

ISSN 2056-4856 (Print)
ISSN 2056-4864 (Online)

WATERLATGOBACIT

**WORKING PAPERS
THEMATIC AREA SERIES**

**Politics and Transboundary waters: Experiences from Brazil,
Mexico, Paraguay, and Uruguay**



Vol. 8, N° 4

(in Portuguese and Spanish)

Newcastle upon Tyne, UK, and Sao Paulo, Brazil
December 2021

Cover picture:

Paraguay River, seen from the Port of Asuncion, Paraguay. In the background, riverside of the Province of Formosa, Argentina, the river is the border between the two countries.

Photography: Jose Esteban Castro, 15 March 2017. WATERLAT-GOBACIT research field work.

Source: [WATERLAT-GOBACIT Flickr collection](#) (Attribution-NonCommercial Creative Commons).



ISSN 2056-4856 (Print)
ISSN 2056-4864 (Online)

WATERLAT-GOBACIT NETWORK WORKING PAPERS

Vol. 8, N° 4

Thematic Area Series

Thematic Area 4 - Transboundary Waters

Politics and Transboundary Waters: Experiences from Brazil,
Mexico, Paraguay, and
Uruguay.

Wagner Costa Ribeiro, and Flavia Darre Barbosa (Eds.)
Sao Paulo, Brazil,
December 2021



WATERLAT-GOBACIT Research Network

5th Floor Claremont Bridge Building, NE1 7RU Newcastle upon Tyne, United Kingdom

E-mail: waterlat@ncl.ac.uk

Web page: www.waterlat.org

WATERLAT-GOBACIT NETWORK Working Papers

General Editor

Jose Esteban Castro

Emeritus Professor,
Newcastle University
Newcastle upon Tyne, United Kingdom
E-mail: esteban.castro@ncl.ac.uk

Editorial Commission: ([click here](#))



ISSN 2056-4856 (Impreso)

ISSN 2056-4864 (En línea)

Cuadernos de Trabajo de la Red WATERLAT-GOBACIT

Vol. 8, N° 4

Série Áreas Temáticas

Área Temática 4 - Águas Transfronteiriças

**Política e Águas Transfronteiriças: Experiências de Brasil,
México, Paraguai e Uruguai**

Wagner Costa Ribeiro e Flávia Darre Barbosa (Eds.)
São Paulo, Brasil, Dezembro de 2021



Thematic Area Series

TA4 - Transboundary Waters

Title: Politics and Transboundary Waters: Experiences from Brazil, Mexico, Paraguay, and Uruguay

Corresponding Editor:

Wagner Costa Ribeiro
University of Sao Paulo (USP), Sao Paulo, Brazil.
E-mail: wribeiro@usp.br.

Corresponding authors:

For comments or queries about the individual articles, contact the relevant authors. Their email addresses are provided in each of the articles.

Serie Áreas Temáticas

AT4- Águas Transfronteiriças

Título: Política e Águas Transfronteiriças: Experiências de Brasil, México, Paraguai e Uruguai

Editor Correspondente:

Wagner Costa Ribeiro.
Universidade de São Paulo(USP),
São Paulo, Brasil
E-mail: wribeiro@usp.br.

Autores Correspondentes:

Para enviar comentários sobre os artigos individuais, contatar as/os autora/es, cujos dados estão indicados nos artigos.

Tabela de Conteúdos

	Página
Presentation of the Thematic Area and the issue	1
Apresentação da Área Temática e do número	2
Apresentação dos editores do número	3
"Governança de sub-bacias hidrográficas transfronteiriças: as bacias dos rios Apa (Brasil – Paraguai) e Quaraí (Brasil – Uruguai)" <i>Luis Paulo Batista da Silva</i>	6
Brasil/Paraguai: hidro-hegemonia, tensões e cooperação em torno da Usina hidrelétrica binacional de Itaipu" <i>Mariana de Paula, Mariana Cristina Oliveira, Luis Paulo Batista da Silva e Wagner Costa Ribeiro</i>	35
"Agua y poder: la gestión del agua subterránea en México y su soslayada dimensión transfronteriza, 1948-2018" <i>Gonzalo Hatch-Kuri, Samuel Schmidt Nedvedovich, y José Joel Carrillo-Rivera</i>	71
"Securitização da energia elétrica e desenvolvimento brasileiro: os limites nas negociações do Tratado de Itaipu durante o governo do ex-Presidente Inácio Lula da Silva (2003-2010)" <i>Paulo Inácio Junior</i>	95

Presentation of the Thematic Area and the issue

This issue of the Working Papers was developed by members of the WATERLAT-GOBACIT Network's Thematic Area 4, Transboundary Waters (<https://waterlat.org/thematic-areas/ta4/>). The main focus of TA4, as the name suggests, is the politics and management of transboundary waters, which constitute a subject of the highest global relevance. In recent decades there have been intense debates about the potential for conflict and war implicit in the sharing of hydrographic basins between countries, but there are also long-standing research traditions centred on the historical record of cooperation and peace between countries sharing transboundary waters. These and other issues of paramount importance for global water politics and management are the subject matter of TA4's activities.

This is the second issue published by the TA4 Series. It features three articles and a Reflection Note, all of them based on interdisciplinary research projects, including postgraduate research, focused on the multi-level character of the government and management of transboundary waters. Wagner Costa Ribeiro, Co-ordinator of TA4, and Flavia Darre Barbosa, both from the University of Sao Paulo, Brazil, are the editors of this issue.

We are delighted to present it to the readers, and wish them a pleasant and fruitful experience.

Jose Esteban Castro

General Editor

Newcastle upon Tyne and Buenos Aires, December 2021

Apresentação da Área Temática e do número

Este número dos Cadernos de Trabalho é um produto da Área Temática 4, Águas Transfronteiriças (<https://waterlat.org/pt/areas-tematicas/at4/>) da Rede WATERLAT-GOBACIT. O foco principal da AT4, como o nome sugere, é a política e a gestão das águas transfronteiriças, um tema de mais alta relevância em nível global. Em décadas recentes tem acontecido debates intensos sobre o potencial de conflito e guerra implícitos no compartilhamento de bacias hidrográficas entre países, embora também existem tradições de pesquisa bem estabelecidas que enfatizam o longo registro histórico de cooperação e paz entre países com bacias transfronteiriças. Estes e outros temas de importância fundamental para a política e a gestão globais da água são a matéria central das atividades da AT4.

Este é o segundo número publicado pela Série da AT4. O número inclui três artigos e uma Nota de Reflexão, todos textos resultantes de pesquisas interdisciplinares, incluindo pesquisas de programas de pós-graduação, pesquisas focadas no caráter multi nível do governo e a gestão das águas transfronteiriças. Wagner Costa Ribeiro, Coordenador da AT4, e Flávia Darre Barbosa, da Universidade de São Paulo, Brasil, são os editores do número.

Temos grande prazer em apresentar este número aos leitores e leitoras e desejamos que tenham uma experiência prazerosa e frutífera.

José Esteban Castro

Editor Geral

Newcastle upon Tyne e Buenos Aires, Dezembro de 2021

Introdução dos editores do número

Como o acirramento de tensões entre unidades políticas, o acesso à água compartilhada em áreas fronteiriças tende a aumentar. Cada vez mais assistimos situações nas quais o uso da água, seja abundante seja escassa, entra em disputa por agentes políticos os mais diversos, que se travestem de interesses nacionais ou regionais mais amplos, para escamotear as razões objetivas que levam à disputa pela água.

Alguns usos da água afrontam tradições e comunidades locais e originárias, fonte central de conflitos transfronteiriços que ficam escondidos sob a ótica de escalas institucionais de gestão. As disputas entre mineração, geração de energia, abastecimento de grandes centros urbanos, uso industrial e agrícola da água se impõem sobre o acesso à água por povos indígenas e comunidades tradicionais, ampliando a injustiça hídrica.

Tema recorrente nas reuniões da Rede WATERLAT-GOBACIT, observa-se um maior interesse de pesquisadores pelas questões associadas ao compartilhamento de águas transfronteiriças. Tal situação reforça os desafios teóricos e conceituais que sustentam análises empíricas, como as que seguem neste número.

No Artigo 1, Luis Paulo Batista da Silva trata o tema “Governança de sub-bacias hidrográficas transfronteiriças: as bacias dos rios Apa (Brasil – Paraguai) e Quaraí (Brasil – Uruguai)”, e analisa a mudança escalar na governança das águas transfronteiriças a partir dos casos de duas bacias transfronteiriças na América do Sul, que compõem a Bacia do Rio da Prata: a Bacia do Rio Apa e a Bacia do Rio Quaraí. O autor argumenta que a governança dos recursos hídricos compartilhados Bacia do Rio da Prata estão cada vez mais mobilizando ações políticas na escala dos contextos locais, a partir de demandas advindas de uma maior participação social, o que acarreta uma mudança na escala de ação da governança. Destaca a importância dos acordos diplomáticos como um sinal de cooperação positiva entre Estados, e a importância da adoção da escala geográfica adequada para as iniciativas de cooperação. Apresenta os conceitos de hidro política e governança dos recursos hídricos transfronteiriços que orientam a análise para os casos estudados, e define a escala das bacias hidrográficas transnacionais como as bacias que atravessam mais de um país e são objetos de acordos e organizações transnacionais e o objetivo da ação política atende as necessidades dos governos centrais dos Estados, diferenciando estas das bacias hidrográficas transfronteiriças, compartilhadas entre dois ou mais países em que a governança é concebida por atores e necessidades advindas das zonas de fronteiras. O autor analisa os tratados e iniciativas entre os países da Bacia do Prata e observa que os Tratados que envolvem os rios Quaraí e Apa, a partir da década de 1990, passam a incorporar questões sobre a qualidade e quantidade da água e o desenvolvimento sustentável, mas, que, no entanto, estas bacias apresentam realidades distintas em relação à articulação entre os níveis transnacional e transfronteiriço.

