

La crisis mundial del agua y la importancia del proyecto Groundwater

John Cherry, en nombre del proyecto Groundwater
Guelph, ON, Canada, Julio 30, 2024

SINOPSIS

Muchas organizaciones globales importantes han llegado a la conclusión de que existe una crisis mundial del agua dulce. En los últimos dos años, tanto la ONU como la UNESCO han convocado importantes conferencias sobre la crisis. La crisis del agua dulce se ve exacerbada por el calentamiento global; sin embargo, en el corto plazo, la escasez de agua con impactos en los alimentos y la pobreza son la amenaza más inmediata a la civilización. Este documento describe la crisis del agua dulce desde la perspectiva del agua subterránea y presenta el Proyecto "Groundwater" como una innovación filantrópica importante y única para revertir el destino del agua.

El agua subterránea está en el centro de la crisis del agua dulce. Un factor clave en la evolución de esta crisis –y la falta de esfuerzos sustanciales para revertir su desastroso destino– es la mínima conciencia y comprensión de las aguas subterráneas más allá de la comunidad científica de las aguas subterráneas (es decir, los y las hidrogeólogos profesionales) y la escasez de experiencia humana y capacidades organizativas. analizar y resolver problemas de aguas subterráneas. Nuestra motivación es abordar estas cuestiones relacionadas a través de la educación y, cuando sea posible, la asistencia técnica, especialmente en el mundo en desarrollo.

Para mejorar las perspectivas de la necesaria expansión de la capacidad humana en la resolución de problemas de aguas subterráneas y la comprensión pública de "todo lo relacionado con las aguas subterráneas", en 2017 se inició el Proyecto Groundwater (www.gw-project.org). Organización benéfica sin fines de lucro (ONG) registrada en Canadá y de alcance global. Está comprometido con el avance de la comprensión y la concientización sobre el agua subterránea mediante la creación y la puesta a disposición de materiales de aprendizaje de alta calidad sobre el agua subterránea en muchos idiomas para su descarga gratuita desde su sitio web (gw-project.org). La misión del Proyecto Groundwater (hacer comprensible el agua subterránea) se basa en la filosofía de que el conocimiento sobre el agua subterránea debe ser gratuito y debe utilizarse para gestionar la crisis del agua. El Proyecto Groundwater ha ampliado enormemente

su visión inicial como un acto de esperanza en un mundo turbulento.

LA CRISIS MUNDIAL DEL AGUA CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN SU NÚCLEO

El clima, las guerras, las pandemias y las recesiones amenazan el futuro de nuestra sociedad, pero la amenaza más inmediata es la disponibilidad de agua dulce. Para resumir la situación actual, los siguientes eventos se enumeran en orden cronológico:

- 💧 En 2008, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas concluyó que “el agua y su disponibilidad y cantidad serán las principales presiones y problemas para las sociedades y el medio ambiente bajo el cambio climático” (Bates et al., Secretaría del IPCC).
- 💧 Lester R. Brown (2013), autor de Planeta lleno, platos vacíos, afirmó: “La verdadera amenaza para nuestro futuro es el pico de agua”.
- 💧 Según el Consejo Nacional de Inteligencia (EE.UU., 2014), “El mundo está entrando en una crisis hídrica prolongada”.

Groundwater is Key to 8 of the 17 UN Sustainability Goals



The Global Water Crisis is a [Groundwater Crisis](#) because groundwater makes up 99% of all liquid freshwater & at time of drought groundwater is the only freshwater available in many regions

- 💧 En 2015, el Banco Mundial declaró: “El agua está llegando a un punto de inflexión”. Cinco años después, en 2020, la UNESCO declaró: “El agua subterránea es clave para 8 de los 17 Objetivos de Sostenibilidad de las Naciones Unidas”.
- 💧 El Grupo de Estrategias futuras del Consejo Nacional de Inteligencia de EE. UU. (2021) dijo que “la inseguridad hídrica está amenazando el crecimiento económico global y la estabilidad política”.
- 💧 También en 2021, el Foro Económico Mundial señaló que “la inseguridad hídrica corre el riesgo de desencadenar una crisis alimentaria mundial”.
- 💧 Las Naciones Unidas designaron el 2022 como el Año de las Aguas Subterráneas y celebraron dos conferencias sobre el agua: la Cumbre sobre Aguas Subterráneas de la UNESCO en París en diciembre de 2022 se centró en las aguas subterráneas pero sin un marco científico sobre ellas; y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua en la ciudad de Nueva York en marzo de 2023. En el discurso de apertura en Nueva York, el rey Willem-Alexander de los Países Bajos afirmó: “para el 2030, la mitad de la humanidad vivirá en una escasez extrema de agua”. Sin embargo, el componente científico de las aguas subterráneas de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (2023) fue mínimo y no cubrió los desafíos específicos y las soluciones propuestas.

El objetivo del proyecto Groundwater es dilucidar los desafíos relacionados con los problemas de las aguas subterráneas, identificar las innovaciones políticas más efectivas y proponer

soluciones técnicas desde la perspectiva de las aguas subterráneas.

La crisis mundial del agua es, de hecho, una crisis de aguas subterráneas porque el agua subterránea constituye el 99% de toda el agua dulce líquida y, en tiempos de sequía, el agua subterránea es la única agua dulce disponible en muchas regiones. Esto marca una gran diferencia tanto a la hora de comprender la crisis del agua, como al trazar un camino para evitar el desastre. La dependencia del agua subterránea está aumentando mientras que su disponibilidad está disminuyendo. Aquellos que soportarán la mayoría de las consecuencias negativas no se dan cuenta de lo que está sucediendo. Para que nuestra civilización continúe, debe haber suficiente agua dulce, suelo productivo y océanos, así como un clima habitable. De ellos, el más complicado, complejo, menos comprendido y menos monitoreado, es el agua subterránea de la que dependen casi todos los sistemas de agua dulce.

