agua subterránea [11]. Del mismo modo, se han medido valores elevados en regiones volcánicas de Nueva Zelanda, Chile, Ecuador y Japón [11]. Por todo lo anterior, se han realizado investigaciones sobre acuíferos naturalmente enriquecidos en arsénico y fluoruros, cuyos niveles superan los valores máximos permisibles en el agua destinada al consumo humano.

Por otro lado, el flúor es un elemento que, al ingerirse, presenta afinidad química con la hidroxiapatita, un mineral de fosfato de calcio que constituye una parte importante del esmalte dental y de los huesos [20]. Cuando la exposición a fluoruros es excesiva y prolongada, puede causar fluorosis ósea, una enfermedad que altera la estructura y resistencia de los huesos. Asimismo, puede afectar el esmalte dental y provocar fluorosis dental [21]. Estas enfermedades o lesiones varían según las condiciones en que se presenten y la concentración del elemento (Figura 4).



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO



Figura 4. Ejemplos de alteraciones en dientes y huesos relacionadas con la exposición excesiva a fluoruros (fluorosis). Fuentes: Dental Navarro y Fluoride Action Network .

Según estimaciones publicadas, alrededor de 200 millones de personas en 25 países de todo el mundo están afectadas por la fluorosis [22]. China [21] e India [23], países con algunas de las mayores poblaciones del mundo, se encuentran entre los más afectados según los datos sobre la población expuesta a este contaminante. En la Figura 5 se muestran los países con las mayores concentraciones de fluoruros en el agua de consumo.

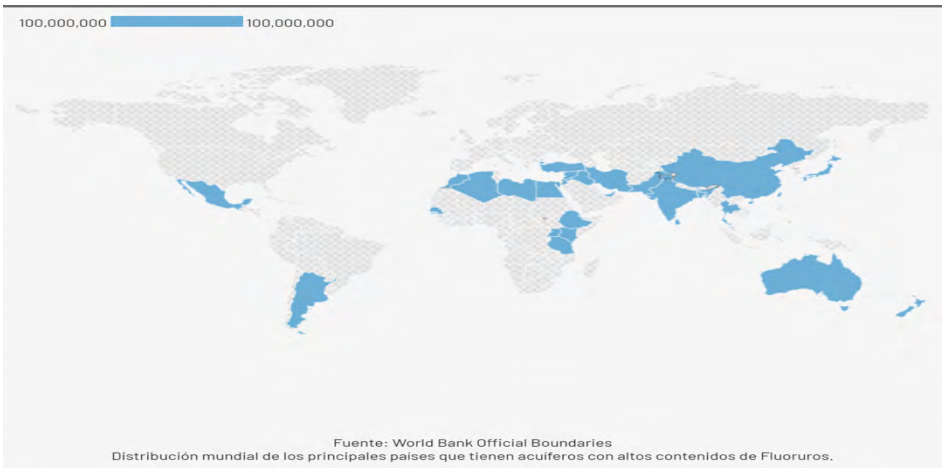


Figura 5. Países con acuíferos con altos niveles de fluoruros [24].

México también está expuesto a esta problemática; al revisar la bibliografía disponible, se observa que se han realizado trabajos en la zona norte del país (Chihuahua, Durango, Coahuila, San Luis Potosí, Zacatecas y Sonora) [25], [26]. Estas investigaciones han permitido identificar zonas con niveles elevados de arsénico y fluoruros, así como evaluar sus posibles efectos sobre la salud de las personas y los animales. El problema no se limita al ámbito sanitario: la presencia de estos elementos también puede acarrear consecuencias sociales y económicas para las comunidades afectadas.

En el estado de Chihuahua, se han detectado acuíferos con niveles muy por encima de los valores máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-2021, que establece los límites de calidad del agua para uso y consumo humano. La norma contempla un límite de 0.025 mg/L para arsénico y de 1.5 mg/L para fluoruros, con una reducción gradual a 0.01 mg/L y 1.0 mg/L, respectivamente, según el tamaño de la localidad y los plazos establecidos. Los acuíferos donde más se observa este comportamiento se ubican en las partes sureste y central del estado [26]–[28]. Estos casos muestran por qué conocer la geología de una región puede ser fundamental para comprender los problemas de calidad del agua y, en consecuencia, los riesgos para la salud de quienes dependen de ella.

