

La Geología Médica: una disciplina emergente

Medical Geology: An Emerging Discipline

Geologia Médica: uma disciplina emergente

José Antonio Centeno¹, Elena Giménez Forcada², Pilar Pena Búa³

¹ Cofundador y Expresidente de la Asociación Internacional de Geología Médica (International Medical Geology Association, IMGA). Fundador de las Conferencias Internacionales 'MedGeo'. Delegado USA en la Comisión de Geociencias para la gestión medioambiental –UGS. U.S. Food and Drug Administration, FDA.

² Presidenta del Capítulo español de la Asociación Internacional de Geología Médica (International Medical Geology Association, IMGA), IMGA-España. Instituto Geológico y Minero de España, IGME.

³ Miembro del Capítulo español de la Asociación Internacional de Geología Médica (International Medical Geology Association, IMGA), IMGA-España. Universidad Pontificia de Salamanca, UPSA.

INTRODUCCIÓN

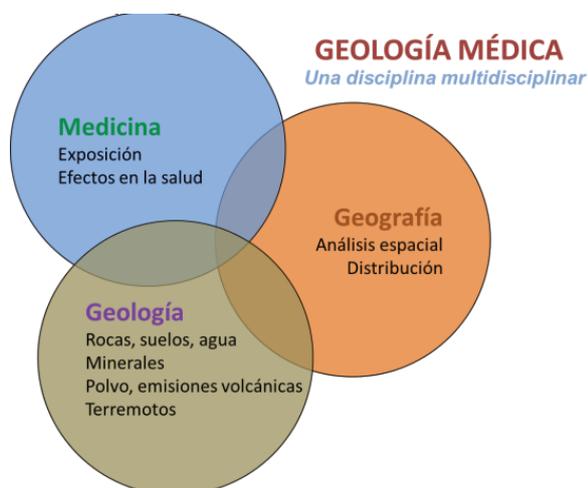
El pasado mes de septiembre se celebró en Salamanca la primera reunión científica sobre Geología Médica en España. Bajo el lema 'Nuestro entorno natural afecta a nuestra salud', la Geología Médica se presenta como la ciencia que trata del impacto que tienen los materiales y procesos geológicos naturales sobre la salud animal y humana. Entre sus objetivos figura intentar subsanar la falta de conocimiento que existe sobre la interacción que el entorno natural tiene en el bienestar de la población, aumentando la toma de conciencia sobre la importancia de conocer esta interrelación y su estudio en la comunidad científica biomédica y geocientífica para, de este modo, estimular una mayor colaboración entre ambos campos de conocimiento. Con esta perspectiva la Geología Médica puede ser considerada como una disciplina complementaria del campo del saber propio de la salud ambiental.

A medida que avanza la ciencia paulatinamente se van abriendo nuevas líneas de investigación que requieren en muchos casos de la cooperación multidisciplinar. La Geología Médica es un ejemplo de ello porque propone la colaboración entre dos amplios campos del saber que aparentemente no tienen relación, como son las Ciencias de la Tierra y las Ciencias biomédicas.

Aunque hay evidencias de que los factores geológicos naturales afectan directamente al bienestar de miles de millones de personas en todo el mundo, esta relación todavía no se entiende con claridad debido en gran parte a su complejidad, ya que son numerosos los factores a tener en cuenta a la hora de establecer esta relación. Debido a ello se constata una falta generalizada de comprensión de esta realidad, tanto por parte de la población, en general, como de la comunidad científica y profesional, en particular.

El suelo, el polvo, el aire y el agua son los principales medios que interactúan directamente con el ser humano y pueden condicionar su salud por ser vehículo de elementos unas veces necesarios y otras veces perjudiciales. Hay que tener en cuenta que muchos de los elementos que el organismo requiere se encuentran en su entorno y su déficit o exceso pueden generar estados de salud diferentes. Es un reto social establecer el vínculo entorno-salud y conocer las leyes que rigen esta relación para mejorar la calidad de vida de la población, mejorando en la medida de lo posible la relación con su entorno.

En el campo de la Geología Médica, profesionales y científicos vinculados con diferentes ramas de la ciencia (geólogos, médicos, farmacéuticos, químicos,



toxicólogos, epidemiólogos, hidrogeólogos, geógrafos, etc.) buscan una relación causa-efecto en los patrones de salud ambiental. Entre los problemas que pueden abordar figuran los impactos de los elementos que de modo natural están presentes en el polvo natural, en las aguas subterráneas y superficiales, o los suelos, sin olvidar la radiación natural o la exposición a materiales naturales en el ámbito laboral o incluso en las áreas urbanas. Además es necesario incluir en este contexto los procesos geológicos más impactantes como son las erupciones volcánicas, los terremotos o los tsunamis, cuyas consecuencias en la salud de la población son evidentes.