LA CRISIS DEL AGUA ES UNA TORMENTA PERFECTA

Poco se reconoce que la crisis del agua dulce es una tormenta perfecta que proviene de cuatro direcciones que dependen del agua subterránea:

- 1) **Pobreza hídrica** en regiones donde hay muy pocos pozos y muy poco bombeo de los acuíferos existentes (es decir, África subsahariana); las personas que viven aquí beben agua contaminada, en su mayoría sin saberlo, o caminan demasiado lejos para conseguir agua.
- 2) **Agotamiento de los acuíferos** en regiones donde hay demasiada extracción de aguas subterráneas (es decir, las Altas Llanuras de EE. UU., Medio Oriente y el Norte de África); pocas de las personas que dependen de esta agua se dan cuenta de que su agua esencial está desapareciendo.
- 3) **La contaminación de las aguas subterráneas**, generalizada y en aumento con una diversidad cada vez mayor de productos químicos, incluidos pesticidas, productos farmacéuticos, sustancias polifluoroalquiladas (PFAS), conocidos como los productos químicos eternos, y patógenos; los afectados no se dan cuenta de que la causa es el agua subterránea.
- 4) **Daños ecológicos** con pérdida de diversidad debido a la desecación de los humedales a medida que los niveles freáticos caen debido al bombeo excesivo y la **contaminación se** propaga con un mínimo seguimiento y comprensión.



Groundwater at the heart of the global water crisis

Human Capacity is the Key Limitation to Progress

- Small number of groundwater professionals
- Lack diversity in specialization in university education
- Insufficient exposure to groundwater knowledge for policy & decision makers & the public.

Los numerosos problemas de las aguas subterráneas en cada una de estas cuatro categorías en total amenazan a la civilización global en la misma medida que el cambio climático, pero en un plazo mucho más corto. Si el agua causa el colapso social, no habrá determinación social ni capacidad económica para continuar la tarea de reducir los gases de efecto invernadero.

POBREZA HÍDRICA

En muchas regiones donde se la agricultura a gran escala, es necesario bombear menos agua subterránea, pero esto no es así en muchas otras regiones donde hay pobreza hídrica rural. La gente de estas regiones no puede escapar de este sufrimiento a menos que se perforen muchos más pozos seguros. Estos pozos deben ser en su mayoría pozos de bajo costo y diámetro pequeño con rendimiento suficiente ("pozos pequeños") para una agricultura (familiar) autosuficiente. Los pozos deben construirse con un sello sanitario (por ejemplo, arcilla, lechada de cemento) para evitar que la contaminación ingrese al acuífero a lo largo del exterior del revestimiento del pozo. En muchos países esto no es una práctica estándar (es decir, no está regulado). Estos pozos perforados de pequeño diámetro albergan bombas capaces de extraer agua desde las profundidades necesarias para erradicar la pobreza hídrica.

Los pozos pequeños para este propósito mejorarían drásticamente los resultados con mínimas posibilidades de drenar los acuíferos. Esta necesidad abarca a 3 mil millones de personas de zonas rurales para quienes se necesitan más de decenas de millones de pozos seguros y de bajo costo, muchos de los cuales deberían usarse en combinación con la recolección de agua de lluvia, filtros en los puntos de uso y una agricultura familiar adecuada y sostenible con agua y suelo. La escasez de agua en la pequeña agricultura afecta a más de 1.500 millones de personas que trabajan en explotaciones familiares y otros 2.000 millones viven en otras situaciones de estrés hídrico extremo. Casi dos tercios de la humanidad sufren actualmente o pronto sufrirán problemas de agua de un tipo u otro y la mayoría de los problemas empeoran. En 2014, Peter Gleick escribió: "La incapacidad de proporcionar agua potable y saneamiento adecuado a todas las personas es quizás el mayor fracaso en materia de desarrollo del siglo XX".

Las Naciones Unidas estimaron en 1975, cuando la población mundial era sólo de 4.000 millones de habitantes, que 1.200 millones de personas vivían en condiciones de pobreza hídrica. En el 2010, la ONU aprobó su resolución de que el acceso a agua potable adecuada es un derecho humano; sin embargo, ha aumentado el número de personas sin este derecho. La ONU publicó en el 2015 los Objetivos de Sostenibilidad que deben alcanzarse en el 2030. Ocho de estos objetivos dependen de las aguas subterráneas y ninguno está en camino de alcanzarse para 2030. En general, la situación está empeorando a pesar de que se han gastado muchos miles de millones de dólares destinados a reducir esta forma de sufrimiento humano; Estos esfuerzos son bien intencionados pero en gran medida ineficaces para reducir las cifras. Sin embargo, se ha aprendido mucho, principalmente por parte de pequeñas ONG, sobre lo que funciona y lo que no; El desafío ahora es capitalizar este aprendizaje y enfatizar la innovación. La UNESCO (22 de marzo de 2022) informó: “El mayor desarrollo de las aguas subterráneas en el África subsahariana, donde la pobreza hídrica es generalizada, no está limitado actualmente por la falta de recursos naturales de aguas subterráneas... la falta general de profesionales en aguas subterráneas afecta la dotación de personal de las instituciones y de las oficinas gubernamentales locales y nacionales en muchos países, lo que obstaculiza las iniciativas emergentes para supervisar el monitoreo y desarrollo efectivo de las aguas subterráneas”. El Proyecto Groundwater pretende ser una parte clave de la solución.

Water Poverty



Aquifer Depletion



- Affects 3 billion people.
- Requires tens of millions of low- cost safe water wells.
- Two-thirds of population faces water stress.



- Irrigation accounts for 70% of global freshwater withdrawals.
- Aquifers are being drained and many are on the brink of collapse.

AGOTAMIENTO DEL ACUIFERO

En otras partes del mundo se depende demasiado del agua subterránea para la producción de alimentos mediante la agricultura de regadío a gran escala. En estas regiones se están drenando los acuíferos y muchos de ellos están al borde del colapso. Estas regiones suelen tener un seguimiento y una gestión mínimos de las aguas subterráneas, lo que permite que la sobreexplotación se lleve a cabo sin que se informe lo suficiente. El riego representa el 70% de las extracciones mundiales de agua dulce y produce el 40% de los alimentos mundiales, lo que deja nuestras cadenas mundiales de suministro de alimentos en riesgo de colapso. El sistema

alimentario mundial se ha vuelto frágil debido a muchos factores que influyen, pero quedarse sin agua durante la sequía cuando los acuíferos ya se han agotado es el único factor irreparable. La competencia por el agua está aumentando, incluida la competencia entre los centros urbanos y los agricultores. A efectos prácticos, se considera que un tercio de los acuíferos más grandes están bajo estrés sin posibilidad de recuperación, mientras que muchos otros se encuentran en un camino insostenible. En algunas regiones, la inseguridad alimentaria extrema ligada a la pérdida de suelo por la salinización debida al riego y la erosión ha desencadenado migración, inestabilidad social y conflictos armados. En su libro *Running Out: In Search of Water on the High Plains*, Lucas Bessire concluye: “El inminente agotamiento del acuífero de Ogallala y de otros acuíferos en todo el mundo es una crisis planetaria definitoria de nuestros tiempos”. Este acuífero sustenta alrededor de una sexta parte de la producción anual de cereales del mundo.