Uno de los grandes retos de la geología médica es relacionar lo que ocurre en el ambiente con sus posibles efectos sobre la salud. Esto no siempre es sencillo. Los materiales geológicos

varían mucho de un lugar a otro y, además, muchas enfermedades relacionadas con factores ambientales no aparecen de inmediato tras la exposición. En algunos casos pueden pasar años, o incluso décadas, entre el momento en que una persona entra en contacto con un agente de riesgo y la aparición de los primeros síntomas [29].

Un ejemplo es la podoconiosis, también conocida como elefantiasis no filarial. Esta enfermedad crónica puede provocar una inflamación severa de los pies y las piernas y está relacionada con la exposición prolongada, generalmente durante muchos años, a determinados tipos de suelo al caminar descalzo [30]. Otro ejemplo es el mesotelioma maligno, un tipo de cáncer asociado a la exposición al asbesto, un grupo de minerales fibrosos que pueden causar enfermedades al inhalarse sus fibras (Figura 6). En este caso, la enfermedad puede aparecer muchos años después de la exposición inicial, lo que dificulta establecer, a simple vista, la relación entre el agente ambiental y el problema de salud [31], [32]. Estos ejemplos muestran que estudiar la relación entre el ambiente y la salud requiere algo más que identificar una sustancia potencialmente peligrosa: también es necesario conocer cuánto tiempo ha estado presente, cómo se produce la exposición y quiénes están expuestos.

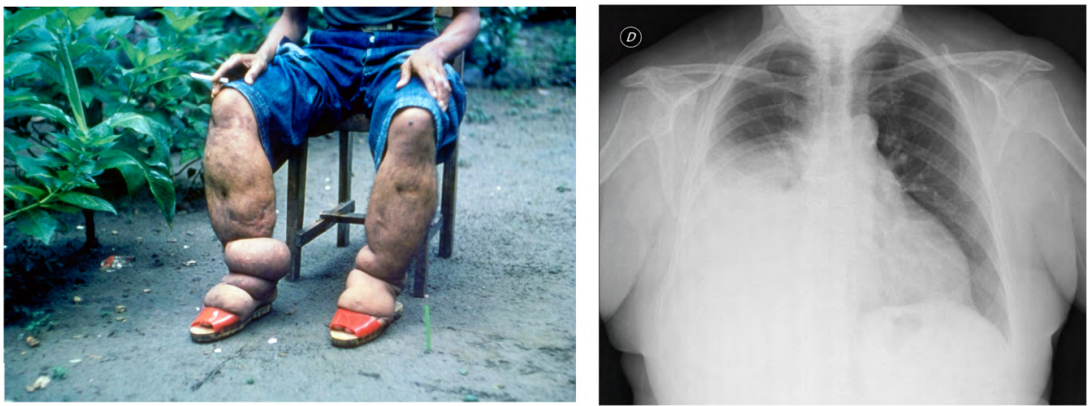


Figura 6. Ejemplos de enfermedades relacionadas con la exposición prolongada a factores ambientales: a la izquierda, podoconiosis; a la derecha, mesotelioma maligno.
Fuentes: Wikipedia y Medicina Paliativa, Elsevier .

Por todo lo anterior, estudiar una enfermedad relacionada con el ambiente requiere conocer no solo qué elementos están presentes en un determinado lugar, sino también cuándo y dónde ocurrió la exposición. Saber dónde vive actualmente una persona no siempre basta. A lo largo de su vida, una persona puede haber cambiado de ciudad, trabajado en diferentes lugares, modificado sus hábitos o haberse expuesto a ambientes distintos, y cualquiera de estas situaciones puede ser relevante para comprender el origen de una enfermedad [31].

Es precisamente en este tipo de problemas donde la naturaleza multidisciplinaria de la geología médica adquiere todo su sentido. Geólogos, médicos, químicos, biólogos, epidemiólogos, especialistas en salud pública, científicos de datos y profesionales de las ciencias sociales pueden aportar diferentes piezas de un mismo rompecabezas: comprender cómo el medio ambiente influye en nuestra salud.

Conclusiones

La geología médica nació de una pregunta que, aunque parezca sencilla, tiene enormes implicaciones: ¿cómo puede nuestro planeta influir en nuestra salud? A lo largo de su evolución, esta disciplina ha demostrado que el agua que bebemos, el suelo que pisamos, el aire que respiramos y los minerales y elementos presentes en nuestro entorno pueden beneficiar nuestra salud o convertirse en un riesgo.