La Geología Médica estudia las fuentes, presencia, distribución, concentración y química de elementos como el arsénico, flúor, selenio, plomo, cobre, cromo o uranio que pueden producir problemas de salud, tratando de establecer los canales de exposición para, en definitiva, producir mapas que ilustren sobre los factores geológicos y geoquímicos locales, regionales o globales, así como sus relaciones con problemas de salud existentes o potenciales.



International Medical Geology
Association, IMGA
www.medicalgeology.org

Muchos estudios de Geología Médica han estado orientados a los impactos de polvo de diferente origen. Las partículas de polvo son un componente de la atmósfera terrestre ampliamente disperso, que forma a menudo plumas que se transportan a larga distancia, como el polvo desértico conocido como polvo intercontinental. Estos fenómenos ocurren en todos los continentes e incluyen, por ejemplo, la movilización de polvo sahariano hacia el sur de Europa y América.

El agua es otro de los medios más estudiados, especialmente en relación a la concentración de determinados elementos traza. Hay que tener en cuenta que las aguas naturales juegan un papel básico en la transferencia de elementos traza potencialmente tóxicos desde el medio físico a la biosfera, y representa

por tanto un nudo crítico de interrelación dinámica entre el medio ambiente y la salud humana. El entorno geológico es el que condiciona en mayor medida la presencia de determinados elementos traza en las aguas subterráneas y, aunque las rocas y minerales no tienen altas concentraciones de estos elementos, es relativamente fácil encontrar aguas con concentraciones que superan las permitidas, si se tiene en cuenta que los valores límite de referencia para estos elementos establecidos por la Organización mundial de la salud (OMS) para el agua potable suelen ser muy bajos (del orden de decenas de microgramos por litro).

La sociedad actual debe afrontar problemas como la reducción de la disponibilidad de agua y la mayor presión hídrica. Esto, unido a las mayores exigencias y conocimientos sobre la calidad del agua para consumo humano, conduce al escenario actual, muy condicionado por la búsqueda de una calidad de vida cada día mayor. El uso sostenible de las aguas subterráneas es un elemento clave para alcanzar un nivel de bienestar mínimo allí donde los recursos hídricos superficiales son carenciales, pero su explotación requiere un estricto control, de manera que pueda seguir afirmándose que su uso es garantía de agua de buena calidad.

LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE GEOLOGÍA MÉDICA

La International Medical Geology Association (IMGA, www.medicalgeology.org) se creó en 2006 como una organización que busca facilitar las interacciones entre los científicos en el ámbito de las Ciencias de la Tierra y de la Salud con el fin de abordar las problemáticas de salud humana ocasionada por los procesos o materiales geológicos. Desde entonces, científicos e instituciones de varios países y de distintas ramas científicas han apoyado esta iniciativa, con la creación de capítulos nacionales de Geología Médica en todo el mundo.

En 1996 la Comisión COGEOENVIRONMENT de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (International Union of Geological Sciences, IUGS) estableció un grupo de trabajo en Geología Médica, que adoptó oficialmente el término de Geología Médica en 1997. En el año 2000 se publicó el libro «El ambiente geoquímico y la salud humana» y el Programa Internacional de Ciencias Geológicas (International Geoscience Programme, IGCP) estableció el proyecto de Geología Médica- IGCP 454, patrocinado por la UNESCO y la International Union of Geological Sciences (IUGS), cuyo objetivo era articular el trabajo de los científicos en torno al tema de Geología Médica, mediante la construcción de capacidades y el intercambio de

información y experiencias. En el año 2002 el Grupo de trabajo en Geología Médica fue reconocido como un Proyecto Especial que dependía directamente de la IUGS. Un año más tarde se incluyó la Geología Médica en la iniciativa «Ciencia para la salud y el bienestar», del Consejo Internacional para la Ciencia (International Council for Science, ICSU). En el año 2006 tuvo lugar un simposio especial sobre Geología Médica en la Real Academia de las Ciencias, en Estocolmo, y se estableció la Asociación Internacional de Geología Médica - IMGGA, cuya sede actualmente tiene su domicilio en Portugal.

En la actualidad están constituidos 25 capítulos oficiales de la IMGGA en todo el mundo: Argentina, Australia, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Canadá, Colombia, Dinamarca, España, Estados Unidos, Gana, Haití, Irán, Italia, Japón, México, Nigeria, Pakistán, Portugal, Reino Unido, Rusia, Sudáfrica, Suecia, Taiwán y Uruguay.