El uso total sostenible de agua subterránea para todos los fines ha alcanzado o ha superado su pico global, lo que significa que no hay agua adicional disponible en muchas regiones y muchos acuíferos están en o más allá de su punto de inflexión y, por lo tanto, la cantidad de agua subterránea disponible debe disminuir tarde o temprano. Lo más importante es que esta situación existe mientras la demanda de agua y la población aumentan continuamente y mientras la contaminación de las aguas subterráneas se propaga en gran medida sin ser detectada. Para revertir la trayectoria de agotamiento del agua son esenciales respuestas políticas correctivas al menos a la escala de las que están en marcha para reducir las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero.

Hemos visto la vanguardia de una tendencia creciente hacia sequías más frecuentes y más prolongadas. La disminución de los recursos de agua subterránea significa que durante períodos de sequía prolongada, no quedará agua para sustentar a las comunidades. Se trata de una crisis en la que el agua subterránea suministra agua potable a la mitad de la población mundial, incluida la mitad de las megaciudades del mundo, siendo las más grandes Ciudad de México, Yakarta, Lagos y São Paulo.

El agotamiento de los acuíferos es tan extremo que el agua extraída de los continentes eventualmente escapa a los océanos, ya que las aguas residuales representan alrededor del 25% del aumento global del nivel del mar. Además, el hundimiento del terreno provocado por la extracción excesiva de agua subterránea a lo largo de las costas está provocando que los mares inunden megaciudades costeras donde viven casi 500 millones de personas. Este es un aspecto manejable del aumento del nivel del mar relacionado con el clima que debe abordarse. Uno de los objetivos del Proyecto Groundwater es publicar libros que informen rigurosamente sobre cada una de estas partes dispares del problema del agotamiento y brinden orientación sobre cómo revertir la trayectoria del agotamiento.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Según el Banco Mundial (2023), “cada vez son más frecuentes las detecciones de contaminantes antropogénicos, incluidas sustancias químicas apenas reconocidas como contaminantes hace unos años, plantean problemas a una escala que a menudo no se aprecia”. Las diversas actividades de los seres humanos dan como resultado millones de diferentes sustancias químicas liberadas al suelo a partir de actividades industriales, agrícolas y municipales, pero sólo un pequeño porcentaje está compuesto por sustancias químicas lo suficientemente móviles como para dañar el agua subterránea. Sin embargo, algunas de estas sustancias químicas son persistentes (no se degradan) y suman miles de compuestos químicos individuales en algunos

acuíferos. Normalmente, cuando se juzgan según sus muy bajas concentraciones individuales, hay pocos motivos de preocupación, pero cuando se consideran los diversos tipos químicos en combinación, se desconocen los efectos ecológicos y para la salud. Además de esta amenaza a la salud humana y los sistemas ecológicos, existe la presencia generalizada y creciente de nitrato (NO_3^-) en las aguas subterráneas, provenientes principalmente de la agricultura, para lo cual estudios recientes indican mayores riesgos ecológicos y para la salud humana de lo que se pensaba anteriormente.

Hay tres razones por las que la contaminación de las aguas subterráneas representa un riesgo a largo plazo mucho mayor para los seres humanos y los ecosistemas que la contaminación de ríos y lagos. En primer lugar, los contaminantes del agua subterránea se acumulan en los acuíferos y, como en los ríos y lagos, no son eliminados ni enterrados en el lodo del fondo durante unos pocos años o décadas. En segundo lugar, el agua contaminada bombeada desde los acuíferos normalmente no muestra evidencia de contaminación para los sentidos humanos, por lo que el agua parece prístina. En tercer lugar, se pueden obtener indicaciones de los efectos de la contaminación de los seres vivos en las aguas superficiales a partir de indicadores biológicos, pero no del agua de pozo. Los receptores humanos son las especies indicadoras, pero rara vez se estudian como tales. De las cuatro direcciones de la tormenta perfecta, la contaminación del agua subterránea es la menos monitoreada, menos comprendida y menos investigada. El Proyecto Groundwater tiene libros y conferencias en preparación sobre este tema.

DAÑO ECOLÓGICO

La extracción de agua de los acuíferos provoca inevitablemente que el nivel freático descienda cerca de los pozos. El agua extraída forma parte de la lluvia en el ciclo hidrológico que recarga el acuífero y luego es bombeada por el pozo, pero que anteriormente sustentaba los ecosistemas que dependían del agua subterránea. Si la extracción de los acuíferos provoca un agotamiento excesivo que hace caer demasiado el nivel freático, los humedales, arroyos, ríos, lagos y manantiales reciben muy poca lluvia y se quedan sin agua desde la perspectiva de los sistemas ecológicos que dependen del agua subterránea. Esta es una forma particularmente engañosa de daño ambiental que contribuye a la pérdida de diversidad, pero que generalmente pasa desapercibida porque la evidencia directa de la disminución del nivel freático debido al agotamiento de los acuíferos requiere un monitoreo de formas que rara vez se realizan. Esto significa que cuando se descubre el vínculo con las aguas subterráneas, generalmente ya es demasiado tarde para realizar correcciones que restablezcan la salud ecológica.

Too much groundwater extraction in groundwater dependent ecosystems cause depletion of streams and wetlands impacting aquatic habitats



Groundwater seepage sustains many water holes essential for life

LA CAPACIDAD HUMANA ES LA LIMITACIÓN CLAVE PARA EL PROGRESO

La crisis del agua tiene complicaciones y complejidad sin precedentes. Existe una lamentable deficiencia en la capacidad humana para resolver los problemas de las aguas subterráneas y este es el principal impedimento para revertir la trayectoria del agua dulce. La falta de capacidad humana incluye tanto el pequeño número de profesionales del agua subterránea como la falta de diversidad en las especializaciones en la educación universitaria de los profesionales del agua subterránea en los países altamente industrializados y aún más en los países en desarrollo.