No Artigo 2, titulado “Brasil/Paraguai: hidro-hegemonia, tensões e cooperação em torno da Usina hidrelétrica binacional de Itaipu”, Mariana de Paula, Mariana Cristina de Oliveira, Luis Paulo Batista da Silva e Wagner Costa Ribeiro analisam o exercício da hidro hegemonia e as estratégias utilizadas pela diplomacia paraguaia para a renegociação, nos anos de 2008 e 2009, do Tratado de Itaipu que rege as relações bilaterais entre Brasil e Paraguai no compartilhamento da energia hidrelétrica, partindo do princípio de que o Brasil possui a supremacia absoluta do poder geográfico na bacia do Alto Rio Paraná. A partir de entrevistas realizadas em trabalho de campo, contextualização histórica e consulta ao acervo do jornal paraguaio ABC Color, os autores discutem a gênese da ideia de soberania hidrelétrica no Paraguai decorrente de divergências sobre a Ata de Itaipu e o Tratado de Itaipu sobre o direito de aquisição do excedente energético paraguaio pelo Brasil, compreendendo o conceito de soberania hidrelétrica sob a visão da teoria realista nas relações bilaterais, somado à discussão a perspectiva da hidro-hegemonia. Os autores questionam aspectos do Tratado de Itaipu que podem ter limitado a independência do Paraguai em relação a sua soberania sobre a parcela dos recursos hídricos transfronteiriços, uma vez que o Brasil garante o escoamento da energia a partir da lógica do mercado, e por isso o Tratado institucionaliza o desequilíbrio de poder e a desproporcionalidade do uso dos recursos entre as partes. O tema da soberania hidrelétrica impulsionou a campanha eleitoral de Fernando Armindo Lugo Méndez que foi eleito à Presidência da República do Paraguai no ano de 2008, consolidando um período progressista nas negociações, que estava alinhado ao governo brasileiro presidido por Inácio Lula da Silva, com quem se negociou uma nova agenda sobre o tema da soberania hidrelétrica. Destacam os autores que a construção de uma nova agenda de negociação bilateral nos anos de 2008 e 2009 entre os governos progressistas de Brasil e Paraguai, inseriu a soberania hidrelétrica no plano institucional do Paraguai e contribuiu substancialmente para que as negociações bilaterais saíram da inércia, apesar das assimetrias entre os dois Estados, que conferem tensão nas relações bilaterais que regem a cooperação.

No Artigo 3, “Agua-poder: la gestión del agua subterránea en México, y su soslayada dimensión transfronteriza, 1948-2018”, Gonzalo Hatch-Kuri, Samuel Schmidt Nedvedovich e José Joel Carrillo-Rivera discutem, a partir de uma análise crítica que combina diferentes abordagens da hidrogeologia, a geografia e a ciência política, como os conceitos científicos sobre as águas subterrâneas utilizados nos ordenamentos legais mexicanos entre os anos de 1948 a 2018, afetaram as formas e mecanismos do controle e distribuição da água, desenvolvidos pelo poder político do Estado, e favoreceram o desenvolvimento econômico de determinados espaços do território nacional. Destacam que o conceito de aquífero que prevaleceu no México desconsidera a visão sistêmica dos fluxos de água subterrânea e a relação com os outros componentes do meio ambiente. Indicam que, apesar de algum esforço de instituições ao longo do século XX para estabelecer um paradigma holístico para o entendimento sobre as águas subterrâneas, a visão pragmática e autoritária das águas subterrâneas imposta por organismos econômicos internacionais, como o Banco Mundial, na qual predomina a produção técnica, ainda impedem a compreensão dessas águas como estratégicas para a construção de sociedades hídricas mais justas e democráticas. No México a problemática é acentuada pela falta de transparência das informações, e resultados de pesquisas que são cerceados por questões políticas. A análise dos autores demonstra

que a retórica utilizada pelo Estado na realidade estabelece um controle político da água, e é necessário reverter a situação que os autores denominam de “regresso ao obscurantismo” na gestão das águas subterrâneas.

O número fecha com uma Nota de Reflexão de Paulo Inácio Junior sobre “Securitização da energia elétrica e desenvolvimento brasileiro: os limites nas negociações do Tratado de Itaipu durante o governo do ex-Presidente Inácio Lula da Silva (2003-2010)”, que complementa alguns aspectos do Artigo 2. Por meio de uma análise geopolítica, o autor parte do pressuposto de que os recursos naturais têm usos econômicos e são objetivos de estratégias políticas para interpretar a relação entre Brasil e Paraguai sobre o uso das águas transfronteiriças, com o foco para a produção de energia elétrica, a partir dos conceitos de cooperação e conflito. Debate o autor que as características físicas fronteiriças favoráveis entre Brasil e Paraguai, somadas a condições estratégicas geopolíticas resultou no Tratado de Itaipu e na construção da Usina de Itaipu na década de 1970, e que ao longo do tempo concretizaram a cooperação entre os países. O autor soma à discussão o conceito de soberania dos Estados, em que as fronteiras marcam a sua descontinuidade, e destaca que o direito de utilização da água fundamenta-se na premissa da soberania do Estado sobre o território. Também debate a securitização da água, e corrobora que quando se trata de água os conflitos armados são evitados por contaminar diretamente o objeto de disputa. Para o autor as fronteiras dos Estados possuem papel fundamental para compreender o conceito de águas transfronteiriças, as relações interestatais ente ribeirinhos entre outras questões. Esta discussão é a base para que o autor faça uma crítica sobre o contexto e as discussões em torno de Itaipu, enfatizando as tentativas de renegociações e tensões nos anos 2000, pautadas segundo o autor, por assimetrias de poder, e visões “utilitaristas e soberanistas”.

Wagner Costa Ribeiro e Flávia Darre Barbosa

Universidade de São Paulo(USP), São Paulo, Brasil

Editores do número

São Paulo, Brasil, Dezembro de 2021

Artículo 3

Agua-poder: la gestión del agua subterránea en México, y su soslayada dimensión transfronteriza, 1948-2018

*Gonzalo Hatch-Kuri*¹, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Jiutepec, Morelos, México.

*Samuel Schmidt Nedvedovich*², Teresa Lozano Long Institute of Latin American Studies, University of Texas at Austin Texas, Estados Unidos.

*José Joel Carrillo-Rivera*³, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ciudad de México, México.

In Mexico, there is no specific policy for the governance of transboundary groundwaters. In fact, these groundwaters have been governed almost entirely from a national-domestic perspective with disregard for transboundary groundwater flows. This article analyses the links between water and political power in the management, administration and allocation of groundwater rights; the State has developed different instruments to politically control water, imposing a clientelistic policy approach to its distribution. From 1948 to 2018, more than 100 legal decrees on groundwater management were passed. These decrees are marked by scientific limitations in relation to the management of groundwater, but have allowed the State to control these waters, and to implement a policy framework for the allocation of water rights. In this context, the article examines the links between “aquifers”, and the practice of “free pumping” to analyse Mexico’s groundwater rights policies. It concludes that the State enforces its control over the allocation of groundwater rights through a rhetorical discourse that has scant consideration for the crucial challenge of ensuring groundwater preservation and has never given specific consideration to transboundary groundwaters.

Keywords: Groundwater; clientelism; public policy; power; government decrees; public water management; transboundary waters; Mexico.

¹ E-Mail: gonzalo_hatch@tlaloc.imta.mx.

¹ E-Mail: shmil50@hotmail.com.

¹ E-Mail: joeljcr@igg.unam.mx.

Received: June 2021

Accepted: September 2021

Resumen

En México se carece de una política para la gobernanza de las aguas subterráneas transfronterizas. En ese sentido, esta ha sido gobernada desde un enfoque enteramente doméstico, sin distinguir de los posibles cauces transfronterizos. En este trabajo, se demuestra a través del análisis del nexo agua-poder político, que para el manejo, administración y cesión de derechos de esta agua, el Estado ha desarrollado diferentes instrumentos para controlar políticamente el agua imponiendo una política clientelar en su distribución. De 1948 a 2018 se decretaron más de 100 ordenamientos legales en materia de agua subterránea que están marcados por limitaciones científicas respecto al manejo del agua subterránea, pero que le permitieron al Estado ejercer control sobre estas aguas y establecer un marco de políticas públicas para la asignación de derechos de extracción. En este contexto, el artículo analiza las relaciones entre la noción de "acuífero", la práctica de "libre alumbramiento" y la política de derechos de agua subterránea en México. Se concluye que el Estado ejerce el control del agua para la asignación de derechos de extracción a los usuarios por medio de un discurso retórico que no considera adecuadamente el desafío que presenta la necesidad de preservar el agua subterránea y que nunca la ha distinguido de aquellos cauces que presumiblemente podrían ser considerados como transfronterizos.

