

## CAMBIO CLIMÁTICO, AGUA SUBTERRÁNEA Y SU ENSEÑANZA EN LA GEOGRAFÍA\*

**Gonzalo HATCH-KURI**

Facultad de Filosofía y Letras

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO | Ciudad de México, México

Contacto: [gonzalohatch@filos.unam.mx](mailto:gonzalohatch@filos.unam.mx)

### Introducción

**E**n diciembre de 2021 concluyó la COP 26 “Acción y Solidaridad – La Década Crítica” en Glasgow, Reino Unido, donde estuvieron presentes más de 195 países adheridos a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Especialistas como Arora y Mishra (2021) aseguran que los acuerdos alcanzados fueron débiles para lograr la meta de cero emisiones de carbono para evitar rebasar el tope de 1.5° C de aumento de la temperatura global antes de 2050. Esto es desalentador para muchos activistas ambientales, académicos y comunidades comprometidas con el combate al cambio climático. A pesar del cúmulo de evidencias científicas que indican que el mundo experimenta una variabilidad hidrometeorológica extrema asociada al cambio climático, el tema continúa abordándose con respuestas vinculadas a políticas públicas y privadas reactivas y menos preventivas. Así, no podríamos estar más de acuerdo con la conclusión de periodistas de investigación científica como Naomi Klein (2015), quien confronta nuestra forma civilizatoria impuesta a la imagen propia del capitalismo moderno, la cual produce sociedades consumistas y predatoras de la naturaleza; de ahí la fragilidad de los compromisos para combatir el cambio climático.

En este polémico debate, si bien está implícita la denominada “crisis del agua”, a esta se le jerarquiza en niveles inferiores dentro del diseño de políticas públicas para la adaptación o resiliencia al cambio climático, muchas veces en un sentido estrictamente técnico concerniente al quehacer de la ingeniería hidráulica

\* Una primera versión breve de la presente contribución fue publicada previamente de agosto de 2022 en la Revista de la Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

y opacado por debates más politizados como la transición a las energías verdes o limpias, tal como se apreciará en la presente contribución.<sup>1</sup> Esto ocurre a pesar de que se reconocen las manifestaciones negativas del cambio climático en las latitudes equinocciales como la modificación de los patrones del comportamiento del ciclo hidrológico, con efectos locales como las sequías extraordinarias o, en su caso, abundantes precipitaciones en pocos días dentro del período de la estación húmeda. Esto provoca un clima cada día más extremo con implicaciones directas a la salud humana. También, la opinión pública ha documentado los estragos ocasionados por el ascenso crítico a 1.5° C de temperatura global durante las estaciones invernales y veraniegas, con temperaturas extremas en las latitudes medias de la Tierra y con climas templados y mediterráneos. Esto ejerce una enorme presión sobre los sistemas energéticos locales y regionales y cuestiona, incluso, la propia viabilidad de la transición energética.

En la geografía, la tradición de pensamiento “ser humano-tierra” constituye un campo de acción para profundizar en el abordaje de los problemas ambientales como los que atañen al agua. Partimos de que, en el proceso de la construcción de nuestro espacio y territorio, el agua ahora es objeto de una compleja mediación científico-técnica e informacional que ha resultado en la producción de diferentes tipos de *agua(s)*, coexistiendo todas en el espacio-tiempo y a diferentes escalas. Por ello, su análisis e interpretación exige más que una descripción formal de unidades como la cuenca hidrográfica o los acuíferos (Hatch-Kuri, 2021). El agua, en este sentido, refleja contradicciones, internaliza conflictos o refleja la cooperación de nuestras sociedades modernas en el espacio-tiempo.

Justamente, un tipo de agua compleja refiere a la producción técnica del agua subterránea o, dicho de otro modo, su extracción mediada por bombeo mecanizado. Esta fuente de abastecimiento equivale al 97 % del agua dulce continental físicamente disponible. Su aprovechamiento es *in situ* y es cada día menos costoso producirla o extraerla por medio del bombeo; además, si se compara con las aguas superficiales altamente contaminadas, el agua resultante posee una calidad superior. Hay que recordar que el propio Banco Mundial estimaba, en 2013, que cerca del 70% de las aguas residuales en

<sup>1</sup> Asumimos que la “crisis del agua” se refiere a las débiles capacidades institucionales, presupuestos limitados y un conjunto de decisiones adecuadas que aseguren el éxito de los arreglos institucionales y normativos del sector hídrico de una sociedad o país determinado.

América Latina regresan a los ecosistemas y cuerpos superficiales sin tratamiento previo alguno. Este es un indicador del grado de presión que existe sobre el agua subterránea para producir agua barata, cercana al punto de consumo y de calidad aceptable.

Por lo anterior, esta agua constituye el principal insumo para actividades como la agricultura, la industria y la dotación y suministro de agua potable en las ciudades. Cabría entonces cuestionarse en qué medida es estratégica su protección y conservación, considerando que es un elemento del ciclo hidrológico extremadamente vulnerable al cambio climático. Se observa que, además, éste es un tema que implica un cambio radical en los programas educativos desde el nivel básico hasta el superior para que incluyan nueva información en dos vertientes. La primera, dentro del dominio de la hidrogeología, es un lenguaje acorde al nivel educativo que instruya propiamente sobre las características de la fase subterránea y su interacción con diversos componentes del ambiente tales como el suelo, vegetación, geomorfología, entre otros. En un segundo orden, mucho más próximo a las ciencias sociales como la geografía y la ecología política, marcos de análisis apropiados para comprender la lógica y dinámica social en el proceso de la producción de los diferentes tipos de *agua(s)* —residuales, tratadas, congénitas, potables, etcétera.

En esta contribución se esboza, brevemente, una experiencia relacionada con la formulación de un instrumento de política pública en materia regulatoria que puede considerarse como un elemento que abona a la lucha contra el cambio climático. Este texto se desprendió a propósito de la publicación y divulgación de una propuesta académica y universitaria para regular el agua subterránea en México en 2017 que, a partir de los principios de alerta temprana, el rendimiento sostenible y sustentable, tiene por objetivo dotar al Estado de mayores controles sobre el bombeo de agua subterránea, evitando acentuar su degradación ambiental y vulnerabilidad. Los aprendizajes obtenidos de esta experiencia tienen el potencial de constituirse en una oportunidad para reformular los cauces problematizadores empleados típicamente para abordar el estudio del agua en el seno de nuestra disciplina, la geografía, con repercusión directa en áreas temáticas como la hidrografía, la geografía ambiental y la geografía política.