Los encargados de formular políticas y tomar decisiones, así como el público, no han recibido suficiente exposición al conocimiento sobre las aguas subterráneas para abogar por la sostenibilidad del agua y tomar decisiones informadas sobre los alimentos, la salud humana y el medio ambiente que dependen del agua. Una mejor comprensión pública es esencial para empoderar a los ciudadanos y a todos los actores del agua para que tomen acciones locales informadas. El Proyecto Groundwater es pionero en avanzar en la comprensión del agua subterránea.

Human Capacity is Needed to Solve the Water Crisis



The Groundwater Project pioneers on advancing understanding groundwater

PELIGRO DE LA CALIDAD DEL AGUA POR CAUSAS NATURALES

La tormenta perfecta del agua dulce que viene de cuatro direcciones se superpone a la causa persistente de los impactos en la salud humana que resultan de los componentes naturales dañinos del agua subterránea en muchas regiones. Estos constituyentes que son geogénicos más que antropogénicos se originan en los materiales geológicos (minerales y rocas), pero su liberación puede ser promovida por dónde y cómo se explota el agua subterránea. Estos componentes geogénicos han estado causando efectos adversos para la salud desde que se utiliza el agua subterránea, pero han sido amplificados muchas veces por la perforación moderna que hace pozos más profundos y en roca dura. Según el Banco Mundial (2023), desde la década de 1980 la contaminación natural por arsénico, fluoruro, manganeso y uranio, que amenaza la salud, es más extensa y grave de lo que se pensaba anteriormente. El arsénico afecta a la mayoría de las personas, pero se le prestó poca atención hasta la década de 1990, pero ahora se sabe que ha afectado a más de 150 millones de personas, principalmente en Bangladesh, Pakistán y China, pero también en partes de Estados Unidos, México y Canadá. Se estima que 150 millones de personas corren riesgo de salud a causa del fluoruro (fluorosis).

EL ÚNICO RETO INSTITUCIONAL DEL PROBLEMA DE CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

En conjunto, los efectos adversos sobre la salud humana de los componentes geogénicos y antropogénicos dañinos en el agua de pozo son potencialmente inmensos pero inciertos. Lo que los problemas geogénicos y antropogénicos tienen en común a nivel global es el largo retraso de

las organizaciones responsables del agua y la salud en reconocer el problema como un tema digno de acción. Lo que distingue estos problemas de aguas subterráneas de muchos otros problemas de agua y salud es que, para que una agencia gubernamental lleve a cabo el tipo apropiado de muestreo de calidad en pozos privados y de pequeñas comunidades, se necesita valentía organizacional. Si los resultados muestran que un número sustancial de pozos tienen componentes dañinos, los propietarios de los pozos querrán saber durante cuánto tiempo el agua del pozo ha sido potencialmente dañina y si ha habido un daño real. No puede haber respuestas confiables a esta pregunta, pero típica y razonablemente habrá personas en la comunidad que culparán al agua del pozo de enfermedades que conocen y exigirán una explicación de por qué tomó tanto tiempo realizar el muestreo del pozo. Si hubiera coraje organizacional, es poco probable que haya coraje político para permitir que la organización desencadene potencialmente una crisis de miedo y culpa pública. El Banco Mundial (2023) advierte con respecto a la calidad del agua subterránea que “muchos de los problemas descritos son el resultado de fallas institucionales sistemáticas y será necesaria la reforma de estas instituciones y su cultura profesional para resolverlos”. El Proyecto de Groundwater tiene libros en preparación dirigidos al sector privado para la educación de propietarios de pozos, administradores de agua y organismos de salud pública sobre estos temas.

EL PROYECTO GROUNDWATER

Con el objetivo de ampliar la capacidad humana en la resolución de problemas de aguas subterráneas y la comprensión pública de "todo lo relacionado con las aguas subterráneas", en 2017 se inició el Proyecto Groundwater (www.gw-project.org), una ONG benéfica de alcance mundial con sede en Canadá. El proyecto Groundwater está comprometido con el avance de la comprensión y la concientización sobre el agua subterránea mediante la creación y el suministro de materiales de aprendizaje de alta calidad en muchos idiomas para descargar de Internet, con la característica única de que nuestros productos, todos rigurosamente revisados por pares, son gratuitos. Su objetivo es crear cientos de libros, conferencias y vídeos multimedia. Su objetivo es convertir este conocimiento sobre aguas subterráneas en aprendizaje para sustentar prácticas sostenibles. La base del trabajo filantrópico del Proyecto Groundwater es una lista cada vez mayor de más de mil voluntarios, con una experiencia excepcional que incluye científicos y profesionales de más de 70 países. El proyecto Groundwater publica libros en muchas categorías para lectores de todos los niveles en diversas circunstancias globales, para servir a la humanidad y los ecosistemas. Con lectores en 178 países en todo el mundo, el proyecto Groundwater es la única organización en el mundo dedicada a la síntesis de la ciencia de las aguas subterráneas para la creación de conocimiento utilizable y gratuito, fácilmente accesible en muchos idiomas con traducciones realizadas por voluntarios expertos en el tema. El Proyecto Groundwater es esencial para crear la capacidad humana para generar conciencia y comprensión sobre las aguas subterráneas y la capacidad humana para evaluar problemas y diseñar soluciones relacionadas con los problemas de las aguas subterráneas que se relacionan con la alimentación, la pobreza, la energía, la biodiversidad y la resiliencia climática.

LA SÍNTESIS ES EL PROCESO QUE CONVIERTE LOS AVANCES CIENTÍFICOS EN CONOCIMIENTO ACCIONABLE

La síntesis es el núcleo del Proyecto Groundwater. Las aguas subterráneas son un campo con muchos subcampos especializados. Los libros deben estar escritos por autores con conocimientos profundos para que la información sea precisa y accesible. El conocimiento y la comprensión profunda provienen de una síntesis mediante la cual cientos o miles de artículos dispersos en la literatura sobre cada tema son revisados por expertos que convierten el conocimiento en libros.