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

Su principal fortaleza es precisamente su carácter multidisciplinario. Geólogos, médicos, químicos, biólogos, epidemiólogos, especialistas en salud pública, especialistas en gestión territorial y científicos sociales pueden aportar diferentes piezas para comprender un mismo problema. Esta colaboración permite identificar fuentes de exposición, evaluar sus posibles efectos sobre la salud y, sobre todo, buscar alternativas para prevenir o reducir los riesgos. Los casos de exposición al arsénico y al fluoruro son ejemplos claros de la importancia de este enfoque. En muchas regiones del mundo, estos elementos están presentes de forma natural en el agua y pueden convertirse en un problema de salud cuando sus concentraciones son demasiado elevadas. Comprender de dónde provienen, cómo llegan a las personas y quiénes están más expuestos permite diseñar mejores estrategias de prevención y políticas públicas.

Al final, la geología médica nos recuerda algo que con frecuencia olvidamos: nuestra salud no depende únicamente de lo que ocurre dentro de nuestro cuerpo. También está relacionada con el lugar donde vivimos y con el ambiente que nos rodea. Entender la Tierra también puede ayudarnos a comprender nuestra salud.

Referencias

- [1] F. E. Giménez, Introducción a la Geología Médica, 1.ª ed. Universidad de Alcalá de Henares, 2018.
- [2] J. A. Centeno, E. Giménez Forcada y P. Pena Búa, “La Geología Médica: una disciplina emergente”, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.medicalgeology.org/>
- [3] K. Godde, S. N. DeWitte, J. Beaumont, B. S. Walter, R. Redfern y J. J. Bekvalac, “Selective mortality during famine and plague events in medieval London”, Scientific Reports, vol. 15, núm. 1, art. 27133, jul. 2025, doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-13198-7>.
- [4] A. B. Appleby, “Epidemics and Famine in the Little Ice Age”, en Climate and History. Princeton University Press, 1981, pp. 63–84, doi: <https://doi.org/10.1515/9781400854103.63>.
- [5] P. Laslett, The World We Have Lost. Routledge, 2015, doi: <https://doi.org/10.4324/9780203563335>.
- [6] M. Komatina, Medical Geology: Effects of Geological Environments on Human Health. Elsevier, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780444516152/medical-geology>.
- [7] M. A. Armienta, R. B. Finkelman y H. O. Rubio-Arias, “Geología Médica: su relevancia para México”, TECNOCENCIA Chihuahua, vol. VII, núm. 3, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia>.
- [8] P. W. Abrahams, “Geophagy and the involuntary ingestion of soil”, en Essentials of Medical Geology, O. Selinus, B. Alloway, J. A. Centeno, R. B. Finkelman, B. Fuge, U. Lindh y P. Smedley, Eds. Elsevier, 2005, pp. 435–458. [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780126363418/essentials-of-medical-geology>.
- [9] R. B. Finkelman, “Medical Geology”, 2001. [En línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/265199727>.
- [10] S. Esteban-Santos, “Paracelso el médico, Paracelso el alquimista”, Apuntes de la Real Sociedad Española de Química, pp. 53–62, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.rseq.org/>.
- [11] S. E. Hasan, “Medical Geology”, en Encyclopedia of Geology, 2.ª ed., vol. 6. Elsevier, 2020, pp. 684–702, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12523-0>.
- [12] M. Humphreys, “Plagues upon the Earth: Disease and the Course of Human History. John Mokyr, series ed. The Princeton Economic History of the Western World”, Evolution, Medicine, and Public Health, vol. 10, núm. 1, pp. 177–178, ene. 2022, doi: <https://doi.org/10.1093/emph/eoac014>.
- [13] U. Schlipkötter y A. Flahault, “Communicable Diseases: Achievements and Challenges for