## **La política de conservación ambiental del agua subterránea en México**

Desde hace más de una década, se registra que más de 3,600 millones de habitantes se abastecen de agua potable a partir del bombeo de agua subterránea y que los sectores que más la demandan son la irrigación (67 %) y la industria (11%), por su calidad y cantidad relativamente estable y buena (UN Water, 2014). El agua subterránea es un elemento sustancial para la reproducción de la vida que incluye los ecosistemas; es el pilar de nuestra seguridad alimentaria y, por supuesto, de la reproducción societaria en su conjunto. En México, la autoridad federal en la materia, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), afirma que la magnitud de la importancia del agua subterránea se refleja en sus volúmenes concesionados. Partiendo de los usos agrupados consuntivos por fuente, esta tiene un peso preponderante en los sectores público-urbano (58.4%) e industrial (50.7%), mientras que el agrícola consume el 36.4% (CONAGUA, 2018).

Por mínimo que sea el aumento de la temperatura a escala global, las alteraciones al ciclo hidrológico están impactando los regímenes de precipitación y afectando en lo inmediato los patrones de comportamiento de los procesos asociados a la recarga o infiltración del agua en las porciones continentales, así como a los procesos de descarga en cuerpos superficiales como manantiales, ríos o arroyos —flujo base—, que terminan ocasionando desertificación y la degradación de los ecosistemas, como por ejemplo, la desaparición alarmante de los humedales. A esto, se debe agregar lo que especialistas advierten sobre la gravedad de la contaminación en el agua subterránea que tiene lugar, sobre todo, en los espacios rurales debido al uso cada día más intensivo de agrotóxicos y el sobreconcesionamiento, que termina por agudizar los procesos de subsidencia en el suelo (Zekster y Everett, 2004). En trabajos previos con un enfoque hidrogeológico, se ha documentado que la actual gestión y administración del agua subterránea en muchas partes del mundo ha ocasionado problemas como los citados en contextos rurales, privando así un sistema de desigualdad en su apropiación, acceso, distribución y uso, en el cual México no se queda atrás (Carrillo-Rivera *et al.*, 2017).

Ahora bien, es incuestionable el consenso de especialistas en hidrogeología sobre el daño que ocasiona el aumento de la temperatura sobre el comportamiento del ciclo hidrológico en su fase subterránea. Otro elemento adicional de preocupación es el incremento en la disminución del volumen de agua accesible con calidad

aceptable para el consumo humano y que puede calificarse como alarmante. Al respecto, Döll *et al.* (2014) concluyeron, con base en evidencia, que, en un período de 40 años, comprendido entre 1960 y 2000 disminuyó el volumen de agua subterránea en territorio nacional en 2.02 km<sup>3</sup>/año, mientras que, sólo en la primera década del presente siglo, ese valor se incrementó en más de 150% alcanzando 3.21 km<sup>3</sup>/año. Peor aún, el citado estudio determinó que en los Estados Unidos hubo un comportamiento más crítico pues, en el mismo período de 40 años, la disminución se estimó en 10.66 km<sup>3</sup>/año y, de 2000 a 2009, rebasó el 200% llegando a 23.47 km<sup>3</sup>/año. Debe recordarse que ambos países son socios comerciales, siendo la agricultura, la industria alimentaria —bebidas—, y la minería los principales activos que fluyen en el comercio regional dentro del tratado. En estas industrias, el concesionamiento del agua subterránea ha sido una pieza estratégica, como se determinó en el estudio de Talledos *et al.*, (2020), quienes encontraron que inversiones extranjeras directas en México, como la industria cervecera, refresquera y ensambladora de automóviles, dependen de esta agua para la manufactura final.

De esta manera, un componente del problema que, en apariencia, rebasaría el dominio hidrogeológico, corresponde a los mecanismos sociales en sus dimensiones geográficas, históricas, jurídicas y culturales, los cuales, al combinarse, han favorecido la extracción irracional del agua subterránea previamente documentada, con efectos directos sobre la propiedad privada de la tierra y de la infraestructura destinada para la extracción del agua —propiedad hidráulica individualizada o pozo—, el reconocimiento de los derechos inherentes creados por el bombeo, entre otros.

Vale la pena destacar las dimensiones jurídicas y territoriales de la extracción del agua subterránea en México, mismas que son de particular interés para un emergente campo de conocimiento de la geografía, denominado por algunos geógrafos latinoamericanos como la geografía política del agua (Ribeiro, 2008). En el terreno de lo jurídico, la Constitución Política, en el Artículo 27, párrafo quinto, determina que el agua subterránea es de “libre alumbramiento”, concepto presente en disposiciones anteriores a 1917 y que indica que el agua pertenece a quien obra sobre ella. Debido a la introducción de la bomba mecanizada a inicios del siglo pasado, la ampliación de la red eléctrica y el avance de la presencia de la industria de la perforación de hidrocarburos, actividades como la irrigación y la producción de agua potable para las ciudades locales configuraron conflictos por los efectivos negativos asociados a un

bombeo indiscriminado en más de 20,000 pozos antes de 1950, como quedó documentado en el estudio de Wolfe (2014) en el caso específico de la Comarca Lagunera.

Por lo anterior, fue hasta 1948 cuando el presidente en turno, Miguel Alemán Valdés (1946-1952), emitió una breve reglamentación para el caso específico del agua subterránea —compuesta de quince artículos—, donde buscaba combatir los efectos de la figura legal del libre alumbramiento a través de la utilidad pública, equivalente a una expropiación, para vedar el territorio y restringir la extracción como medida de conservación ambiental (DOF, 1948). Una década más tarde, se publicó una enmienda a esta disposición, la cual puede considerarse la primera Ley de Agua Subterránea en México con características modernas: “Ley Reglamentaria del párrafo quinto del Artículo 27 constitucional en Materia de Aguas del Subsuelo”, la cual, en 70 artículos, estableció medidas mucho más técnicas para controlar la proliferación de pozos y la extracción desmedida de agua, facultando para ello a la Secretaría de Recursos Hidráulicos (Carbajal-Ramírez, 1967). En trabajos previos (Hatch-Kuri *et al.*, 2021), se determinó que el territorio nacional desde 1948 fue vedado a través de polígonos irregulares que no obedecían estrictamente a patrones hidrogeológicos. Esto se debió, posiblemente, a que, al ser ésta una ciencia recién institucionalizada, los conocimientos con los que contaban los ingenieros hidráulicos de la extinta Secretaría de Recursos Hidráulicos eran limitados; por ello, optaron por vedar el territorio a partir de polígonos delimitados con criterios políticos, frecuentemente asociados a los grandes proyectos nacionales de los presidentes en turno.