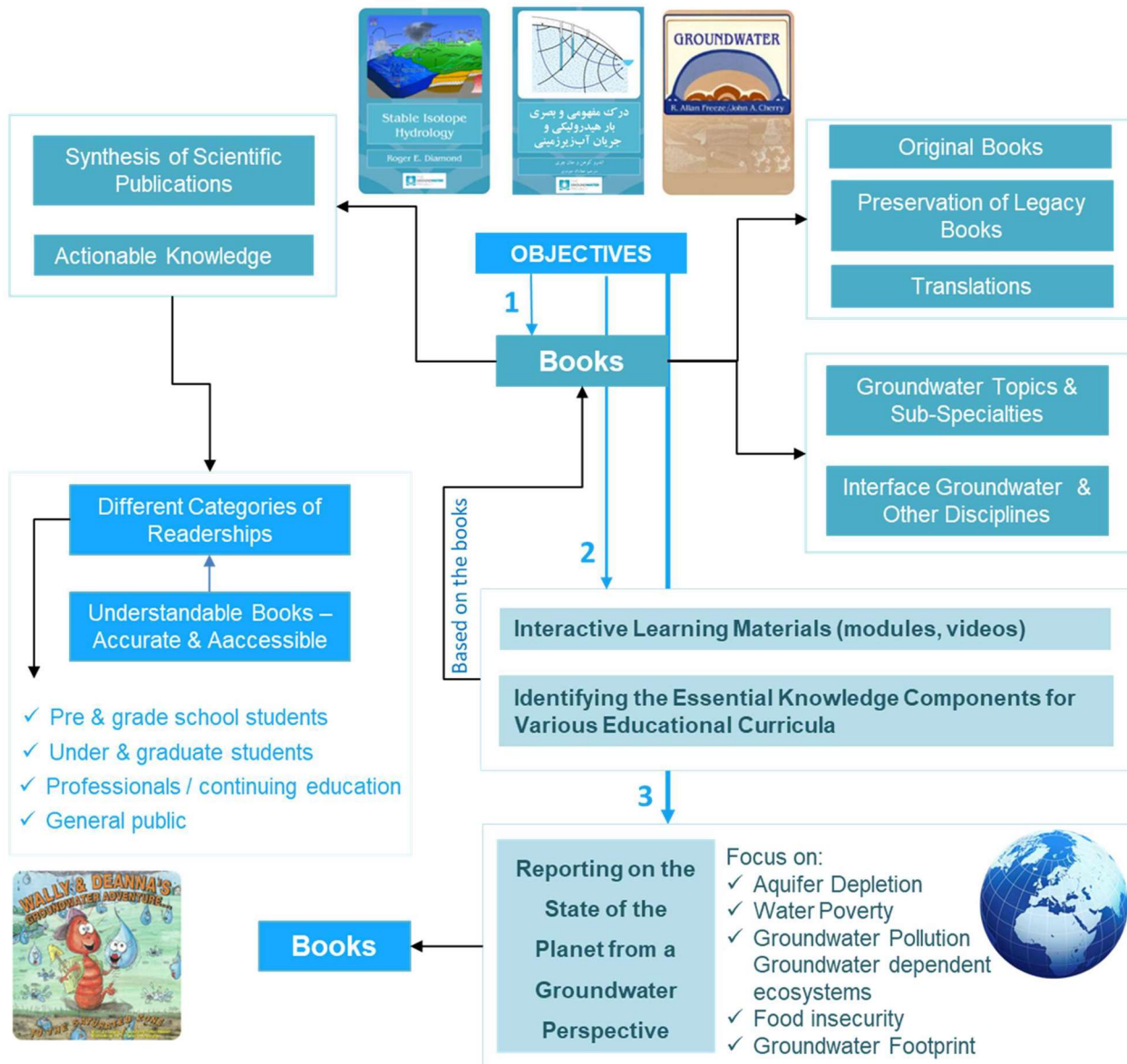
Quienes sinteticen investigaciones deben tener un conocimiento excepcional del tema mediante una amplia experiencia laboral y/o de investigación. Para que el conocimiento sintetizado sea comprensible para el bien común, debe redactarse en diferentes versiones, comprensibles para quienes se encuentran en las diferentes categorías de lectores. Estos incluyen niños pequeños, estudiantes de primaria, estudiantes de secundaria, estudiantes universitarios de pregrado y posgrado, profesores, el público y profesionales del agua y el medio ambiente educados en disciplinas distintas a hidrogeología. Además, se necesitan libros que proporcionen conocimientos sintetizados especializados a los profesionales de las aguas subterráneas. Los libros para estudiantes de secundaria deben ser menos exigentes que los libros para estudiantes universitarios, pero la simplificación debe evitar representaciones erróneas o engañosas inadvertidas. La síntesis es mucho más desafiante que la redacción de artículos especializados para revistas científicas y es por eso que los libros sintetizados sobre agua subterránea publicados por editoriales comerciales son raros.

The Groundwater Project

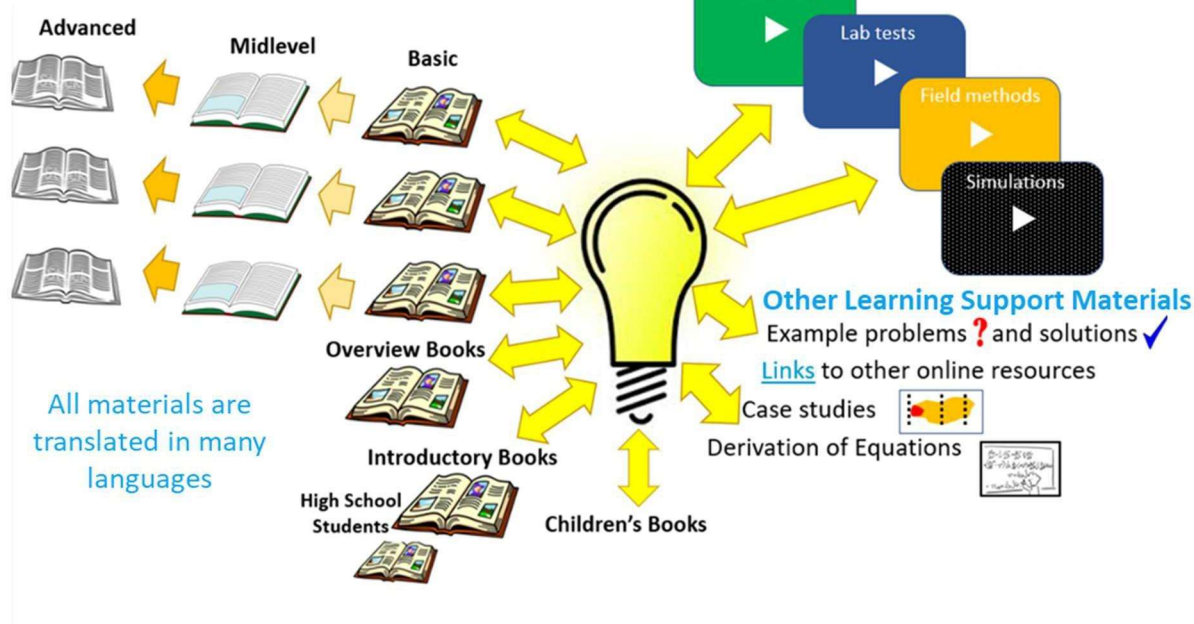
Mission | Making Groundwater Understandable.