I JORNADA DE GEOLOGÍA MÉDICA EN ESPAÑA

El capítulo España de la IMGGA se creó en 2015, con el apoyo de varios técnicos y científicos del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Actualmente cuenta con quince miembros de varias instituciones científicas y universitarias españolas. Su presidenta es la Dra. Elena Giménez Forcada, Científica Titular del IGME y experta en temas relacionados con la distribución de elementos traza en las aguas subterráneas.

Entre las investigaciones que actualmente se están desarrollando en el grupo español de la IMGGA, destaca la investigación que lidera el IGME en el marco de la HidroGeoToxicología y que aborda los estudios sobre presencia y distribución de arsénico y otros elementos traza geogénicos potencialmente tóxicos en las aguas subterráneas de varias zonas de España. El problema se plantea cuando las concentraciones de estos elementos son superiores a los valores umbral establecidos para el agua de bebida, porque invalida su uso como agua de consumo, aunque muchas veces las concentraciones sean sólo ligeramente superiores a estos valores límite. Una característica común a todos los acuíferos afectados por este problema es el elevado grado de variabilidad espacial en la concentración de estos elementos en las aguas subterráneas de las áreas afectadas. Conocer las reglas que regulan la presencia y distribución de estos elementos en el agua es un objetivo de esta línea de investigación, porque de esta manera se lograría tener una herramienta de gran valor a la hora de planificar y gestionar los recursos subterráneos de las zonas afectadas.

Se trata de una línea de trabajo que se ha

desarrollado a través del proyecto HidroGeoTox: *Identificación de factores geoambientales que controlan la distribución de arsénico y otros ETGPT como herramienta de gestión en la planificación hidrológica de masas de agua con riesgo hidrogeotóxico*, que está siendo financiado íntegramente por el IGME, bajo la dirección de la Dra. Giménez, presidenta de IMGGA-España, y en el que participan varios investigadores del grupo español de la Asociación Internacional de Geología Médica (IMGGA), además de numerosos investigadores tanto de España como del extranjero. Entre sus objetivos figuran (i) ampliar el conocimiento sobre factores que controlan la HidroGeoToxicidad (HGT) por arsénico y otros Elementos Traza Geogénicos Potencialmente Tóxicos (ETGPT), para de este modo, (ii) ofrecer herramientas de análisis que ayuden en la planificación hidrológica y en la gestión de los recursos hídricos subterráneos.

Recientemente el capítulo IMGGA-España ha liderado la propuesta de creación de una Red de geología médica en la Región Iberoamericana (Red GeoMed^{IA}). Esta iniciativa pretende impulsar el desarrollo de la disciplina a través de su implementación académica, científica y social en el ámbito iberoamericano, lo que en definitiva redundaría en el beneficio de las poblaciones implicadas, al integrar este conocimiento en su política territorial y en la mejora de su calidad de vida. En la Red GeoMed^{IA} participarían los capítulos IMGGA de España, Portugal, Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, México y Uruguay, y contaría con más de 70 miembros además de 30 instituciones u organizaciones públicas y privadas.

Otra de las iniciativas ha sido la celebración de un primer encuentro entre especialistas buscando, entre otros objetivos, dar a conocer este nuevo campo de conocimiento con una clara vocación de servicio a la sociedad en general y a la salud pública en particular. Con este planteamiento se celebró recientemente la I Jornada de Geología Médica en España, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, que llevaba por título 'La Geología Médica, una disciplina emergente'. La reunión estuvo organizada por IMGGA-España, la Universidad de Salamanca (USAL) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y contó con el patrocinio de diversas instituciones públicas y privadas (Diputación de Salamanca, Ayuntamiento de Salamanca y Aqualia, grupo FCC). Asistieron más de 70 participantes de un amplio abanico de campos científicos, así como autoridades locales y medios de comunicación.



que introdujo los resultados obtenidos en la principal área de estudio del proyecto que es el borde meridional de la Cuenca del Duero. Seguidamente, la Dra. María del Carmen Rey (IGME) abordó los aspectos relacionados con la estructura del basamento de la cuenca y su relación con el patrón de distribución de arsénico en las aguas, la Dra. Susana Timón (IGME) hizo referencia a las fuentes primarias de este metaloide y de otros elementos asociados en las rocas del Sistema Central, el Dr. Manuel García (Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED) nos ilustró sobre la importancia del flujo subterráneo en la distribución de arsénico en las aguas subterráneas de la zona sur de la Cuenca del Duero y, finalmente, la Dra. Agustina Fernández (USAL) abordó la química mineral de los sedimentos de la cuenca, fuente secundaria de elementos traza en el agua subterránea.