Ciertamente, estas medidas fueron insuficientes para evitar la disminución del agua subterránea, incluso en 1992 cuando se modernizó el marco legal del agua en México vigente en la actualidad. La inserción del paradigma técnico y político de la Cuenca Hidrológica, inspirada en figuras como la Autoridad del Valle de Tennessee, en Estados Unidos, subsumió al agua subterránea a un nivel de menor jerarquía respecto a la importancia de modernizar otros aspectos como la descentralización del sector hídrico para hacer más eficiente el sistema de otorgamiento de concesiones y cobro de derechos fiscales, entre otros (Domínguez, 2021).

Se debe reconocer que, si bien existen robustos marcos legales e institucionales posteriores a 1992 para adoptar enfoques de prevención y resiliencia frente a los efectos del cambio climático —como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la Ley General de Cambio Climático, el Instituto Nacional

de Ecología y Cambio Climático y el Programa Especial de Cambio Climático—, todos actúan marginalmente respecto a la protección y conservación del agua subterránea como fuente abastecimiento crítica para nuestro el bienestar social.

### **La propuesta académica de regulación del agua subterránea en 2017**

Dentro del contexto de lo que señala el artículo 4to Constitucional, que en su tercero transitorio mandata al H. Congreso de la Unión a expedir una Ley General de Aguas, un grupo de trabajo académico e interdisciplinario (hidrogeología, geografía y derecho ambiental) adscrito a la UNAM, publicó en 2017 una propuesta académica para regular el agua subterránea. Su objetivo es la protección, preservación y control de la extracción del agua a partir del paradigma del funcionamiento sistémico de los flujos de agua en el subsuelo. De un total de 98 artículos, dos títulos, once capítulos y ocho transitorios, únicamente se destacarán por su relevancia, cuatro componentes que distinguen la propuesta (Carmona, et al., 2017).

El primer componente refiere a la inserción de términos hidrogeológicos actualizados. Vale la pena señalar únicamente dos conceptos críticos: primero, *acuífero*, definido ahora por sus particularidades geológicas, como su dimensión, espesor, dimensión y particularidades litológicas. Con esta definición se pretende sustituir a la vigente en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) que, de manera contundente, se le define como un polígono superficial delimitado por criterios político-administrativos o convencionales. El segundo término es *agua Subterránea* que se define como un sistema de flujo de agua en movimiento, ubicado jerarquizadamente dentro del acuífero, caracterizado por una edad o tiempo de residencia en este último. El concepto busca imprimir una imagen real de dinamismo hídrico, en contra de una visión estática o de almacenamiento —reservorio— a la que usualmente se le asocia; sin embargo, este término está ausente en la LAN.

Consideramos que el componente conceptual siempre es polémico porque refleja las controversias que se generan en el propio seno de las disciplinas que los enuncian, configurándose, a su vez, una especie de arena político-académica entre saberes altamente especializados. Dichos conceptos y metodologías, como *acuífero*, *agua subterránea*, *sistemas gravitacionales de flujo de agua subterránea*, etcétera, han sido objeto de intensas discusiones entre los hidrogeólogos en México. Conviene recordar

que la hidrogeología es una disciplina joven que data de la década de 1960, por lo que sus conocimientos todavía no son populares entre la sociedad; esto ocasiona que tenga un estatus de ciencia pura, como es el caso de la geografía. Además, en nuestro país no se registra todavía ninguna licenciatura en esta área, aunque recientemente la UNAM aprobó una especialidad en agua subterránea en la Facultad de Ingeniería, advirtiendo un perfil marcadamente técnico. Para la geografía, estos conceptos son claves porque legitiman los límites biofísicos de la organización política del agua en el territorio; de hecho, los problemas relacionados con la gestión y gobernanza del agua se incrustan en una incoherencia mayor entre los límites biofísicos, los límites administrativos y los límites sociales (Theesfeld, 2010).

El segundo componente alude a la creación de una nueva autoridad especializada en agua subterránea, es decir, el Servicio Hidrogeológico Nacional (SHN), instancia autónoma de gestión, dirección y programación, responsable de ejecutar programas para emitir, supervisar y validar información científica del agua subterránea. Una de sus tareas es la división biofísica del territorio a partir de los Sistemas de Flujo de Agua Subterránea con efectos directos sobre el sistema de derechos de agua —concesiones y asignaciones—, ejecutando acciones como el monitoreo de los patrones de aprovechamiento del agua y velando porque estos siempre sean sostenibles y sustentables. Esta Autoridad es estratégica para la conservación del ciclo hidrológico. A diferencia de lo sucedido con la reforma energética de 2013, la cual atribuyó a los concesionarios el estudio del impacto ambiental para la explotación de los hidrocarburos no convencionales, con el Servicio Hidrogeológico Nacional se evitaría la réplica del esquema energético, garantizando objetividad en la determinación de los daños ocasionados por bombeo de agua o sobreexplotación que vulnera los ecosistemas. Este componente suscitó un debate con la burocracia encargada de administrar el agua subterránea en la CONAGUA, así como con las asociaciones de profesiones de la hidrogeología en México, como el Capítulo Mexicano de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH) y la Asociación Geohidrológica Mexicana. Es posible que, para algunos de sus integrantes, la propuesta del SHN se interpretase como un atentado directo contra su estabilidad laboral y las prestigiosas carreras del servicio público en el sector hídrico del país.

El tercer componente, en tanto que regresa a la parte conceptual, refiere a las propias atribuciones del SHN para sancionar y suspender extracciones que perjudiquen al ambiente. Precisamente, la inserción del Principio de Alerta Temprana como criterio fundamental, que además está señalado en la Ley General del Cambio Climático de 2011, fundamenta la aplicación del concepto rendimiento sostenible y sustentable, criterio cuantitativo sobre la cantidad máxima de agua subterránea que puede ser extraída de un acuífero sin causar efectos adversos. Sin duda, éste es el componente que más rechazo produjo entre los concesionarios de agua que atendieron la propuesta. En junio de 2021, en un webinar de la Red del Agua, UNAM, en el que se analizaron los alcances de la Ley Sustentable del Agua Subterránea de California promulgada en 2014, los especialistas invitados afirmaron que un defecto del citado marco legal residía en la falta de una definición puntual del concepto sustentable, lo que a la postre, producía incertidumbre para definir un tope volumétrico a la tasa de extracción y bombeo del agua como medida e instrumento eficaz entre sus usuarios, evitando daños ambientales severos a los ecosistemas (Red del Agua de la UNAM, 2022). En contraste, la propuesta de Carmona *et al.*, (2017), introduce un concepto adecuado acerca del rendimiento sostenible, siendo éste uno de los elementos angulares del principio de alerta temprana para hacer frente a la extracción irracional del agua.