Vision | Build the human capacity for sustainable development and management of groundwater.

Philosophy | Groundwater knowledge should be free and should be used to manage the water crisis.



GW-Project Books on Many Topics, Different Categories and 3 Levels of Treatment



EL AGUA SUBTERRÁNEA Y SUS INTERFACES CON OTROS ENTORNOS Y DISCIPLINAS

Muchos de los efectos secundarios nocivos de las prácticas humanas en las aguas subterráneas no se reconocen como tales. Un objetivo del Proyecto Groundwater es darlos a conocer ampliamente y demostrar cómo el agua subterránea sirve a la humanidad al permitir que nuestra sociedad moderna e insostenible funcione mientras consumimos y degradamos el agua subterránea. Esto debe entenderse como una base para las correcciones necesarias encaminadas a la sostenibilidad. Una pregunta importante es: ¿cómo podemos anticipar mejor los efectos dañinos y aplicar el principio de precaución durante la creciente demanda de aguas subterráneas y el cambio climático?

Para cubrir los conocimientos más importantes sobre el agua subterránea para la sociedad, se necesitan cientos de libros porque hay muchas manifestaciones diferentes del agua subterránea y sus problemas dependiendo de las combinaciones de geología, topografía, clima y etapa de industrialización. Además, los formuladores de políticas y tomadores de decisiones que están determinando el destino de la humanidad y del planeta necesitan conocer las funciones y la importancia de las aguas subterráneas en relación con las muchas maneras en que se ven impactadas por el bienestar humano o lo apoyan, como la alimentación, la reducción de la pobreza, energía, bosques, humedales y sistemas ecológicos, que son las interfaces del agua subterránea con lo que importa.

Inicialmente, el proyecto Groundwater se centró en el ámbito tradicional de la ciencia de las aguas subterráneas. Ahora bien, para que el agua subterránea sea relevante y comprendida más allá de la comunidad de aguas subterráneas (es decir, las y los hidrogeólogos profesionales), hay muchos libros en las interfaces, por ejemplo:



- 💧 El sistema alimentario globalizado, que se ha vuelto dependiente del agua subterránea de maneras que promueven una inestabilidad política extrema a medida que el agua para riego disminuye y el suelo desaparece.
- 💧 Las muchas formas de pobreza hídrica, en las que la escasez de agua o el exceso de contaminación son las principales causas del sufrimiento humano.
- 💧 La calidad del agua subterránea, que causa enfermedades humanas debido a la contaminación fecal pero también a químicos naturales como el arsénico y las crecientes combinaciones de químicos industriales.
- 💧 Actividades mineras, todas las cuales tienen impactos en las aguas subterráneas durante la minería y, lo más importante, durante siglos después del cierre de las minas. ¿Qué significa “minería responsable”?
- 💧 Todas las formas de producción de energía (incluidas la solar y la eólica) tienen impactos en las aguas subterráneas a través del uso del agua y la contaminación durante la fabricación y las operaciones de los componentes (por ejemplo, ¿cuánto daño a las aguas subterráneas causa la fabricación de vehículos eléctricos?).
- 💧 Los residuos municipales, donde enormes cantidades terminan en vertederos y casi todos los vertederos se filtran, ahora o en el futuro, para causar contaminación de las aguas subterráneas,
- 💧 Las implicaciones del pico de agua y la disminución desde el pico, incluidos los vínculos con el agua subterránea y los impactos esperados en tantos aspectos del bienestar humano y la estabilidad social.
- 💧 La biodiversidad, que está disminuyendo debido a la sequía de humedales, estanques y ríos debido a la extracción excesiva de aguas subterráneas y a la contaminación; la mayoría de los humedales, arroyos y ríos estarían secos gran parte del año sin el sustento del agua subterránea.
- 💧 Arqueología e historia del papel de las aguas subterráneas en el colapso de varias

civilizaciones.

OBJETIVOS DEL PROYECTO GROUNDWATER EN SU VISIÓN AMPLIADA

Los tres objetivos de la visión ampliada del Proyecto GW:

1) Creación de libros y materiales de aprendizaje relacionados:

Este es el objetivo inicial del Proyecto Groundwater y es un impulso continuo. Es decir, crear libros revisados por pares, descargables y gratuitos en un amplio ámbito con un esfuerzo ampliado para incluir materiales para países en desarrollo y comunidades indígenas con mayor énfasis en materiales de aprendizaje interactivos para todos los intereses. Esto incluye estudios de casos y libros de métodos de campo destinados a transferir la experiencia de las generaciones mayores a las generaciones más jóvenes. También incluye libros para partes interesadas, como propietarios y perforadores de pozos privados en países desarrollados y en desarrollo, especialmente donde hay pobreza hídrica rural, y libros para organizaciones de salud pública que en casi todas partes necesitan comprender mejor la naturaleza y los riesgos de los pozos privados, los pequeños pozos comunitarios y protocolos de muestreo. Todos los libros son intensamente revisados por pares. Avance hasta la fecha:

- 💧 50 libros originales publicados, 30 a punto de publicarse, 150 en proceso y más en proceso de identificación.
- 💧 alta credibilidad: expertos destacados de >30 países, > 50% de los libros completados incluyen autores con premios y honores profesionales.
- 💧 25 libros "clásicos" conservados de valor duradero, en su mayoría de más de dos décadas de antigüedad,
- 💧 Se completaron 60 traducciones de libros, algunos libros a 15 idiomas, 175 traducciones, incluidos un total de 54 idiomas.
- 💧 >1000 voluntarios: de 70 países, 283 autores, 406 traductores, 287 revisores, >50 otros voluntarios, incluidos asesores y facilitadores.
- 💧 >270.000 descargas de libros en formato PDF en 178 países y >750.000 lecturas de libros en la web.
- 💧 Muchos pequeños donantes, incluidas 31 empresas, 3 universidades y más de 250 donaciones individuales.