Palabras clave: agua subterránea; políticas públicas; poder; decretos gubernamentales; aguas transfronterizas; México.

Recibido: junio de 2021

Aceptado: septiembre de 2021

Introducción

A partir de un proyecto interdisciplinario relacionado con los problemas de la gestión del agua subterránea en México desde 2015, se analizaron las implicaciones del discurso de la escasez hídrica y su relación con el conocimiento científico del agua subterránea en el contexto de las reformas jurídicas al marco regulatorio del agua en México (Hatch-Kuri, *et al*, 2017). Se concluyó que si bien el discurso de la escasez legitimaba la privatización del agua en la reforma política oficialista, esta política era insostenible, toda vez que el paradigma científico del agua subterránea indicaba una gestión histórica inadecuada que creaba condiciones de escasez económica, más no física. En este sentido, un elemento de análisis crítico en la gestión del agua subterránea son los métodos de evaluación científica oficiales para determinar su funcionamiento. En análisis previos (Hatch-Kuri, *et al*, 2019), se encontró que los métodos científicos empleados, así como la expresión de sus resultados reflejaban serias asimetrías, por ejemplo, cuando el objeto de la gestión y gobernanza eran las aguas subterráneas transfronterizas (México-Estados Unidos). Este tema no es menor, porque los conflictos por el agua entre los países que comparten estos cauces compartidos podrían estimularse por la falta de homologación científica, de conceptos científicos y jurídicos. Por último, y desde un espíritu propositivo, se planteó en Carmona, *et al* (2017), una propuesta de regulación del agua subterránea en México, considerando un capítulo específico para la gestión de los también denominados acuíferos transfronterizos, a partir de los principios de soberanía integral territorial y de alerta temprana.

En el caso concreto de la gestión de las aguas subterráneas transfronterizas con Estados Unidos se ha determinado con rigurosidad, que uno de los problemas por resolver son las asimetrías que distinguen el gobierno del agua subterránea entre ambos países. Mientras que en el caso estadounidense, estas aguas son gobernadas y gestionadas por agencias estatales, es decir, son objeto de la soberanía de los Estados, en México sucede lo contrario, toda vez que el agua subterránea se encuentra bajo el control político de la Federación y es el Presidente en turno quien decide la política de gestión, evaluación científica y de derechos de agua, en síntesis, el modelo de democracia hídrica en México es centralizado, autoritario y clientelista.

Si se considera el planteamiento crítico sobre la Gobernanza del geógrafo David Harvey (2017), quien sostiene que esta es una ideología que se finca en los principios de la eficiencia y la racionalidad de la administración, al aunar a las partes interesadas para elaborar políticas públicas óptimas, pero *políticamente neutrales* desde 1975 (Harvey, 2017:85), es posible relacionar este enfoque con algunas de las características que distinguen el agua subterránea en México. Para autores como Hoogesteger (2018), la gobernanza del agua subterránea es un campo de uso de recursos políticamente controvertido pues implica, como bien señala Harvey, alianzas público-privadas para elaborar mecanismos y coaliciones de *stakeholders* enmascarando relaciones sociales y de clase que propician la distribución de la riqueza de forma desigual, mediante un

sistema descentralizado e interconectado entre el poder político y económico. De esta manera, toda estructura, acuerdo, reforma política, marco jurídico e instituciones producidas bajo el paradigma de la gobernanza hídrica, materializa los intereses y las decisiones de actores que ejerciendo el poder, influyen en decisiones que determinan el control y acceso del agua en un territorio específico. El resultado son los arreglos espaciales específicos de gestión, desarrollo, asignación, uso y regulación de los recursos (Harvey, 2017; Hoogesteger, 2018), en este caso el agua subterránea.

Visto el planteamiento anterior, las condiciones físicas que impiden la visibilización del agua subterránea en el ciclo hidrológico, ha conducido a orillado que ésta carezca de la atención que, por ejemplo, tienen los cuerpos de agua superficiales. Aunado a esto, los especialistas han construido una visión esencialista en el abordaje del estudio del agua subterránea al posicionarla como un tema de carácter técnico e hidráulico, desechando así cualquier intento de politizar el tema. Empero, a través de la revisión y análisis de los primeros ordenamientos y disposiciones legales efectuados sobre estas aguas en México, los cuales fueron expedidos por los presidentes de la República de turno, desde el año 1948 hasta 2018, se advierte que en el proceso de la producción de la riqueza y el crecimiento económico nacional, el agua subterránea ha jugado un papel estratégico. En este trabajo, que presenta avances intermedios de un proyecto de investigación mucho más amplio que caracteriza la gestión del agua subterránea en México, se analizan las implicaciones geográfico-políticas de los alcances del manejo técnico y jurídico del agua a través de conceptos científicos (como "polígono irregular", "acuífero", "acuífero administrativo", "sistemas de flujo de agua subterránea") relacionados con su gestión en el período 1948-2018 y la relación que guardan estos conceptos con las formas e instrumentos jurídico-políticos que el Estado mexicano posee para controlar y distribuir de forma autoritaria el agua (como el libre alumbramiento, los decretos de veda y las zonas de reserva).

Con este análisis inicial, se pretende destacar la importancia del nexo agua-poder en el debate académico, pero también revelar de qué manera se encuentran concatenadas las visiones científicas del agua subterránea en la historia y de qué manera estas inciden en las formas y mecanismos que el poder político ha desarrollado para controlar y distribuir el agua. La metodología combina los enfoques de la hidrogeología, la geografía y la ciencia política por medio de un análisis crítico de los límites al conocimiento del ciclo hidrológico, las formas conceptuales del agua subterránea y las formas jurídico-políticas aplicadas para su ordenamiento y gestión. Se concluye inicialmente, que el desarrollo del conocimiento científico del agua subterránea durante el siglo pasado ha pasado inadvertido para las autoridades en México, quienes han preferido establecer ordenamientos legales que, por una parte, les permiten controlar políticamente el acceso al agua y hace frente al concepto de "libre alumbramiento" y desarrollar así una política clientelar en el gobierno del agua.

Distribución y límites del agua subterránea: su entendimiento

La valoración social del paisaje parte, en primera instancia, de una percepción visual de sus componentes. El agua subterránea en forma natural se mueve lentamente en los poros y cavidades del material geológico, desde su entrada en la superficie terrestre hasta que encuentra su salida en zonas de descarga (manantiales, veneros, humedales, ojos de agua, oasis, etc.) donde es posible visualizarla de nuevo. En ocasiones, suele confundírsele como un cuerpo de agua superficial debido a que quién la observa carece de la información necesaria para determinar el origen del agua, sin indicar el caudal o volumen del flujo base del agua que alimenta a arroyos, ríos, lagos y lagunas, esto se observa en forma frecuente en espacios rurales. En oposición, en los espacios urbanos, su visualización es prácticamente nula, su aprovechamiento se lleva a cabo a través de pozos que extraen agua las 24 horas, los cuales están conectados a una compleja red de tuberías que conducen el agua directamente a plantas de potabilización, pasando inadvertida la fuente que abastece el agua.

Este problema se traduce en una total carencia de prestigio que distingue a los temas que tratan sobre el agua subterránea tanto en la literatura como en el debate público, que aunado a la falta de la modernización educativa del paradigma del ciclo hidrológico (visión cartesiana del agua)⁴, el agua subterránea queda, prácticamente reducida a un ámbito técnico, concerniente a la infraestructura hidráulica y que, en la práctica, la despoja de cualquier intento de politización. En ciencias sociales, contribuciones teóricas recientes indican cómo la sociedad ha transformado el ciclo hidrológico, marcando a su vez, un cisma con la visión cartesiana pero complementando a su vez, con una visión teórica que fundamenta la producción del agua (diferentes tipos de agua en el espacio), a las cuales denomina "formas hidrosociales" producidas en un proceso histórico de transformación del ser humano-agua (Linton, 2010; Linton y Budds, 2014)⁵. Inicialmente, en este trabajo se entiende al agua subterránea como una forma hidrosocial que, como otras, conforma el paisaje urbano y rural, toda vez que su aprovechamiento esta mediado por una marcada intervención socio-técnica como la bomba, la electricidad, las tuberías que la distribuyen, así como las relaciones de poder que influyen y deciden hacia donde y hacia quienes debe fluir el agua finalmente (Hoogesteger y Wester, 2017).

Visto lo anterior, si únicamente se enfoca el debate en el terreno de la comprensión de la distribución del agua en el ciclo hidrológico (visión cartesiana), el agua subterránea por su volumen es un elemento que eclipsa, prácticamente, a todos los demás componentes de dicho ciclo (Gleeson *et al.*, 2016) (CuadroN° 1).