Debe recordarse que en la actualidad se desconoce, en gran medida, cuánta agua extraen algunos concesionarios, como el agrícola, en tiempo récord y si ese volumen es acorde con lo autorizado previamente por la CONAGUA. Finalmente, el cuarto componente refiere a una política para los acuíferos compartidos con los países limítrofes o transfronterizos, aspecto ausente hoy en día en la Ley de Aguas Nacionales. Se pretende con ello establecer medidas para el control de extracción, distribución y utilización de agua a partir de un uso equitativo y razonable, atendiendo los principios de soberanía, integridad territorial y desarrollo sustentable, para elevar al máximo los beneficios mutuos derivados del agua. En el fondo, se persigue el fortalecimiento de la cooperación entre instituciones diplomáticas como la Comisión Internacional de Límites y Aguas (Hatch-Kuri, 2018).

## **Difusión, debate y censura de la propuesta: haciendo lo invisible, visible**

Algunos especialistas en la gobernanza del agua subterránea sugieren que uno de los principales retos es transitar hacia un conocimiento mucho más sólido del ciclo hidrológico entre los concesionarios, usuarios e, incluso, funcionarios y académicos estudiosos del agua, aunque también con una incidencia fuerte en el sector educativo (Theesfled, 2010; Walsh, 2022). En ese sentido, la decisión de la UNESCO en 2021 para dedicar la conmemoración del Día Mundial del Agua (22 de marzo del 2022) a visibilizar y concientizar acerca de su vulnerabilidad ambiental, seguramente ha cimbrado a diferentes sociedades para discutir en lo inmediato los alcances de sus marcos legales respecto a su conservación efectiva.

Si tuviéramos que identificar el aprendizaje más significativo en la redacción, planteamiento y divulgación de la propuesta regulatoria del agua subterránea de 2017, este sería el tema relativo a la educación y los conocimientos previos indispensables para su análisis e inserción en el debate académico y público desarrollado en el contexto de la pertinencia de los instrumentos de política pública para el combate al cambio climático. Se reconoce que el nulo prestigio social de esta agua se debe, en gran medida, a que yace oculta en el subsuelo, pero también cuando es mediada por la tecnología, su caudal es conducido a través de un sistema complejo de tuberías conectadas a los pozos para su potabilización y posterior distribución en las ciudades, configurando así una idea de que este tema es más un asunto técnico que propiamente político. Este aspecto, por ejemplo, es poco abordado, fundamentado y explicado en los programas educativos básicos y profesionales que tratan el estudio del agua y su gestión ambiental, a pesar de que, en el último esquema del ciclo hidrológico publicado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos en 2022, se introduce para fines didácticos la presencia del ser humano en las relaciones económicas de aprovechamiento del agua en medios urbanos y rurales (U.S. Geological Service, 2022). Cabe destacar que hubo esfuerzos didácticos previos introducidos con la etiqueta *ciclo urbano del agua* y discutidos por geógrafos como Linton y Budds (2014).

Esta invisibilización de la enseñanza del agua subterránea en los programas educativos tiene, por supuesto, implicaciones directas en la configuración de la política y manejo del agua. Desde un punto de vista crítico, algunos especialistas del área de la antropología como Walsh (2022), señalan que el proceso de

invisibilización del agua subterránea ha sido un recurso político discursivo efectivo cuando se trata de revisar los alcances de los instrumentos jurídicos y de la política pública para la conservación del agua, enunciando así la falta de evidencias hidrogeológicas como argumento suficiente para sostener el *status quo* que se ha visto favorecido por dicho arreglo institucional para mantener los patrones de concentración de derechos creados en el espacio-tiempo sobre esta agua, coincidiendo así con la experiencia del caso chileno planteada en el Informe de Seguridad de hídrica en América Latina y El Caribe, de autoría de Humberto Peña (2016).

La propuesta académica para regular el agua subterránea en México aquí discutida, única en su tipo en América Latina desde la configuración de las políticas de corte neoliberal en la región latinoamericana, demoró alrededor de un año en redactarse y, con apoyo del Instituto de Geografía, UNAM fue publicada a mediados de 2017 (Carmona *et al*, 2017). La estrategia para su difusión se direccionó en dos sentidos: el primero consistió en dialogar con pares académicos y el segundo en insertarse dentro del debate promovido por la opinión pública relativo a la expedición pendiente de la Ley General de Aguas, como se mandató desde 2012 cuando México reconoció constitucionalmente el Derecho Humano al Agua y al Saneamiento. Para su difusión se participó en más de 25 actos o encuentros académicos, nacionales e internacionales de naturaleza pública y privada entre 2017 y 2019.

En el ámbito académico, la propuesta se presentó y discutió en diversos Seminarios, Coloquios, Conferencias Magistrales y Foros enfocados en la gestión y la gobernanza del agua. En febrero y mayo de 2017 se dictaron dos conferencias magistrales, la primera en la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la segunda en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, del Instituto Politécnico Nacional. En ese mismo año, en el mes de agosto, de manera decidida, el Centro de Investigaciones Sobre América del Norte de la UNAM apoyó la celebración y coordinación del Foro Internacional “Asimetrías en la Gestión y Regulación de Aguas Subterráneas en América del Norte: Hacia un esquema integrado en México”. Este evento académico de alto nivel incluyó también la impartición del Taller Internacional “Estrategias Regionales para el Manejo de Acuíferos Transfronterizos” coordinada por dos hidrogeólogos renombrados de Estados Unidos y Canadá. Más tarde, en abril de 2018, se atendió el Seminario de Posgrado “Funcionamiento del Agua Subterránea y Aguas Subterráneas Transfronterizas” en El Colegio de la Frontera Norte,

sede Monterrey en colaboración con la Universidad Autónoma de Nuevo León. En el mismo mes, se presentó la propuesta en el marco del v Congreso de la Red de Investigadores Sociales sobre Agua “Agua, Ciudades y Poder”, en las instalaciones de El Colegio de San Luis, en la ciudad de San Luis Potosí, México.

Cabe mencionar que la mayor parte del público que atendió a estos eventos, eran especialistas y estudiosos de los problemas del agua en México con interés particular en el riego, la economía del agua y los métodos de evaluación hidrogeológica. Por otro lado, el público estudiantil estuvo conformado por personas en las áreas de la ingeniería aplicada, como la hidráulica, la agronomía y pocos estudiantes del área de la geografía o disciplinas de las Ciencias de la Tierra. La constante siempre fue la recepción de cuestionamientos generales en torno al agua subterránea: *¿qué características tenía esta agua que la hacían tan vulnerable al cambio climático?, ¿cómo se medía o evaluaba su funcionamiento o relación con otros componentes ambientales y la naturaleza?, ¿cómo se configuró un sistema de derechos y concesiones a partir de un aprovechamiento irrestricto y sin control?* y, finalmente, *¿qué hacía el estado para organizar a sus concesionarios y hacer más “visible” su importancia en el contexto de la economía mexicana?* Responder a cada uno de estos cuestionamientos siempre supuso un reto; incluso, en frecuentes ocasiones requería *expertises* y una comprensión profunda de las dinámicas técnicas, sociales y económicas que implican el uso de esta agua.