2) Identificación de los componentes esenciales del conocimiento para diversos planes de estudio educativos: El objetivo es integrar adecuadamente la ciencia de las aguas subterráneas en la educación a todos los niveles. Del inmenso conocimiento en el repositorio de libros del Proyecto Groundwater, necesitamos identificar y aumentar la

3) accesibilidad de los elementos esenciales como bloques de construcción para una variedad de planes de estudio, incluidos

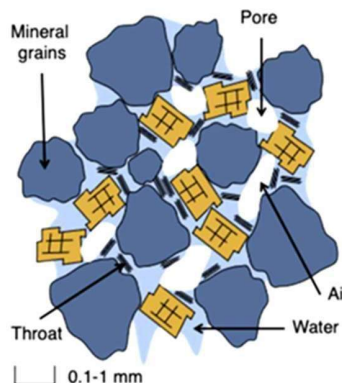
4) educación profesional a nivel de maestría en universidades, nivel secundario y primario, y, de manera importante, educación profesional continua. Es necesario identificar los hechos, conceptos, procesos y software que son esenciales para cada categoría educativa, ubicarlos entre los libros del Proyecto Groundwater y luego organizarlos para que sean accesibles.

The Groundwater Project aims at enhancing spatial thinking and conceptualizing

- ✓ through 2-D & 3-D visualizations – high quality original illustrations in books.
- ✓ conceptual models.
- ✓ experiential learning through interactive computer simulations.
- ✓ all integrated in short self learning multimedia interactive modules



To convert book knowledge into actionable learning



5) Informes sobre el estado del planeta desde la perspectiva de las aguas subterráneas:

El Proyecto Groundwater se está expandiendo a libros sobre el estado del planeta desde la perspectiva de las aguas subterráneas para incluir el agotamiento, los alimentos, la pobreza, la contaminación y los ecosistemas que dependen de las aguas subterráneas. Estos libros, junto con videoconferencias relacionadas y herramientas de aprendizaje interactivas, están dirigidos al mayor número posible de lectores, incluidos políticos, administradores y formuladores de políticas del agua, grupos ambientalistas de interés público, organizaciones de investigación y pobreza hídrica. Se encuentran disponibles planes para lograr las reducciones deseadas de gases de efecto invernadero antropogénicos, como Drawdown, The Most Comprehensive Plan Ever to Reverse Global Warming (Paul Hawken, Editor, 2017). Sin embargo, no existe tal libro para la crisis del agua. El Proyecto Groundwater preparará un libro de este tipo como propuesta para revertir la trayectoria del agua dulce hacia el desastre. Esto es necesario porque, en caso de sequía, el agua subterránea suele ser la única disponible y, por lo tanto, es fundamental para las soluciones, y porque otras organizaciones carecen de la masa crítica de agua subterránea y de la experiencia relacionada para esta tarea con una perspectiva global.

RESUMEN Y APOYO FINANCIERO REQUERIDO

La crisis mundial del agua es esencialmente una crisis de cantidad de agua subterránea que impacta la alimentación y la pobreza junto con una crisis de calidad del agua en torno a la salud humana y los sistemas ecológicos. Implica a dos tercios de la humanidad, que ahora o pronto se verán afectados por algún tipo de sufrimiento relacionado con el agua, que empeorará con el crecimiento demográfico y el cambio climático. No es posible escapar de la pobreza sin agua potable y accesible. El sufrimiento por el agua seguirá causando conflictos e inestabilidad social, especialmente a medida que la población mundial crezca en más de mil millones de personas hasta alcanzar el pico de población. Se espera que los impactos de la crisis del agua alcancen umbrales críticos antes que los de las emisiones de gases de efecto invernadero, aunque esto ha recibido poca atención. Los responsables de las políticas deben asignar la atención y la financiación adecuadas al agua para revertir la desastrosa trayectoria actual del agua dulce.

En un mundo donde cientos de millones de pozos satisfacen las necesidades básicas de agua potable, producción de alimentos e industria, es una experiencia casi universal que la gestión vertical del agua subterránea no funciona porque la mayoría de los pozos son de propiedad

privada, lo que transmite una sensación de propiedad del agua. La gestión de las aguas subterráneas exige la participación activa de las distintas partes interesadas y requiere paciencia, perseverancia y buena voluntad para construir un consenso para la acción colectiva (Banco Mundial, 2022). Para ello, es esencial que todas las partes interesadas comprendan mejor las aguas subterráneas, que es el objetivo general del Proyecto Groundwater.

Con los tres objetivos (visión ampliada), las metas del Proyecto Groundwater son aliviar las dos limitaciones de capacidad más críticas: 1) la falta de profesionales de aguas subterráneas y otros profesionales con la formación adecuada en los países desarrollados y en desarrollo para abordar las aguas subterráneas y los problemas relacionados, y 2) la falta de un público y partes interesadas suficientemente informados para defender lo que se necesita para tomar decisiones locales informadas (e influir en las políticas).

El apoyo financiero para el Proyecto Groundwater proviene principalmente de la comunidad de aguas subterráneas, casi todo en pequeñas donaciones; sin embargo, ahora se necesita con urgencia mucho más apoyo financiero y voluntario, especialmente de fuera de esta comunidad. El Proyecto Groundwater necesita un apoyo financiero anual constante para planificar y gestionar esta empresa filantrópica global basada en voluntarios en constante expansión. Se necesita apoyo financiero específico para:

- Ampliar la capacidad (personal, contratistas independientes) para aumentar la producción anual de libros (actualmente tenemos una cartera de pedidos creciente).
- Ampliar la capacidad para participar en asociaciones de trabajo (por ejemplo, con ONG con ideas afines en América del Norte, Europa, América del Sur, África, Australia y Asia, y colaboraciones con instituciones educativas sobre métodos innovadores adaptados al contexto local/regional).
- Ampliar el apoyo necesario en pensamiento espacial y conceptualización para libros (creadores de contenido creativo, asistencia con simulaciones y otras animaciones de aclaración de contenido).
- Diseñar y evaluar materiales de aprendizaje experiencial que requieran el apoyo de expertos independientes en el tema de la creación de módulos de aprendizaje efectivos y apoyo con la producción de videos cortos.
- Participar en importantes conferencias y talleres con el propósito de participar activamente y ampliar el alcance del Proyecto Groundwater.
- Organizar demostraciones de campo y desarrollar estrategias para las necesidades de los países en desarrollo y los pueblos indígenas (por ejemplo, talleres sobre el concepto de pequeños pozos con recolección de agua de lluvia y uso efectivo del agua y el suelo en la agricultura familiar).