4 La visión cartesiana del ciclo hidrológico refiere a la comprensión del agua como un objeto domeñable, en donde el ser humano (relaciones sociales) está ausente o es una externalidad al sistema cartesiano.

5 La "producción del agua" es el resultado de las acciones sociales que implican un trabajo intelectual y técnico para nombrar, conocer, evaluar, captar, acceder, distribuir, consumir y desechar, tratar y reciclar el agua. En este sentido, el agua es una producción o un híbrido siconatural porque no sólo está constituida por el H₂O, sino que en su movimiento planetario expresa las transformaciones sociales de las que ha sido objeto. En otras palabras, la "producción del agua" representa al ser humano en el ciclo hidrológico.

CuadroN° 1. Distribución de volúmenes de agua en el ciclo hidrológico (2016).

Estimación de volúmenes de agua en la superficie y en la atmósfera (km³)		
	Agua en la atmósfera	120,000
	Agua en la vegetación	1,000
	Agua en los cuerpos superficiales	100,000
	Agua en el suelo o capa edáfica	16,000
	Estimación de volúmenes de agua subterránea por tiempo de residencia de su movimiento en el subsuelo (Edad) (millones de km³).	
Agua Moderna	25 años 190,000	50 años 350,000
Agua Antigua	75 años 490,000	100 años 693,000

Fuente: Elaboración propia de acuerdo con Gleeson *et al*, 2016.

De acuerdo con los autores arriba citados, únicamente si se considera el agua subterránea “moderna” que se infiltró hace menos de 50 años es del orden de 347,180 millones de km³, volumen que supera más de 3.5 millones de veces el agua que ocupan los cuerpos superficiales continentales y que apenas asciende a 100,000 km³, siendo el agua subterránea un elemento superior al agua superficial. En trabajos previos (Hatch-Kuri, *et al*, 2017), se explicaron las implicaciones de esta distribución natural del agua, fundamentando, desde un horizonte crítico, de qué manera el discurso de la escasez naturalizó la idea de una carencia de agua dulce, abonando a una confusión aviesa que poco ha contribuido a la clarificación de la distribución natural del agua en los continentes y que ha quedado reducida al enunciado “97% agua oceánica y 3% agua dulce”, situación que facilitó junto con la influencia neomalthusiana en 1992, en la Conferencia de Dublín ICWE, 1992), considerar al agua como un bien escaso y sujeto a las leyes de mercado (una mercancía encarecida).

Recientemente, el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020 de Naciones Unidas-Agua, reconoce que existen dos tipos de escasez hídrica, la primera es la física que tiene un comportamiento estacional y que afecta a más de 4,000 millones de personas en el globo. Debe aclararse que esta visión descansa exclusivamente en las mediciones de los patrones del comportamiento de los cuerpos de agua superficiales y de la precipitación estacional. La segunda, corresponde a la *escasez de orden económica* que pone énfasis en la ausencia de infraestructura para acceder al agua (consumo) y que afecta a 1.6 mil millones de personas (UNESCO, ONU-Agua, 2020: 21); esta *escasez*, agregamos, representa el coto de poder político del

gremio de los ingenieros dedicados a la hidráulica y de los economistas en el sector público y privado del agua.

La contribución de Gleeson *et al*, (2015) sugiere entonces que el agua subterránea es abundante en comparación con los cuerpos de agua superficiales, aunque extremadamente vulnerable a patrones irracionales de aprovechamiento y a los efectos negativos del cambio climático, por lo que se advierte que el concepto “escasez hídrica” se ha empleado para caracterizar condiciones físicas que aquejan al agua superficial y a la falta de infraestructura que facilita su acceso y aprovechamiento. La producción del agua potable y el mantenimiento de la infraestructura hídrica es la razón del debate entre quienes han querido privatizarla y así lucrar con los servicios hídricos y aquellos que la defienden como un bien común, dejando al margen, nuevamente, el peso estratégico del agua subterránea⁶.

Los estudios referidos, indican, además, que menos del 6% del agua subterránea moderna se localiza en los primeros 2,000 metros (m) de profundidad y eso la convierte en el agua más vulnerable a cambios en las condiciones climáticas y patrones de aprovechamiento irracionales, lo que se traduce en problemas como la disminución del volumen asequible, la pérdida del flujo base a ríos y humedales produciendo su desecamiento, implicando una ampliación del efecto de la intrusión del agua de mar y el aumento de costos para su bombeo, entre otros (Döll *et al.*, 2014; Famiglietti, 2014). La dependencia del agua subterránea se encuentra en franco ascenso, se ha demostrado que alivia los problemas asociados con las sequías en países semiáridos y áridos como México, sostiene el crecimiento de la agricultura de exportación y se perfila como el principal insumo de los usuarios público-urbano, convirtiéndose en un pilar fundamental de las principales metrópolis globales y tanto de los países desarrollados como de aquellos en vías de desarrollo (CuadroN° 2)⁷.

⁶ En el proceso de divulgación de una propuesta académica para regular el agua subterránea en México en el período de 2017-2020 (Carmona *et al*, 2017), algunas de las partes interesadas sugirieron que la noción de “abundancia” del agua subterránea, tal y como plantea Gleeson *et al* (2015), causaba conmoción. Esto se tradujo en un ambiente de censura política y académica, toda vez que contradice el pensamiento dominante sobre el tema de la “escasez hídrica”, que curiosamente ha justificado las reformas neoliberales en el sector hídrico en las últimas tres décadas.

⁷ En Tokio se registraban extracciones excesivas que tenían como consecuencia hundimientos del suelo, por lo que esa ciudad creó la ley que regula la Extracción de Aguas Subterráneas para el Uso en Edificios (UNESCO, ONU-AGUA, 2016).

Cuadro N° 2. Promedio anual de disminución del agua subterránea y su relación con la extracción de agua en una selección de cuatro países de un total de los 32 países que consumen más agua subterránea (km³/año).

País	Disminución de agua subterránea 1960-2000 (km ³ /año)	Extracción de Agua Subterránea 1960-2000 (km ³ /año)	Disminución de agua subterránea 2000-2009 (km ³ /año)	Extracción de Agua Subterránea 2000-2009 (km ³ /año)
China	2.42	0.04	6.27	0.07
India	21.70	0.16	43.13	0.21
México	2.02	0.23	3.21	0.24
Estados Unidos	10.66	0.17	23.47	01.19
Totalxxx	56	0.21	113	0.17

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de Döll *et al.*, (2014).

Las estimaciones de Döll *et al.*, (2014) indican que la tasa de consumo y disminución en 32 países, entre los que seleccionamos México, Estados Unidos, China e India, asciende rápidamente, pero también es un indicador de hasta qué punto cada país está optando por construir un esquema de seguridad y justicia hídrica a partir del aprovechamiento de agua subterránea llamada "no renovable". Vale la pena recordar que el agua subterránea no renovable es aquella que se extrae de una profundidad mayor a 500 m y con una respuesta de aprovechamiento irracional provoca hundimiento, y desertificación, promoviendo así la competencia por desarrollar aprovechamientos más profundos entre concesionarios. El caso mexicano permite inferir que la rápida velocidad de disminución del nivel de agua, de 2.02 a 3.21 km³/ año, resulta de políticas públicas en el sector hídrico, obviamente ineficaces.

De acuerdo con cifras de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2018), se estima que México recibe por concepto de agua pluvial un volumen de 1,449,471 millones de m³/a (Mm³/a), de los cuales apenas el 6.4% logra infiltrarse y recargar los flujos de agua subterránea (92,544 Mm³/a), no obstante, la dependencia gubernamental afirma que la magnitud de la importancia del agua subterránea se refleja en los volúmenes concesionados a consumidores, marginando indicadores como los de Döll *et al.*, (2014) y revelando que la evaluación del agua subterránea tiene un alcance marginal o, en su caso, tiene otros propósitos. Dicho de otro modo, una forma de conocer la importancia del agua subterránea en México es a partir del número de concesiones que el Gobierno Federal ha otorgado, quedando lejos las aportaciones científicas respecto a su volumen y relación sistémica con otros componentes del ambiente. De esta manera, del volumen total de los usos consuntivos del agua se estima que el agua subterránea concesionada en México corresponde al 39%, pero si se observan los usos agrupados consuntivos⁸ por fuente, el agua subterránea tiene un peso preponderante en los sectores público-urbano (58.4%) e industrial (50.7%), mientras que el agrícola sólo consume 36.4%

⁸ Se refiere a los usos que dependen de la diferencia entre volumen extraído y el descargado al llevar a cabo una actividad (CONAGUA, 2018).

(CONAGUA, 2018).

Por lo anterior, la importancia del agua subterránea va en ascenso pero, en la academia, el sector público y en las Organizaciones No Gubernamentales, se insiste en reducir su análisis complejo transversal, que incluye la gestión, la evaluación y la política, a una visión esencialista en la que predomina lo técnico (producción de infraestructura). En este contexto, vale la pena preguntarse ¿qué otros elementos inciden en la infravaloración del agua subterránea como elemento estratégico para la construcción de sociedades hídricas más justas y democráticas?