También es menester decir que se recibieron críticas especializadas, sobre todo aquellas provenientes de expertos hidrogeólogos de otras latitudes, aunque, al mismo tiempo, la propuesta fue objeto de señalamientos un tanto injustos de parte de científicos sociales y de los sectores ambientalistas. Verbigracia, dos señalamientos provenientes de especialistas de ciencias sociales de la UNAM destacaron en ese sentido. El primero sucedió dentro del contexto del v Congreso de la Red de Investigadores Sociales del Agua (RISSA) en abril de 2018, donde se sugirió que la propuesta había sido financiada por el Banco Mundial, por lo que era evidente que éste defendía “intereses ocultos” asociados al gran capital transnacional. En el segundo, producto de un intercambio epistolar personal, se acusó que la propuesta había sido redactada obedeciendo a intereses privados para conseguir un alineamiento con los “intereses geopolíticos estadounidenses para privatizar el agua en México”, debido a que se pretendía la homologación de las metodologías hidrogeológicas practicadas en los Estados Unidos y que, debido a las reformas promovidas para el sector energético en

consonancia con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte durante el sexenio de los expresidentes Felipe Calderón Hinojosa (2006-2012) y Enrique Peña Nieto (2012-2018), seguramente se operaría en ese esquema para asegurar el acceso irrestricto a los recursos hídricos mexicanos. De este segundo señalamiento, debe decirse que, en la literatura especializada en el análisis de la política pública y regulatoria del agua en México (Aboites, 1998; Denton Navarrete, 2006 y Domínguez, 2021), se reconocen que los procesos de transferencia de los Distritos de Riego a las Asociaciones de responsabilidad limitada en lo rural, así como los procesos de licitación de asociaciones público-privadas o privadas de la prestación del servicio de agua potable, drenaje y alcantarillado en ciudades como Aguascalientes, Saltillo, Puebla, Puerto de Veracruz y Cancún, entre otras, son una expresión y mecanismo de inserción del mercado en un espacio que en antaño era dominio exclusivo del Estado.

En ese tenor, actuaron también los ambientalistas de “Agua para Todos, Agua para la Vida” quienes sembraron incertidumbre en el debate público por la falta de claridad de los “intereses ocultos” que estaban detrás de la publicación de la propuesta. Sin duda, estas actitudes son lógicas si se revisa sistemáticamente las iniciativas presentadas al H. Congreso de la Unión para expedir la Ley General de Aguas, revelándose que, en muchos casos, éstas han sido objeto de financiamiento y han sido elaboradas bajo la enmienda de la férrea defensa del actual sistema de derechos de agua. Ciertamente, ésta es el área política de disputa de los intereses creados sobre el acceso irrestricto del agua, donde lo usual es el predominio de visiones maniqueas. Así, si bien se observó interés en la regulación del agua subterránea en México, la constante es que, hasta en los propios sectores interesados e involucrados, predominó la falta de educación e información puntual sobre aspectos hidrogeológicos, técnicos y políticos, es decir, de los aspectos que tienen que ver en los modos de producir, extraer, bombear y distribuir el agua subterránea en espacios rurales y en la complejidad urbana.

Por otro lado, en la esfera del debate con los tomadores de decisiones, se decidió dialogar, sobre todo, con los integrantes del Poder Legislativo Federal, debido a que la propuesta era evidentemente de su competencia. Para ello se participó de diversos foros, algunos con franco apoyo de la Comisión Especial de Cambio Climático de la pasada legislatura del Senado de la República (Legislatura LXIV), así como de las sesiones ordinarias de la Comisión de Agua Potable y Saneamiento del H. Congreso de la Unión en 2018. Por su trascendencia, cabe mencionar lo acontecido en 2019,

momentos previos a la pandemia COVID-19 que terminó por paralizar la actividad legislativa en los recintos de dicho poder de la Unión. En ese año, con apoyo de la presidencia y vicepresidencia de la Mesa Directiva del Senado de la República, fueron celebrados tres foros de discusión pública sobre Agua Subterránea y Cambio Climático en los meses de abril, septiembre y diciembre. En estos participaron senadores, académicos, funcionarios federales y algunos sectores de la sociedad civil involucrados en el tema. Destacó la presencia de ciudadanos afectados por las decisiones de CONAGUA en lo que refiere a la dotación de derechos de agua, el polémico impulso al *fracking* y los problemas ocasionados por las privatizaciones de los sistemas operadores de agua potable y saneamiento en el país. Durante el último foro, ocurrido en los primeros días de diciembre, se apersonó la ahora extitular de CONAGUA por solicitud expresa de la Mesa Directiva del Senado, quien manifestó su rotundo rechazo a una iniciativa de esta naturaleza, fundamentándose en que la aplicación de “modelos hidrogeológicos extranjeros” de evaluación del agua subterránea eran costosos y se carecía de la fuerza de trabajo especializada para su ejecución a nivel nacional.

Una reacción semejante la tuvo el también extitular de esa misma dependencia en la administración federal de 2012-2018, la cual, con el apoyo del ex presidente de la República en turno, publicó, en octubre de 2018, un Acuerdo para establecer el Comité Técnico de Manejo de Aguas Subterráneas (COTEMA), una especie de Consejo Consultivo interno con participación de académicos y especialistas, quienes, en conjunto, decidirían los destinos del agua subterránea en el país. Cabe señalar que a la fecha no sé sabe nada sobre la operación del COTEMA; a la sazón, podría concluirse que fue una acción reactiva a la pretensión de regular el agua subterránea en el H. Congreso de la Unión.

Regresando a la decisión manifiesta de la ex titular de la CONAGUA en 2019 en el foro de diciembre en el Senado de la República, cabe señalar que ésta es el resultado de una reunión pública convocada un mes antes por la CONAGUA y transmitida en el canal de Youtube, hoy únicamente disponible en un video que circula en redes sociales como Facebook, con presencia de diferentes interesados para tratar asuntos sobre la gestión del agua subterránea. En ésta destacó el punto de vista y opinión del representante de la Confederación de Cámaras Industriales de México (CONCAMIN), quien expresó su censura al intento de regulación federal del agua subterránea. En su caso, conviene saber que la dimensión real de las concesiones de agua subterránea y de los derechos creados para la operación del sector industrial en

México es un dato desconocido. En el estudio de Talledos *et al.*, (2020) se encontró que había concesiones en este sector, por ejemplo, la minería metalmeccánica activa con volúmenes amparados que rondaban un poco más de los 500 millones de metros cúbicos anuales, superando el volumen de agua que México debe entregar anualmente a Estados Unidos en el cauce del río Bravo por concepto del Tratado de Aguas de 1944, el cual asciende a 432 millones de metros cúbicos anuales.