El Proyecto Groundwater opera virtualmente, dirigido por un equipo de gestión y una Junta con equipos asesores sin ejecutivos remunerados. La Junta se reúne virtualmente mensualmente. El Proyecto Groundwater paga a cuatro empleados de tiempo completo a través de la Universidad de Guelph (el personal es empleado por la Universidad de Guelph con fondos recaudados por el Proyecto Groundwater). Los miembros de la junta y el personal (gerente de proyecto) se comunican casi a diario por correo electrónico y/o virtualmente. El Proyecto Groundwater contrata personal independiente para formatear, editar, diseñar gráficos y simulaciones por computadora. Este modelo permite un uso eficiente y eficaz de los fondos.

ACERCA DE JOHN CHERRY Y LA JUNTA DIRECTIVA DEL PROYECTO DE AGUA SUBTERRÁNEA

John Cherry, líder del Proyecto Groundwater, es hidrogeólogo canadiense; Miembro de la Real Sociedad de Canadá; Miembro extranjero de la Academia Nacional de Ingeniería de EE. UU.; ganador del Premio del Agua de Estocolmo (2020) y del Premio del Agua Lee Kwan Yew (Singapur) (2016).

Junta Directiva: John Cherry, Canadá (Presidente); Shafick Adams, Sudáfrica; Gabriel Eckstein, Estados Unidos; Richard Jackson, Canadá; Ineke Kalwij, Canadá; Renée Martin-Nagle, Estados Unidos; Everton de Oliveira, Brasil; Marco Petitta, Italia; Eileen Poeter, Estados Unidos.

LISTA DE LIBROS DISPONIBLES DEL PROYECTO GROUNDWATER

Se encuentra disponible una lista actualizada de los libros: (i) ya publicados y disponibles gratuitamente en línea en <http://gw-project.org>; (ii) libros casi listos para su publicación; (iii) aquellos en preparación; (iv) otros libros previstos; y (v) traducciones de libros.

PUBLICACIONES RELEVANTES

1. Alley, William, and Alley, R. (2017). High and Dry: Meeting the Challenge of the World's Growing Dependence on Groundwater, Yale University Press, 294 pages.
2. Barth, J. A. C., Geist, J. A., & Cherry, J. A. (2023). Integrate strategies to save biodiversity and groundwater. Nature, Correspondence, January. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00216-9>.
3. Cherry, J. A. (2022). The missing educational curriculum [Guest Editorial]. Groundwater, 61, 1:12. <https://doi.org/10.1111/gwat.13232>.
4. Cherry, J. A. (2022). The Groundwater Project as knowledge philanthropy. AWRA, 4, 22-24.
5. Cherry, J. A. (2020). The democratization of groundwater knowledge [Guest Editorial]. Groundwater, 58(5), 682-683. <https://doi.org/10.1111/gwat.13029>.
6. Dineen, J. (2022). Most big coastal cities have areas sinking faster than sea level rise. New Scientist. <https://www.newscientist.com/article/2338652-most-big-coastal-cities-have-areas-sinking-faster-than-sea-level-rise/>.
7. Gleick, P. H., and Palaniappan M. (2010). Peak water limits to freshwater withdrawal and use. PNAS, 107(25), 11155-11162. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004812107>.
8. Gleick, Peter, H. et al. (2014, 2018). The World's Water, V. 8 and 9, The Biennial Reports on Freshwater Resources, Pacific Institute. Oakland, CA, 475 p, 260 p.
9. International Association of Hydrogeologists. (2015). Food security and groundwater, Strategic Overview Series, 6 pages. <https://iah.org/wp-content/uploads/2015/11/IAH-Food-Security-Groundwater-Nov-2015.pdf>.
10. McDermid, Sonali, 36 others (2023). Irrigation in the earth system, Nature Reviews, Earth and Envir. DOI:10.1038/s43017-023-00438-5.
11. Murphy, H., Prioleau, M., & Borchardt, M. (2017). Epidemiological evidence of groundwater contribution to global enteric disease, 1948–2015, Hydrogeology, 25, 981-1001. <https://doi.org/10.1007/s10040-017-1543-y>.
12. Ravenscroft, P., & Lytton, L. (2022). Seeing the Invisible: A Strategic Report on Groundwater Quality, © Washington, DC: World Bank. 94 pages. <http://hdl.handle.net/10986/37197>.
13. Stewart, I.G., Cherry, J. and Harding, M. (2021). Groundwater Contamination Science and the Precautionary Principle. In Abrunhosa, M. et al. (2021). Advances in Geoethics and Groundwater Management: Theory and Practice for a Sustainable Development. Cham, SU: Springer Nature. pp. 17-21.
14. UNESCO (2021). The Role of Sound Groundwater Resources Management and Governance to Achieve Water Security (GWSI Series-No. 3, UNESCO Publishing, Paris, 279 pages.
15. Wood, W. W., & Cherry, J. A. (2021). Food insecurity and inaccurate quantification of groundwater irrigation use [Editorial], Groundwater, 59(6), 782-783. <https://doi.org/10.1111/gwat.13122>.
16. Wood, W. W., & Hyndman, D. (2018). Sea level rise cut in half? [Editorial], Groundwater, 56(6), 845. <https://doi.org/10.1111/gwat.12821>.
17. World Bank (2023). The hidden wealth of nations: Economics of groundwater in times of climate change, 30 pages.
18. Cherry, J.A., and Parker, B.L. (2017). Creating small-capacity, low-cost, safe water wells in bedrock using small portable gasoline-powered rock drills, Oklahoma U Water Conference; also, related Pierce et al., GWMR (2018), vol. 38(1), 42-56.