La evolución del conocimiento sobre el agua subterránea

Antes del Renacimiento, la comprensión del agua subterránea estaba lejos de ser desarrollada. Aristóteles (384-322, A.C.) había declarado que el agua de lluvia y la descarga de agua de los manantiales eran las principales fuentes de agua que sustentaban el flujo de los ríos; también, se pensaba que el agua de lluvia era insuficiente para proporcionar el agua que es drenada por los ríos del mundo (Duffy, 2017). En el siglo XVII se consideró que la descarga de agua de los ríos, así como la de los manantiales era demasiado grande para ser el resultado de las lluvias directas. En la época de Galileo (1564-1642, D.C.) era opinión común que el agua de mar se estaba infiltrando en el continente con procesos posteriores de filtrado y desalinización llevados a cabo por medios naturales con la ayuda del calor en el interior de la tierra, lo que daba lugar a que el agua finalmente quedase limpia y se filtrara a los ríos y manantiales. La hidrología empírica y los principios de la hidráulica fueron desarrollados principalmente en el siglo XVIII, y la física del flujo de agua subterránea impulsado por gravedad tuvo que esperar a ser reconocida recién en el Siglo XX por Hubbert (1940).

La noción de acuífero

En general, se considera la presencia de un acuífero cuando un estrato geológico produce agua en un pozo. El uso formal de este término fue propuesto por Theis (1935). Así, un acuífero se conoce como una formación geológica que contiene agua subterránea de la calidad necesaria y en cantidad suficiente para abastecer ecosistemas relacionados y las necesidades humanas de agua. Cada acuífero y otras formaciones de mucho menor productividad en general se describen por su edad geológica, su extensión, su espesor (límites superior e inferior), tipo de material y su respuesta hidráulica.

Lamentablemente, existe una creciente confusión bien establecida en el uso del concepto de acuífero, que frecuentemente se utiliza de forma intercambiable como sinónimo de agua subterránea. A menudo se olvida que un acuífero tiene dos componentes: una formación geológica y el agua subterránea que la satura⁹.

⁹ En otros trabajos (Hatch-Kuri y Carrillo-Rivera, 2021) se plantean estas definiciones: "agua subterránea" refiere al agua que ocupa el espacio poroso o fracturado de los sedimentos y rocas en el subsuelo, producto de la infiltración del agua de lluvia (que depende de las condiciones del clima y vegetación en la superficie), a través del suelo; considerando también el agua que asciende a la superficie alimentando arroyos, ríos, ecosistemas, manantiales, y humedales. Mientras que para "acuífero", refiere al medio

Se aduce que en la publicación de la Ley de Aguas Nacionales vigente en México (Honorable Congreso de la Unión, 1992) en el Artículo 3, fracción II.- se definió una frase con poco sustento técnico y jurídico definiendo el Acuífero, como "cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento". Sin embargo, en esa misma fecha se publicó, y no como fe de erratas, sino como si hubiese sido un cambio aprobado en el H. Congreso de la Unión, una definición con menor apoyo científico y jurídico, en la fracción II. "Acuífero": "Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo". Es importante destacar que esta definición es la que invocan las autoridades para sustentar el manejo del agua subterránea en México a través de políticas de fraccionamiento, en forma convencional, convenida o por conveniencia del territorio, sin justificación científica alguna en los 653 denominados "acuíferos administrativos" sin referencia a su espesor y conexión hidráulica. En cada una de estas unidades se aplica una ecuación matemática que representa un balance hídrico, ignorando inexplicablemente su conexión hidráulica real.

Para adicionar una mayor e innecesaria incompreensión a los conceptos del entendimiento del agua subterránea, en México, en la segunda mitad de la década de 1960, se instaló en forma oficial desde una visión de la Ingeniería Civil, el uso de la ecuación de balance hídrico aplicada a una fracción de un acuífero (formación geológica que contiene agua subterránea). La formación geológica usualmente contiene una serie de cuencas hidrográficas (como en el caso mexicano), además que a menudo la formación implica el acuífero propiamente dicho. La ecuación de balance se usa para calcular en el parteaguas o en el "acuífero administrativo", el excedente de aguas subterránea y superficial, buscando lo que en México se denomina disponibilidad del agua, tanto subterránea como superficial (CONAGUA, 2015). Esta sobresimplificación ha representado a menudo el mayor desafío para cualquier evaluación del suministro de agua, ya que normalmente no incorpora la calidad del agua subterránea presente y tampoco considera la hidrodinámica real del sistema, reduccionismo que se ve reflejado en los impactos ambientales ocasionados a las extracciones realizadas resultado de dicho balance.

Una opción más favorable que ofrece resultados más confiables para el ambiente y en consecuencia para los ecosistemas y la población en general es la aplicación holística de los sistemas gravitacionales de flujo de aguas subterráneas, también llamados "sistemas de flujo", término introducido por primera vez por Tóth (1962, 1963a, 1963b) basado en una evaluación teórica de los flujos de agua subterránea que encontró en su trabajo de campo en el centro de Alberta, Canadá. Basó el desarrollo matemático parcialmente en el trabajo de Hubbert (1940). Encontró que bajo una distribución homogénea e isotrópica de permeabilidad la imagen de flujo de aguas subterráneas mostró la aparición de tres sistemas de flujo de aguas subterráneas, que llamó sistemas locales, sistema intermedio, y un sistema regional. Notar que este modelo de análisis

geológico en el que se mueve el agua subterránea y cuyas propiedades (porosidad, coeficiente de almacenamiento y conductividad hidráulica-permeabilidad) favorecen el volumen almacenado y el movimiento del agua subterránea.

ya estaba asequible cuando en México se inició el uso del balance hídrico, el cual hasta la fecha se aplica con escasa información y sin considerar otros componentes del ambiente.

En contraste, ciertas organizaciones de Naciones Unidas como el Banco Mundial (2002) consideran a los acuíferos como recursos hídricos subterráneos, concepto que se sobrepone a una visión dinámica del agua, es decir, los flujos de agua subterránea y los cuales se caracterizan como un "régimen de flujo subterráneo". En este régimen, el componente primordial son los tiempos de residencia del agua en el subsuelo y que se reportan, pero exclusivamente para los acuíferos considerados de mayor importancia por el Banco Mundial, como los situados en regiones semiáridas, como es el caso del Desierto del Sáhara (Banco Mundial, 2002-2006). La visión del Banco Mundial soslaya otros componentes que enfatiza Tóth (1995, 1999), como el referente geológico, la composición química e isotópica del agua, la distribución de cargas hidráulicas, así como la evidencia observada en la superficie, como la geomorfología, el tipo de vegetación y de suelo, así como la presencia y ausencia de agua superficial. Estos elementos cuantificados con métodos particulares de la hidrogeología moderna, la edafología, la agroecología y la geografía física, ayudarían a poseer una visión dinámica y escalar del agua subterránea en el ciclo hidrológico, superando reduccionismos como el planteado por el Banco Mundial en su concepto de "acuífero".

A pesar de la necesidad e importancia de una visión sistémica del agua subterránea, en el sector académico y en el sector público hídrico, el anterior concepto sigue gozando de amplio prestigio a través de un esquema hidráulico propio de la ingeniería civil. Un ejemplo claro se vierte en el contexto de la incipiente gestión del agua subterránea transfronteriza, cuando en 2008 con la presentación en la Asamblea de Naciones Unidas del proyecto de resolución 63/124, "El Derecho a los Acuíferos Transfronterizos", que justifica el reconocimiento del agua subterránea como cauce internacional, la definición "Agua Subterránea Transfronteriza", no existe. En su caso en el artículo 2, se definen cuatro conceptos relativos que obviamente manifiestan una visión particular y en casos controversial para denominar al "Acuífero Transfronterizo": a) Se entiende por "acuífero" una formación geológica permeable portadora de agua, situada sobre una capa menos permeable, y el agua contenida en la zona saturada de la formación; b) Se entiende por "sistema acuífero" una serie de dos o más acuíferos que están conectados hidráulicamente; c) Se entiende por "acuífero transfronterizo" o "sistema acuífero transfronterizo", respectivamente, un acuífero o sistema acuífero que tenga partes situadas en distintos Estados; d) Se entiende por "Estado del acuífero" un Estado en cuyo territorio se encuentra parte de un acuífero o sistema acuífero transfronterizo (ONU, 2008).

Se reconoce que la contribución de la Comisión de Derecho Internacional del Agua de Naciones Unidas fue fundamental para consensuar en el concierto internacional esta primera visión conceptual del agua subterránea transfronteriza, que ha trascendido en una década, porque estimuló marcos de entendimiento entre naciones interesadas en evaluar y caracterizar el agua subterránea que comparten, como el Programa Binacional de Acuíferos Transfronterizos México y Estados Unidos (TAAP, por sus siglas en inglés) (Hatch-Kuri *et al.*, 2019). Recientemente, especialistas como Rivera (2019) concluyen enfáticamente que la paulatina desaparición del concepto de "acuífero transfronterizo", será substituido por la determinación de los sistemas de flujo de agua subterránea anidados (multiescala) como unidades de estudio, a lo que se puede agregar incluso

de gestión, otorgando se cierta manera, validez a la necesidad de cambiar el paradigma conceptual de medición y conceptualización del agua subterránea, evolucionando del concepto de acuífero al de agua subterránea.