En su caso, para efectos del cobro de derechos fiscales, tal y como lo estipula la Ley Federal de Derechos, los concesionarios industriales del agua subterránea son objeto de fiscalización cada trimestre, período en el que deben de rendir sus declaraciones para cubrir este concepto. Se infiere entonces que, a través de estas declaraciones fiscales realizadas por los concesionarios, se reconocería el volumen extraído y bombeado netamente de agua sujeto al cobro fiscal por metro cúbico, por lo que la autoridad hacendaria es la tenedora de dicha información. Si bien este volumen concesionado en México es menor al de los usuarios agrícolas, la dimensión de los recursos económicos en juego, su capacidad de organización y la de ejecutar *lobbying* en defensa de sus intereses particulares, es inmensamente mayor a la de cualquier propuesta de regulación académica del agua subterránea que pudiera alterar el *status quo*. Esto revela que propuestas sustentadas en evidencia científica destinadas a la conservación y protección del agua siempre se enfrentarán a los intereses mayúsculos que se sirven, estratégicamente, de la falta de educación sobre el ciclo hidrológico, la producción técnica y el control de los diferentes tipos de agua(s), tal y como advierte Walsh (2022).

### **Los contenidos de la enseñanza del agua en la geografía: revisión y actualización**

*¿De qué manera se debería enseñar la complejidad que representa el estudio del agua subterránea en la geografía? ¿A partir de qué tipo de herramientas teórico-metodológicas se deben formar nuevos profesionales de esta disciplina considerando un enfoque crítico y problematizador para el estudio del campo de la Hidrografía? y ¿Qué elementos deberían*

*considerarse como críticos para la formación de profesionales implicados en el diseño de esquemas democráticos para la gobernanza y gestión de los recursos naturales bajo un escenario de cambio climático?* Estos cuestionamientos surgen, precisamente, como producto de la redacción, publicación y difusión de la propuesta de regulación del agua subterránea.

Referirse al estudio del agua subterránea en la academia parece una actividad restringida a ciertos campos del conocimiento con escasa popularidad como la hidrogeología, la geofísica y la ingeniería geohidrológica. El calificativo *subterráneo* supone un desinterés inicial para los estudiantes, quienes le asocian a conocimientos técnicos y científicos complejos, disociándola completamente de otras áreas del conocimiento como la gestión ambiental o diversos campos de las ciencias sociales. No solo eso, predomina también una idea generalizada que ubica a este tema como objeto de las ingenierías, quizá con referencia al campo de la industria de los hidrocarburos, despolitizando con ello su tratamiento académico. Empero, las implicaciones que supone el estudio y abordaje de los problemas contemporáneos como la creación, control de los derechos de agua, la proliferación de los pozos como propiedad hidráulica individualizada, los problemas que han propiciado la extensión del tendido eléctrico, así como los sistemas de distribución que, en apariencia, pudieran ser exclusivamente aspectos técnicos, poseen un enorme potencial para configurar conflictos y movimientos sociales, siendo al mismo tiempo objeto de escudriñamiento en busca de determinar la efectividad de políticas ambientales como el rendimiento sostenible y sustentable.

Dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Geografía del sistema escolarizado de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, existen varias asignaturas obligatorias y optativas que abordan el estudio y los problemas relativos al agua. Por citar algunas tales como Hidrogeografía 1 y 2, Geografía Ambiental, Recursos Naturales y, desde luego, Temas Selectos de Geografía Política, que dedican algunas unidades para examinar los problemas del agua desde diversas dimensiones problematizadoras. En la asignatura de Hidrogeografía 1, que forma parte del bloque considerado de asignaturas de la rama de la geografía física, el agua está consignada desde un enfoque u orientación de naturaleza descriptiva privando un tratamiento y abordaje académico propio de las disciplinas como hidrología e hidrogeología (véase Tabla 1).

Tabla 1

*Temario oficial de la asignatura de Hidrogeografía 1, Licenciatura en geografía del Sistema Escolarizado, FFyL, UNAM (2021)*

<b>Unidad 1. Introducción</b>	
1.1	Importancia del agua
1.2	Objeto de estudio de la hidrología
1.3	Relación de la geografía con la hidrología
<b>Unidad 2. El agua en la naturaleza</b>	
2.1	Ciclo hidrológico
2.2	Balance de agua
<b>Unidad 3. Precipitación</b>	
3.1	Tipos de precipitación
3.2	Distribución zonal de la precipitación
3.3	Intensidad de la precipitación
3.4	Medida de la precipitación
3.5	Aparatos de medida y registro
3.6	Rocío (precipitación oculta)
3.7	Cálculo de la precipitación media sobre un área
<b>Unidad 4. Evaporación y transpiración</b>	
4.1	Evaporación
4.2	Transpiración
<b>Unidad 5. Infiltración y humedad del suelo</b>	
5.1	Infiltración
5.2	Humedad del suelo
<b>Unidad 6. Escurrimiento</b>	
6.1	Concepto
6.2	Ciclo del escurrimiento
6.3	Factores que afectan el escurrimiento
6.4	Medida del escurrimiento
6.5	Gráficas relativas al escurrimiento
6.6	Medida del caudal sólido de los ríos
<b>Unidad 7. Agua subterránea</b>	
7.1	Concepto
7.2	Distribución del agua en el suelo

7.3	Factores que condicionan la presencia y el movimiento del agua subterránea
7.4	Movimiento o flujo del agua subterránea
7.5	Prospección del agua subterránea
<b>Unidad 8. Aprovechamiento de los recursos hidrológicos</b>	
8.1	Propósito del aprovechamiento
8.2	Beneficios del aprovechamiento
8.3	Información hidrométrica necesaria
8.4	Obras y acciones para efectuar el aprovechamiento del agua

*Fuente:* Programa Oficial de la Asignatura de Hidrogeografía 1.  
 Facultad de Filosofía y Letras, UNAM (2010)

El contenido de la asignatura obligatoria, Hidrogeografía 1, registra el predominio de un enfoque importado de la tradición de la hidrología para describir el comportamiento del agua bajo los diferentes estados de agregación durante su recorrido cíclico a escala global. De hecho, el eje rector del programa es la propia descripción de algunas fases como la evaporación, la precipitación, el escurrimiento, la infiltración y la fase subterránea. Incluso, se apuesta a que el estudiante pueda aprender, someramente, algunas técnicas para la medición de estos procesos fisicoquímicos del agua, aunque no se contempla estrictamente trabajo en campo para ello.