Figura 1. Acto de inauguración de la I J Jornada de Geología Médica en España. 'La Geología Médica: una disciplina emergente', en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca. http://saladeprensa.usal.es/files/atoms/video/jornada_geologia_med.mp4.jpg

La conferencia inaugural corrió a cargo de la Dra. Laura Börgel de la Universidad de Chile, que disertó sobre la importancia de la valoración del riesgo toxicológico relacionado con los metales pesados, particularmente el caso del arsénico, en la toma de decisiones en el ámbito de la salud ambiental. Su presentación fue seguida por la intervención de la Dra. Rosa Meijide de la Universidad de A Coruña, que abordó los beneficios de las aguas termales. Seguidamente una corta descripción de la historia de la IMGGA y de las actividades desarrolladas en los últimos 10 años de la existencia de esta asociación, fue presentada por la Secretaria General de la IMGGA, la Dra. Carla Patinha, de la Universidad de Aveiro. El presidente del capítulo portugués de la IMGGA, el Dr. Eduardo Ferreira da Silva (Universidad de Aveiro), mostró una retrospectiva de la investigación que ha sido desarrollada por miembros de su grupo. Finalmente y dentro de la primera parte del programa, se presentaron los principales objetivos del capítulo español, recientemente creado.

La segunda parte del seminario se dedicó a la presentación de algunos estudios llevados a cabo por miembros del capítulo IMGGA-España. El Dr. Eduardo de Miguel (Universidad Politécnica de Madrid, UPM) presentó la evaluación de la exposición a elementos traza en la población infantil, en ambientes urbanos: el caso de la ciudad de Madrid. El Dr. Juan Antonio Luque (IGME) expuso resultados sobre la aplicación de técnicas geoestadísticas en los estudios geo-ambientales. Las principales conclusiones del proyecto HidroGeoTox se presentaron a continuación por la Dra. Elena Giménez-Forcada (IGME), investigadora principal del proyecto,



SALUD AMBIENTAL Y REPERCUSIONES SOCIALES

El medio geológico es un factor que puede condicionar la salud ambiental de un área, de manera que se puede establecer una relación entre el medio natural y la salud de la población de ese entorno. Y esta relación se da tanto en zonas urbanas como rurales, pero si hablamos de medio natural, de entorno geológico, este nexo es especialmente evidente en las zonas rurales y principalmente en las más pobres y desfavorecidas. De esta manera introducimos un aspecto no menor sobre la importancia de los estudios de Geología Médica: tienen una clara componente social que intenta, desde el conocimiento y a través del mismo, ayudar a vivir mejor, a que el individuo interactúe mejor con su entorno. Y si éste es poco favorable, ayudarle a convivir con él del mejor modo posible.

La visión moderna del mundo, basada en el antropocentrismo y marcada por el desarrollo de la ciencia, ha conducido la acción humana hacia la dominación del mundo. A mediados del siglo XX surgió la denominada Ética ambiental, que planteó una reflexión crítica y racional sobre el valor intrínseco que poseen el ambiente natural y sus elementos no humanos. Desde entonces, paulatinamente se ha puesto de manifiesto la necesidad de replantear el modo en que los hombres entienden su relación con la naturaleza. Sin embargo, la crisis ecológica global también ha evidenciado que, además de que la actuación del hombre puede poner en peligro la salud, la vida, la continuidad generacional de la propia especie humana, el medio natural de por sí puede favorecer o perjudicar la salud ambiental, debido a la evidente relación existente entre el entorno natural y el bienestar de la población. Tanto el deterioro medio ambiental como la influencia del medio natural, cuando es desfavorable, pueden ser agravados por la actuación y responsabilidad de los poderes públicos, ya que la mayoría de las políticas tienen consecuencias ambientales y normativas, e ignoran generalmente los aspectos éticos de las mismas.

La civilización moderna y los valores que la sustentan están detrás de la crisis ecológica: La excesiva opulencia trae consigo la desigualdad, la discriminación y la pobreza. Y, precisamente, es la pobreza un factor fundamental en el deterioro ambiental. Son los países pobres y, concretamente, las personas con menores ingresos las que están más expuestas al entorno natural. Con frecuencia estas personas tienen que trabajar o vivir en estrecha relación con su entorno que, cuando es perjudicial, convierte a este segmento de la población en el más vulnerable.

AGRADECIMIENTOS

En nombre de la Asociación Internacional de Geología Médica, en general, y del capítulo IMGGA-España deseamos agradecer a la Revista su iniciativa y apoyo al ofrecernos este espacio para dar voz a esta nueva disciplina, con tanto impacto y potencial, que es la Geología Médica.