Poder y agua subterránea en México

Desde la experiencia de los autores, sostener un análisis que enfatice las relaciones de poder y el agua subterránea es un objetivo que, en el sector de la gestión del agua, en la academia y en otras partes interesadas es visto con recelo y suspicacia, por no decir, descrédito. En trabajos previos, se han analizado conflictos por el agua subterránea en la región binacional de Paso del Norte (Hatch-Kuri, 2017), así como en la zona metropolitana de Santiago de Querétaro (Sánchez *et al*, 2019), considerando algunos elementos de análisis estudiados previamente por Reis (2014), Hoogesteger y Wester (2015, 2017), Hoogesteger (2018) relacionados con la caracterización de los usuarios del agua subterránea y el mercado de transferencias, así como el despojo de poseedores de concesiones de agua subterránea en diversas partes del país (Carrillo-Rivera *et al.*, 2020).

Los trabajos de Hoogesteger y Wester (2015, 2017) sugieren que la reasignación parcial o total de los volúmenes amparados en los títulos de concesión entre interesados en vender y comprar "agua", ha creado un mercado negro del agua, que, si bien está permitido por la Ley de Aguas Nacionales (artículos 33 al 37), ha propiciado un esquema de fuerte competencia entre estos, donde prevalece la propiedad individualizada de bombas, el acceso a la electricidad, el combustible diésel y la propiedad de la tierra. En el caso de la Comarca Lagunera, localizada en el norte del país entre los Estados de Coahuila y Durango, Hoogesteger (2018) demostró que más de 20,000 usuarios agrícolas vendieron 12,000 títulos de concesión a cuatro compañías privadas en 1998, debido a que el bombeo dejó de ser rentable para los agricultores, pues el costo asociado a la perforación y construcción de pozos (a partir de 100,000 y \$250,000 dólares de EEUU (USD) en adelante), hace que extraer agua subterránea y la concentración de derechos de abstracción sean un privilegio de clase asociado a un régimen político de la gestión del agua que se distingue por sus prácticas de corrupción, como lo demostró el estudio de Nadine Reis sobre la gestión del agua en el Valle de Toluca, Estado de México (Reis, 2014).

Debe decirse que en estos trabajos se destacan los efectos económicos del conjunto de reformas neoliberales aplicadas en el sector del agua que desmantelaron la forma dominante de gobernar y corporativizar el sector que prevalecía hasta 1992, en la que el Estado tenía una rectoría incuestionable. Empero, se considera que un elemento adicional que requiere análisis riguroso es el nexo "poder político-agua subterránea", sobre todo si se considera que tanto en los espacios rurales como urbanos, la regularización y distribución de volúmenes de agua subterránea ha dependido de las decisiones políticas (en ausencia de criterios científicos) tomadas por el Poder Ejecutivo Federal para estimular el desarrollo económico local y regional, por medio del desarrollo de infraestructura de alta tecnología (construcción de pozos, conexión a redes de electricidad y de distribución del agua), haciendo que la transformación socio-técnica que condiciona el aprovechamiento del agua subterránea exprese contradicciones y relaciones de poder. En este sentido, el concepto de "libre alumbramiento", previsto en la

Constitución Política, así como las numerosas disposiciones de carácter reglamentario del Poder Ejecutivo Federal expresadas en los decretos presidenciales en materia de agua subterránea, se concatenan con los objetivos que persigue el concepto vigente de “acuífero” administrativo en Ley de Aguas Nacionales y son, de cierta manera, un eslabón que coadyuva a la comprensión del fenómeno económico de la concentración de derechos de agua en México y el “éxito” de los mercados de transferencia de agua, en el proceso de una aparente descentralización del sector hídrico en México desde 1992¹⁰.

En los trabajos de Domínguez y Carrillo-Rivera (2007) y Hatch-Kuri (2017), se concluye que los ordenamientos relacionados con el aprovechamiento del agua subterránea durante el período colonial (siglos XVI-XIX), obedecieron a las prácticas históricas, la costumbre y la tradición, más que a una visión científica, la cual era extremadamente limitada. Así, la apropiación y el acceso al agua subterránea estuvieron ligados a la propiedad privada de la tierra, la Corona reconocía su enajenación a quienes obraban para alumbrarla (propiedad de tipo perfecta). Esta tradición jurídica pasó al México independiente (siglo XIX), hasta que comenzaron actividades como la minería, ratificando el goce de las galerías filtrantes para el dueño de la tierra. En el derecho anglosajón se le reconoce a esta tradición como *rule of capture* o regla de la propiedad absoluta que, con la Constitución de 1917, el párrafo quinto del artículo 27, le reitera una condición semejante gracias a la permisión de la figura del “libre alumbramiento”, aunque agrega una condicionante en la que el titular del Poder Ejecutivo Federal podrá declarar el agua subterránea de “utilidad pública” (expropiación) cuando así convenga a sus intereses, y a partir de ello, establecer alguno de los tres tipos de ordenamientos legales para su acceso: zona de veda, zona reglamentada y zona de reserva. A la fecha, los asuntos legales relacionados con el aprovechamiento del agua subterránea, siempre y cuando hayan sido originados bajo la figura del libre alumbramiento, son regulados por el Código Civil, lo que vivifica la doctrina de la propiedad absoluta en México.

No queda duda de que la nacionalización del agua prevista en la Constitución de 1917, representó el ideario de uno de los principales intelectuales mexicanos, Don Andrés Molina Enríquez, quien en su obra “Los grandes problemas Nacionales” (Molina Enríquez, 1909), consideró al agua como un elemento estratégico para la creación de la riqueza nacional¹¹. Por ello, la política de desarrollo nacional y el naciente modelo de sustitución de importaciones (1930-1960) condujeron a que el Gobierno Federal ejecutara una política de centralización y control político de los recursos naturales considerados estratégicos como el agua (Aboites, 2009). En el primer lustro del siglo

¹⁰ Hasta antes de las reformas legales de 1983 a la Constitución en materia de agua, el Gobierno Federal había tenido la rectoría del sector público hídrico. Uno de los primeros pasos para la descentralización del sector fue la transferencia de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento a los municipios con la reforma constitucional al Artículo 115 y, posteriormente, en 1992 con los cambios en la Ley de Aguas Nacionales, fue palpable esta tendencia cuando se transfirieron los Distritos de Riego a los titulares de concesiones de agua agrícola, condicionados a la conformación de asociaciones de regantes.

¹¹ Este intelectual influyó, marcadamente, en la redacción del Artículo 27° Constitucional, para que la riqueza de la nación basada en la propiedad y control de los recursos naturales quedara bajo el dominio público de la nación posrevolucionaria. Su ideario se alimentó del debate planteado por el geógrafo prusiano Friedrich Ratzel en las postrimerías del siglo XIX, quien por medio del concepto de “Lebensraum” (área vital) consideraba que el suelo era una categoría de intermediación entre el Estado y la sociedad, el cual debía organizarse para aprovechar la riqueza nacional. Para Ratzel, el Estado representaba la más grande realización del hombre sobre la Tierra (Farinelli, 2000 y Gómez-Rey, 2006).

pasado, el agua subterránea coadyuvó al crecimiento y desarrollo nacional gracias a la introducción de la bomba y la electrificación del país, la política de irrigación y el crecimiento de las principales ciudades fueron facilitadas por la perforación y extracción de agua en cantidades insospechadas. Esto obligó, posteriormente, a la expedición de diversos ordenamientos legales federales como el “Reglamento de la Ley de Aguas de Propiedad Nacional” (1934 y 1936) que reconocía que los manantiales situados en terrenos privados, siempre y cuando su aprovechamiento hubiese iniciado antes de 1929, su naturaleza correspondía a lo privado. Además, la “Ley de Riegos” (1946) estableció que para la creación y operación de los Distritos de Riego, el Estado declaraba como utilidad pública todas las obras relacionadas con la exploración y aprovechamiento del agua subterránea.

Visto lo anterior y considerando la expedición de la “Ley Reglamentaria del Artículo 27 en materia de aguas del subsuelo” en 1947, el Poder Ejecutivo Federal hizo efectivo por primera vez, el control que le confiere la Constitución sobre el agua subterránea, por medio de la expedición de los ordenamientos legales citados, vía la declaratoria de utilidad pública. Domínguez y Carrillo-Rivera(2007), explican que esta ley determinó que las aguas del subsuelo eran las que se extraían por medio de pozos, norias, galerías filtrantes, aguas termales y toda obra que permitiera el aprovechamiento de esta agua por medio de gravedad o bomba, determinando que era necesario dar aviso a las autoridades federales sobre su uso, dejando fuera de esta disposición los aprovechamientos con fines domésticos. Para ello, se han expedido Acuerdos en forma de Decretos presidenciales publicados, previamente, en el Diario Oficial de la Federación, con la finalidad de ordenar el aprovechamiento del agua subterránea en territorio nacional. Cabe hacer notar, que estos Decretos han respetado los aprovechamientos previamente realizados, bajo la figura del “libre alumbramiento”.