Hay que notar cómo, en este programa, la dinámica de estudio de los procesos del agua se centra en una reducción que atañe al H<sub>2</sub>O, reduciendo en extremo y apenas a la última unidad del programa, la referencia a las condiciones histórico-geográficas que el ser humano desarrolla para la organización territorial y el aprovechamiento del agua en el espacio-tiempo. Si bien hemos insistido, en diferentes contribuciones y a lo largo del presente trabajo, acerca de la importancia de comprender, por ejemplo, que el agua subterránea es un ente dinámico y con movimiento —no estático— relacionado intrínsecamente respecto a otros componentes ambientales que terminan por condicionar su movimiento gravitacional, esto se debe porque ha permitido elaborar una crítica al discurso institucionalizado de la escasez hídrica como fundamento de la política pública del agua en México y en el mundo.

A diferencia de las ciencias de la Tierra e ingenierías donde la prioridad es aplicar el conocimiento, en las ciencias sociales, como la geografía, el estudio del agua es un proyecto epistemológico en construcción y sujeto a diferentes metanarrativas, conceptualizaciones e interpretaciones. Consideramos que la renovación del debate epistemológico en la geografía que data de la década de 1970 sin duda sentó un precedente para repensar la tradición sociedad-naturaleza. No obstante, en la medida que el ser humano se ha convertido en un agente activo productor del espacio y ha incorporado a la técnica, la ingeniería y la ciencia como medio para transformar la naturaleza, elementos como el agua cada día están más lejos de poder considerarse puros y prístinos circulando en un ciclo donde no estamos representados.

Resulta imperioso cuestionarnos qué tipo de conocimientos estamos transmitiendo a los profesionales de la geografía y si estos son suficientes para formar agentes capaces de atender los retos ambientales del presente siglo. En general, se observa que la experiencia empírica de los estudiantes de geografía, no solo parte de su origen social, también del tipo de espacio en el que residen, comúnmente el medio urbano o semiurbano, por lo que su contacto con el agua está determinado por una extrema complejidad técnica que permite su potabilización y disfrute en casa; ésta es un agua con propiedades fisicoquímicas diferentes a la *bruta* que fue extraída a kilómetros del punto de entrega. Esto tendría que ser suficiente para cimbrar y rediscutir los alcances de los contenidos de la enseñanza de la hidrogeografía, porque estamos frente a un agua distinta en el espacio-tiempo.

En menos de una década, en otras latitudes, la geografía con un debate bastante próximo a otras ciencias como la ecología política, la historia y la antropología, han producido términos como *ciclo hidrosocial* (Linton y Budds, 2014) y *territorios hidrosociales* (Beolens *et al.*, 2016), por citar algunos, para construir una meta narrativa de cuño neomarxista buscando fundamentar, entre otras cosas, que el acceso al agua y su distribución desigual son resultado de la lucha de clases; incluso, se han publicado estudios que advierten la banalización de estos términos (Larsimont y Martin, 2022). Este enfoque se ha utilizado para estudiar la concentración de los derechos de agua subterránea en México por especialistas como Hoogesteger y Wester (2015) y (Hoogesteger, 2018), abonando así a un debate que ha trascendido hasta el terreno de los instrumentos de la política pública del agua y sus arreglos institucionales,

como los Comités Técnicos de Agua Subterránea en México y la descrita propuesta académica de regulación del agua subterránea planteada en este trabajo. Aun así, estas contribuciones se mantienen fuera de toda consideración dentro del proceso de la formación de los futuros profesionales de la geografía en México.

Para terminar, en otros trabajos (Hatch-Kuri, 2021) hemos afirmado, con base en el estudio de los problemas del agua subterránea, que el agua ahora se encuentra altamente transformada gracias a la mediación técnica, los arreglos institucionales y regulatorios. Esto, en consecuencia, produce aguas diferentes, situadas de manera distinta en el espacio-tiempo y con diferentes etiquetas que les distinguen: agua potable, agua purificada, agua embotellada, agua residual, agua congénita, aguas transfronterizas, etcétera. El reto, entonces, consiste en complejizar el estudio de esta agua e introducir, bajo un modelo de análisis adecuado, a los futuros profesionales de la geografía comprometidos con el combate al cambio climático.

## Conclusiones

Los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico son incuestionables, pero son mucho más preocupantes las consecuencias que se desprenderán del aumento de temperatura sobre los procesos de infiltración, el tiempo de residencia del agua en el subsuelo y la pérdida de caudales de agua subterránea en cantidad y calidad a través de los manantiales y el océano. La enorme presión y demanda actual para la producción de esta agua también es un peligro latente que se suma al cambio climático. Por esa razón, necesitamos saber con mayor precisión cuál es el sistema de flujo de agua más vulnerable al cambio climático, considerando las aportaciones de la hidrogeología, para evitar extraer agua proveniente de mayores profundidades que no es renovable en lo que equivale al promedio de vida del ser humano. Todo esto profundizará los actuales escenarios de la inadecuada gestión que ha conducido a las desigualdades sociales en su acceso, configurando una competencia feroz por acceder al agua entre todos sus usuarios.

La publicación de la propuesta de regulación del agua subterránea supone un primer momento para colocar el tema en la agenda pública, partiendo desde una acción climática clara y contundente. Pero, desde un horizonte autocrítico, una iniciativa de esta naturaleza no debió haber sido solamente consensuada en la academia o

con la burocracia y los tomadores de decisiones; faltó incorporar a los concesionarios y los principales usuarios de este tipo de agua, incluyendo sin duda alguna, a las comunidades rurales y los pueblos originarios. En el fondo, la apuesta es impulsar un modelo de gestión basado en evidencias científicas, pero también que pudiera sentar las bases para una toma de decisiones mucho más democrática; esto implicaba estrategias de mayor calado además de recursos financieros tiempo y elementos de los que se carecía. Aun así, existe una propuesta inacabada en seno del debate público.

Esto, sin duda, repercute en la academia y en la enseñanza de la geografía porque nos invita hacer visible lo invisible. La apuesta es visibilizar y comprender el agua dentro del propio ciclo hidrológico y, luego, dentro de un proceso complejo de producción de agua(s) que coexisten en el espacio-tiempo, situadas en diferentes escalas, con potencial de producir conflictos o procesos de cooperación y solución pacífica: esa es el agua subterránea.