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

- Public Health”, Public Health Reviews, vol. 32, núm. 1, pp. 90–119, jun. 2010, doi: <https://doi.org/10.1007/BF03391594> .
- [14] J. Cerda y G. Valdivia C., “John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna”, Revista Chilena de Infectología, vol. 24, núm. 4, pp. 331–334, 2007. [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182007000400014 .
- [15] A. Mukherjee et al., “Arsenic and other geogenic contaminants in global groundwater”, Nature Reviews Earth & Environment, vol. 5, núm. 4, pp. 312–328, mar. 2024, doi: <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00519-z> .
- [16] R. B. Finkelman y J. A. Centeno, “Guizhou Province, China: the birthplace of modern Medical Geology”, Acta Geochimica, vol. 39, núm. 1, pp. 155–159, feb. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s11631-019-00380-8> .
- [17] L. E. Duarte et al., “Mortality from cancer, arsenic, and nitrates in drinking water and cropland in Argentina”, Revista Panamericana de Salud Pública, vol. 46, 2022, doi: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.129> .
- [18] I. Palma-Lara et al., “Arsenic exposure: A public health problem leading to several cancers”, Regulatory Toxicology and Pharmacology, vol. 110, art. 104539, feb. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2019.104539> .
- [19] J. Bundschuh et al., “One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries”, Science of the Total Environment, vol. 429, pp. 2–35, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.06.024> .
- [20] S. V. Dorozhkin y M. Eppe, “Biological and Medical Significance of Calcium Phosphates”, Angewandte Chemie International Edition, vol. 41, núm. 17, pp. 3130–3146, sep. 2002, doi: [https://doi.org/10.1002/1521-3773\(20020902\)41:17%3C3130::AID-ANIE3130%3E3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20020902)41:17%3C3130::AID-ANIE3130%3E3.0.CO;2-1) .
- [21] L. Chaoke, J. Rongdi y C. Shouren, “Epidemiological analysis of endemic fluorosis in China”, 1997, doi: <https://doi.org/10.1080/10590509709373493> .
- [22] S. Ayoob y A. K. Gupta, “Fluoride in drinking water: A review on the status and stress effects”, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, nov. 2006, doi: <https://doi.org/10.1080/10643380600678112> .
- [23] N. Arveti, M. R. S. Sarma, J. A. Aitkenhead-Peterson y K. Sunil, “Fluoride incidence in groundwater: A case study from Talupula, Andhra Pradesh, India”, Environmental Monitoring and Assessment, vol. 172, núms. 1–4, pp. 427–443, ene. 2011, doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1345-3> .
- [24] M. Kumar, R. Goswami, A. K. Patel, M. Srivastava y N. Das, “Scenario, perspectives and mechanism of arsenic and fluoride co-occurrence in the groundwater: A review”, Chemosphere, vol. 249, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126126> .
- [25] J. Bundschuh, A. P. Carrera y M. Litter, IBEROARSEN: Distribución del arsénico en las regiones Ibérica e Iberoamericana. 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.cytod.org/> .
- [26] S. Vega Gleason, “Riesgo sanitario ambiental por la presencia de arsénico y fluoruros en los acuíferos de México”, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/> .
- [27] F. Arreguín Cortés, R. Chávez Guillén, P. Soto Navarro y P. Smedley, “Una revisión de la presencia de arsénico en el agua subterránea en México”, Tlaloc, vol. 45, pp. 1–11, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://www.amh.org.mx/> .
- [28] M. Gutiérrez, M. S. Espino Valdés, M. T. Alarcón Herrera, A. Pinales Munguía y H. Silva Hidalgo, “Arsénico y flúor en agua subterránea de Chihuahua: su origen, enriquecimiento, y tratamientos posibles”, TECNOCIENCIA Chihuahua, vol. 15, núm. 2, pp. 95–108, sep. 2021, doi: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v15i2.828> .
- [29] N. A. Wardrop y J. S. Le Blond, “Assessing correlations between geological hazards and health outcomes: Addressing complexity in medical geology”, Environment



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO

International, nov. 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.07.016> .

[30] G. Davey, E. GebreHanna, A. Adeyemo, C. Rotimi, M. Newport y K. Desta, “Podoconiosis: a tropical model for gene-environment interactions?”, Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, vol. 101, núm. 1, pp. 91–96, ene. 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2006.05.002> .

[31] C. A. Brodtkin, J. R. Balmes, C. A. Redlich y M. R. Cullen, “Residential proximity to naturally occurring asbestos: health risk or ecologic fallacy?”, American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, vol. 173, p. 573, 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.atsjournals.org/> .

[32] B. P. Lanphear y C. R. Buncher, “Latent period for malignant mesothelioma of occupational origin”, Journal of Occupational Medicine, vol. 34, pp. 718–721, 1992. [En línea]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> .



INICIO



¿Y QUÉ OPINA
LA CIENCIA?



CIENCIAS
APLICADAS



CIENCIAS
BÁSICAS



CIENCIAS
DE LA SALUD



CIENCIAS
SOCIALES



DIMENSIONES
ÉTICAS



ENTREVISTAS



SALUD MENTAL



UACJ
POR EL MUNDO