Un análisis y revisión de los ordenamientos legales expedidos en materia de agua subterránea en México, indica que 20 ex-Presidentes de la República de 1948 a 2018, expidieron 105 decretos legales en materia de agua subterránea (Cuadro N° 3). Por ejemplo, el expresidente Luis Echeverría Álvarez (1970-1976), expidió el mayor número de decretos, un total de 20, pero si consideramos el alcance espacial la magnitud territorial que afectaban las disposiciones, con solo 19 decretos el expresidente Adolfo Ruíz Cortines (1952-1958) afectó 89 “polígonos irregulares”¹². Notar que la naciente política de agua subterránea, si se considera este enfoque espacial de control del agua, el concepto “polígono irregular” refiere a la determinación de poligonales territoriales que tenían por objetivo vedar o prohibir la perforación y aprovechamiento de aguas subterráneas, para hacer frente a las implicaciones legales de la figura del “libre alumbramiento”, así la veda significa la suspensión total de este último. Se debe agregar que en la revisión de los decretos, la determinación de cada uno de estos polígonos irregulares, se expresa en coordenadas geográficas a fin de ubicar su dimensión y fronteras territoriales. Estas disposiciones están lejos de representar una visión científica y moderna de los acuíferos (formaciones geológicas particulares), como la provista por hidrogeología moderna, se infiere así que todas estas disposiciones han servido, *ex profeso*, para controlar el acceso al agua subterránea en áreas superficiales del territorio nacional de interés para el Gobierno Federal.

El concepto de “polígono irregular” antecede al de “acuífero administrativo” incluido

¹² Los primeros decretos incluían también conceptos como “porción”, “una porción” y “porción adicional”.

en la Ley de Aguas Nacionales, pero ambos tienen en común que omiten y reducen la dimensión del conocimiento científico en agua subterránea, ya que apenas se limitan a distinguir entre áreas que permiten el “libre alumbramiento” y las que lo prohíben. El trabajo técnico de determinación y gestión de las zonas vedadas es responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua.

Cuadro N° 3. Número de decretos sobre agua subterránea emitidos por los expresidentes de México (1948-2018).

Ex-Presidentes de México	Período	Cantidad de Decretos	Polígonos irregulares
Miguel Alemán Valdés	1946-1952	10	11
Adolfo Ruiz Cortines	1952-1958	19	89
Adolfo López Mateos	1958-1964	17	42
Gustavo Díaz Ordaz	1964-1970	12	52
Luis Echeverría Álvarez	1970-1976	20	63
José López Portillo y Pacheco	1976-1982	17	43
Miguel de la Madrid Hurtado	1982-1988	8	19
Carlos Salinas de Gortari	*1988-1994	0	0
Ernesto Zedillo Ponce de León	*1994-2000	0	0
Vicente Fox Quezada	*2000-2006	0	0
Felipe de Jesús Calderón Hinojosa	*2006-2012	0	0
Enrique Peña Nieto	2012-2018	2	332

Fuente: Elaboración propia a partir de las 104 publicaciones del Diario Oficial de la Federación dentro del período del 22 de diciembre de 1949 al 5 de abril de 2013.

* Nota: Durante el período 1988-2012 (el “período neoliberal”), no se expidieron decretos.

El presidente que expidió más decretos en materia de agua subterránea fue Enrique Peña Nieto (2012-2018) con un alcance territorial del 98% de todo el territorio nacional con efectos legales sobre 332 unidades acuíferas de gestión administrativa de los derechos del agua subterránea. Es necesario resaltar tres aspectos al respecto, como se planteó en los acápites anteriores, en la mitad del siglo pasado, el concepto de “acuífero” se formalizó e institucionalizó. En países como Estados Unidos, República Checa, Canadá, Reino Unido, entre otros, este concepto se caracterizó científicamente considerando una visión tridimensional (que no incluye solo la superficie), pero en México prevaleció

un concepto de acuífero con una visión bidimensional (con predominio de la superficie) marginando el grosor, siendo hasta fechas recientes que las evaluaciones oficiales hacen mención de la geometría de este referente geológico y algunas características de los sistemas de flujo de agua subterránea. Esta visión carece de rigurosidad científica porque desprecia la visión sistémica de los flujos de agua subterránea y su relación con otros componentes del ambiente, pero también porque es una evaluación técnica que está lejos de representar un modelo de democracia hídrica que apunte a la mejor gestión y administración del agua en vías de su sustentabilidad y sostenibilidad.

En términos generales, los decretos presidenciales sobre el agua subterránea revelan un cambio de retórica en el tiempo. Desde 1948 a 1972, los presidentes justificaron la expedición de los ordenamientos de decretos de veda y zonas de reserva para expropiar la infraestructura relacionada con los pozos o alumbramientos artificiales vía la figura de la "utilidad pública", pero en 1972, el primer decreto expedido introdujo un nuevo discurso, el de "la conservación y protección del balance hídrico del agua en los acuíferos". Conviene recordar, que el concepto de "acuífero" aún no estaba definido en la ley, y que el concepto dominante era "aguas del subsuelo" pero se aludía con ambos a una noción imprecisa de agua subterránea, incluso, la Ley Federal de Aguas de 1972, mandataba la reglamentación de todos los acuíferos vedados, pero esta no pudo llevarse a cabo por la falta de certeza respecto a los límites fronterizos de los polígonos irregulares de los "acuíferos". Estas disposiciones reflejan la incorporación en México de los grandes acuerdos provenientes de las conferencias ambientales internacionales, como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Cumbre de la Tierra) de Estocolmo, 1972 (ONU, 1972), en la que se acordó desarrollar e implementar políticas de protección al ambiente, incluyendo al agua.

Cabe destacar también que, como detalla el Cuadro N° 3, en el llamado "período neoliberal" entre 1988 y 2012 ninguno de los expresidentes del período, Carlos Salinas de Gortari (1988-1994), Ernesto Zedillo Ponce de León (1994-2000), Vicente Fox Quezada (2000-2006) y Felipe de Jesús Calderón Hinojosa (2006-2012), expidió decretos para vedar, reglamentar o reservar agua subterránea. Es posible que esta situación se encuentre relacionada con otros procesos económicos de mayor profundidad, como la integración económica con Estados Unidos y Canadá bajo la figura del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, toda vez que la reforma de 1992 a la Ley de Aguas Nacionales fue la que abrió el mercado de transferencias, entre los titulares de concesiones de agua en México, política que, en contradicción con el discurso ambientalista promovido por los expresidentes de períodos previos, permitió el desarrollo económico y las inversiones extranjeras en aquellos acuíferos que se consideran "sobrexplotados" o que tienen decretos de veda vigentes. En este sentido, si bien Peña Nieto vedó todo el territorio nacional, el 23 de marzo de 2018, (nueve meses antes de concluir su mandato), expidió un Decreto Presidencial en el que revirtió el espíritu ambientalista de protección hídrica, ordenando el otorgamiento de facilidades para renovar, legalizar y expedir nuevas concesiones de agua subterránea.

Aunque cabe resaltar que esta práctica de control presidencialista del agua no es reciente, una revisión más detallada de los decretos sugiere un patrón y lógica de expedición de los decretos de veda asociada a los proyectos desarrollistas del presidente en turno, aunque esta hipótesis deberá comprobarse con más rigurosidad en futuros trabajos. Así, vale la pena citar un ejemplo para ilustrar, en el sexenio del ex-Presidente Luis Echeverría Álvarez, se vedaron los "acuíferos" situados en la

Península de Yucatán (7 de diciembre de 1971)¹³, disposición que coincide con el proyecto económico del citado presidente para desarrollar la infraestructura turística en la Riviera Maya. Este mismo mandatario también destacan los decretos de veda de toda la costa del Estado de Guerrero y el centro y norte de esa entidad federativa, que si bien el proyecto turístico de Acapulco se detonó en el sexenio del ex Presidente Miguel Alemán Valdés (1946-1952), esto sugeriría que los decretos de veda respondieron a la proyección de una ampliación de actividades económicas asociadas al turismo, como el conjunto de Ixtapa-Zihuatanejo, que iniciaría su desarrollo pleno en la década de 1980 (Talledos, 2012)¹⁴. Estos casos revelarían que el control político sobre el agua subterránea que ejercía cada uno de los Presidentes en turno, tenían por objetivo potenciar sus proyectos económicos sexenales a través de la "producción de agua", revelando además, el carácter autoritario de su manejo y las decisiones discrecionales; a la fecha el presidente mantiene su facultad constitucional de dotación de agua a los usuarios a través de concesiones y la política que para estos efectos existe.

En suma, al contrario de la visión esencialista que predomina sobre el agua subterránea, el control técnico y político que el Gobierno Federal tiene sobre esta, le ha permitido manipular los destinos del crecimiento de la economía nacional por sexenios, aunque lo ha hecho paradójicamente, por medio de una política legitimada en la retórica de la protección ambiental desde 1972, haciendo goce de sus facultades de expropiación (utilidad pública) que le permite la Constitución con los decretos de veda y zonas de reserva, de esta manera, Peña Nieto fue el expresidente que terminó con las zonas de libre alumbramiento al decretar una veda de alcance nacional, consolidando el control político del Estado sobre el agua subterránea¹⁵.