## Referencias bibliográficas

- ABOITES AGUILAR, Luis. (1998). *El agua de la nación. Una historia política de México (1888-1946)*. CIESAS.
- ARORA, Naveen Kumar; MISHRA, Isha. (2021). "COP26: More Challenges than Achievements". *Environmental Sustainability*, 4, 585–588. <https://doi.org/10.1007/s42398-021-00212-7>.
- BOELEN, Rutgerd; HOOGESTEGER, Jaime; SWYNGEDOUW, Erik; VOS, Jeroen; WESTER, Philippus. (2016). "Hydrosocial territories: a political ecology perspective". *Water International*, 41(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/02508060.2016.1134898>.
- CARMONA, María del Carmen; CARRILLO-RIVERA, José Joel; HATCH-KURI, Gonzalo; HUIZAR-ÁLVAREZ, Rafael; ORTEGA-GUERRERO, Marcos Adrián. (2017). *Ley del Agua Subterránea: una propuesta*. Instituto de Geografía, UNAM.
- CARRILLO-RIVERA, José Joel; PEÑUELA, Liliana; HUIZAR-ÁLVAREZ, Rafael; CARDONA, Antonio; ORTEGA-GUERRERO, Marcos Adrián; VALLEJO, Josefina; HATCH-KURI, Gonzalo. (2017). "Conflictos por el agua subterránea". En Omar Moncada Maya y Álvaro López López (Coords.), *Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea*. (Tomo 1) (pp. 151-168). Instituto de Geografía, UNAM.

- CARVAJAL-RAMÍREZ, René. (1967). “Aspectos legales del agua subterránea en México”. *Ingeniería Hidráulica en México*, 23(3), 249-258.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA). (2018). *Estadísticas del Agua en México*. SEMARNAT-CONAGUA. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/publicaciones/eam2018.pdf>.
- DENTON NAVARRETE, Thalía. (2006). *El agua en México. Análisis de su régimen jurídico*. UNAM.
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN (DOF). (1948, ene 3). *Ley reglamentaria del párrafo quinto del Artículo 27 Constitucional, en materia de Aguas del Subsuelo*. Diario Oficial, Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo CLXVI, No. 2. [https://www.dof.gob.mx/nota\\_to\\_imagen\\_fs.php?codnota=4443991&fecha=03/01/1948&cod\\_diario=187625](https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4443991&fecha=03/01/1948&cod_diario=187625).
- DÖLL, Petra; MUELLER SCHMIED, Hannes; SCHUH, Carina; PORTMANN, Felix T; EICKER, Anette. (2014). “Global-Scale Assessment of Groundwater Depletion and Related Groundwater Abstractions: Combining Hydrological Modeling with Information from Well Observations and Grace Satellites”. *Water Resources Research*, 50(7), 5698-5720. <https://doi.org/10.1002/2014WR015595>.
- DOMÍNGUEZ, Judith. (2021). *La política del agua en México a través de sus instituciones, 1917-2017*. El Colegio de México.
- HATCH-KURI, Gonzalo. (2018). “A joint management of transboundary aquifers: from asymmetries to environmental protection”. *Frontera Norte*, 30(59), 129-154. <https://doi.org/10.17428/rfn.v30i59.1130>.
- HATCH-KURI, Gonzalo. (2021). “Aguas subterráneas transfronterizas y fracking”. *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 25(1), 169-193. <https://doi.org/10.1344/sn2021.25.22625>.
- HATCH-KURI, Gonzalo; SCHMIDT, Samuel; CARRILLO-RIVERA, José Joel. (2021). “Agua-poder: la gestión del agua subterránea en México y su soslayada dimensión transfronteriza, 1948-2018”. *Cuadernos de Trabajo Waterlat-Gobacit*, 8(4), 71-94. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7470039>.
- HOOGESTEGER, Jaime. (2018). “The Ostrich Politics of Groundwater Development and Neoliberal Regulation in Mexico”. *Water Alternatives*, 11(3), 552-571. <https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/453-a11-3-6/file>.

- HOOGESTEGER, Jaime; WESTER, Philippus. (2015). "Intensive Groundwater Use and (In)Equity: Processes and Governance Challenges". *Environmental Science & Policy*, 51, 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.004>.
- KLEIN, Naomi. (2015). *Esto lo cambia todo. El capitalismo contra el clima*. Ediciones Culturales Paidós.
- LARSIMONT, Robin; MARTÍN, Facundo. (2022). "Reflections from Latin America on the Hydrosocial Approach: its Use, Abuse, and a Possible Way through the Maze". En *Luttes pour l'eau dans les Amériques: Mésusages, arrangements et changements sociaux* [online]. Éditions de l'IHEAL. <https://doi.org/10.4000/books.iheal.10157>.
- LINTON, Jamie; BUDDS, Jessica. (2014). "The Hydrosocial Cycle: Defining and Mobilizing a Relational-Dialectical Approach to Water". *Geoforum*, 57, 170-180. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.008>.
- PEÑA, Humerto. (2016). *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y El Caribe*. CEPAL.
- PODER LEGISLATIVO FEDERAL, (1917, feb 5). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.
- RED DEL AGUA DE LA UNAM. (2021, 21, 06). "Webinar: Agua subterránea y sequía. Experiencias de la Ley de Aguas Subterráneas de California" [video]. Recuperado el 10 de febrero de 2023 de <https://www.youtube.com/watch?v=NJz3FMYuXKo>.
- RIBEIRO, Wagner C. (2008). *Geografía política da água*. Annablume Editora.
- TALLEDOS, Edgar; ÁLVAREZ, Berenice; HATCH-KURI, Gonzalo; RODRÍGUEZ, Antonio; VELÁZQUEZ, Juan. (2020) *Captura política, grandes concentraciones y control de agua en México*. Colegio de Geografía, UNAM. [http://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/handle/FFYL\\_UNAM/2533](http://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/handle/FFYL_UNAM/2533).
- THEESFELD, Insa. (2010). "Institutional challenges for national groundwater governance: Policies and issues". *Groundwater*, 48(1), 131-142. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2009.00624.x>.
- U.S. GEOLOGICAL SERVICE. (2022). "El Ciclo del Agua – The Water Cycle, Spanish (PNG)" [diagrama]. *U.S. Geological Service. Water Science School*. Recuperado el 10 de febrero de 2023 de <https://www.usgs.gov/media/images/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish-png>.

- UN WATER (2014). *The United Nations World Water Development Report: Water and Energy*. UNESCO. Disponible en <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2014>.
- WALSH, Casey. (2022). “Beyond rules and norms: Heterogeneity, ubiquity, and visibility of groundwaters”. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 9(4), n/a. <https://doi.org/10.1002/wat2.1597>.
- WOLFE, Mikael. (2014). “Crisis del agua subterránea en México. Dinámica histórica: recursos, lucro y conocimiento en La Laguna, 1930-1970”. *HIB: Revista de Historia Iberoamericana*, 7(2).
- ZEKTSER, Igor; EVERETT, Lorne G. (2004). *Groundwater. Resources of the World and their Use*. (Vol. 6). UNESCO.