El regreso del agua subterránea al oscurantismo

A través del último par de siglos, el mundo parecía que buscaba conocer acerca de la presencia e importancia del agua subterránea, lo cual fue notorio en especial a partir de la segunda mitad del siglo XX. Una fase inicial fue la formación de profesionales por medio de una licenciatura en hidrogeología en tres facultades de Geología en China en la década de 1950; en esos años se creó también un programa de posgrado en la Unión Soviética con una visión básicamente hidráulica. En esa época se iniciaron programas de difusión del conocimiento sobre el tema que impulsaron el entrenamiento y educación sobre el agua subterránea en universidades del Reino Unido, como el University College

13 Con el ordenamiento actual de acuíferos administrativos esta veda aplica para las siguientes unidades: Los ríos (2707), Boca del Cerro (2708) y Península de Yucatán (3105).

14 Con el ordenamiento actual de acuíferos administrativos esta veda aplica para las siguientes unidades: Tlacotepec (1207), Chilapa (1206), Nexpa (1232), Chilpancingo (1228), Tepechicotlán (1229), Papagayo (1230), San Marcos (1231), Atoyac (1223) y Coyuca (1224), todos vedados el 13 de febrero de 1975. Altamirano-Cutzamala (1208), El Naranjito (1212), Paso de Arena (1210), La Unión (1213) e Ixtapa (1215), se vedaron el 27 de junio de ese mismo año.

15 Incluso, el 31 de octubre de 2017, la CONAGUA expidió un Acuerdo en donde creaba el Comité Técnico de Manejo del Agua Subterránea (COTEMA), cuerpo colegiado responsable de analizar e implementar soluciones alternativas a los problemas del agua subterránea (contaminación, subsidencia, reducción de flujo base a los ríos, reducción de agua en los pozos, intrusión de agua salina).

de la Universidad de Londres, que inició un primer programa en el ámbito mundial de maestría y doctorado en 1966. La Universidad de Birmingham hizo lo propio en 1973 formando un grupo en Ciencias de la Tierra que realizó investigación, así como un curso de maestría en hidrogeología incluyendo un programa de investigación y doctorado en el tema. Estas instituciones tomaron como un reto establecer un paradigma de trato holístico al agua subterránea, comenzándose a introducir desde esos años 70s y 80s avances de la hidrogeología en países occidentales, de Medio Oriente, África y Asia. En los 1970s se impulsó un programa notorio que creó escuela en la Universidad de Waterloo con el libro *Groundwater* (Freeze y Cherry, 1979) que marcó el camino a la hidrogeología en Canadá y propició la creación del Instituto de Investigación en Agua Subterránea establecido en 1982, esto a su vez llevó a la creación del Centro de Waterloo para la Investigación en Agua Subterránea. Sin embargo, en 1998 el programa chino en hidrogeología fue cancelado debido a causas político y administrativas y, los alumnos inscritos, se tuvieron que mudar a programas relativamente recientes de Hidrología y Recursos Hídricos cuyo énfasis es el agua superficial. En el University College desaparecieron los programas de maestría y doctorado en el año 2000. Algo similar sucedió en 2016 en la Universidad de Birmingham donde se propuso cancelar el programa en hidrogeología, se cerró el componente de investigación (incluye el doctorado), y afortunadamente prevaleció el componente de maestría debido a las protestas de las empresas que manejan el agua subterránea en las Islas Británicas. La educación e investigación en hidrogeología nunca se suspendió en China (García-Galván, *et al.*, 2018).

En México, al igual que en América Latina y en el Norte de África, entre muchas otras regiones, es inexistente el enfoque sistémico del agua subterránea, siendo el principal objetivo de los programas educativos con contenido similar de maestría e investigación en hidrogeología, la visión de inicio de la segunda mitad del siglo XX, esto es, la hidráulica subterránea y los aspectos químicos e isotópicos del agua subterránea, sin el necesario y requerido referente hidrogeológico sistémico que busca comprobar resultados, faltando la integración ambiental y sistémica del ciclo hidrológico. La apertura y el cierre de los programas universitarios de pre y posgrado en materia de estudio de agua subterránea con visión de sistema contradicen toda argumentación oficial e internacional sobre la importancia de gestionar y preservar el agua de forma sostenible y sustentable, ¿cómo se pretende gestionar algo que se reduce a la ingeniería de los pozos y omite una dimensión sistémica? Esto equivaldría a pretender recuperar las cuencas hidrológicas, prescindiendo del concepto cuenca hidrológica.

La circunstancia que propició la salida del obscurantismo en materia de conocimiento sobre el agua subterránea fue el reconocimiento de las Naciones Unidas (2013) con la adopción del concepto de "Seguridad del Agua" (Water Security), aunque hay quienes abiertamente se oponen al tema y su aplicación, en México destaca su omisión como parte de esta negación explícita en su aviesa traducción como *seguridad hídrica*.

Entre las señales de la poca atención científica que se le presta al agua subterránea en México, tenemos la falta de transparencia y mala información que expliquen por ejemplo las cantidades de agua que reciben municipios como Cancún o Guanajuato. En lo académico encontramos que el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua destina 9 de sus 450 empleados al agua subterránea, el tema de su interés pareciera ser hidráulico; la CONAGUA intenta atender la problemática a nivel nacional con una Dirección General el agua subterránea; así, la investigación sobre agua subterránea se

realiza en universidades, si bien los resultados de la investigación con frecuencia se topan con la cerrazón burocrática y trabas de la obsolescencia que nutre a las decisiones políticas. La Universidad Nacional Autónoma de México aprobó hacia finales del 2020 una especialidad en agua subterránea ubicada en la dupla Facultad de Ingeniería e Instituto de Ingeniería dándole un enfoque hidráulico al tema, sin embargo, para enero de 2021 todavíase carecía de temas y de una planta de docentes específicos.

Conclusiones

El conocimiento científico sobre el agua subterránea todavía es limitado, pero paulatinamente ha venido avanzando en las últimas dos décadas, las evidencias acerca de los cauces de agua subterránea transfronteriza se incrementan, pero no han constituido un argumento suficiente para elaborar una política diferenciada entre lo doméstico y lo transfronterizo en las aguas subterráneas. La literatura reciente analizada revela que la superioridad en términos del volumen global del agua subterránea disponible sobre la superficial, debería ser un elemento estratégico para modernizar los marcos de gobernanza del agua en el mundo. En el caso mexicano, se observa que la figura constitucional del "libre alumbramiento", estimuló el desarrollo y crecimiento económico nacional desde el centro del país en el período de 1917 a 1947, pero vista la importancia radical del agua subterránea, el Gobierno Federal decidió hacer uso de sus facultades y atribuciones para emitir ordenamientos legales que olvidaron incorporar los avances científicos de la hidrogeología, reduciendo las acciones legales a la declaración de la utilidad pública de los aprovechamientos de agua y al establecimiento de vedas, a fin de poseer el control político del agua.

Los decretos revisados, además, refieren que la retórica empleada por el Estado para ordenar el acceso y la dotación del agua entre los usuarios desde 1972 a la fecha, si bien ha sido a partir de los principios del conservacionismo y la preservación y uso sustentable del agua, en la práctica, los decretos han facilitado las decisiones de los presidentes en turno para desarrollar la economía de determinados espacios del territorio nacional. De esta manera, se ha impuesto una visión pragmática, ingenieril y autoritaria sobre el manejo del agua subterránea, lo que ha conllevado el empleo de conceptos científicos que han sido impuestos por agencias económicas internacionales como el Banco Mundial (acuífero como reservorio) en detrimento de otras visiones alternativas para evaluar con visiones sistémicas el agua subterránea (sistemas de flujo como agua dinámica y parte del ciclo hidrológico). Este argumento también explica porque se ha impuesto el concepto de "acuífero transfronterizo", en detrimento del concepto "agua subterránea transfronteriza", como argumentamos en recientes trabajos (Hatch-Kuri y Carrillo-Rivera, 2021). La modernización de la gestión del agua no podrá ser posible si tampoco se modernizan los sistemas educativos y de formación de profesionales en hidrogeología, por ello es indispensable revertir lo que aquí se denominó "el regreso al obscurantismo" en agua subterránea; esquemas de gestión y gobernanza eficientes y de preservación sustentable y sostenible exigen profesionales que tengan posibilidades de complementar la visión predominante de la hidráulica subterránea.

Referencias

- Aboites, Luis (2009), La Decadencia del Agua de la Nación: estudio sobre desigualdad social y cambio político en México, segunda mitad del siglo XX. México, D.F.: El Colegio de México, A.C.
- Banco Mundial (2002), "Protección de la calidad del agua subterránea". Groundwater Management Advisory Committee. En Colaboración con Global Water Partnership. WHO-PAHO-CEPIS y UNESCO-ROSTLAC-PHI, No 25071.
- Banco Mundial (2002-2006). |"Nota 2". La Serie de Notas Informativas del GW•MATE. Global Water Partnership (GWF) – Asociación Mundial del Agua. Disponible en: www.gwpforum.org. Consultado en marzo de 2021.
- Carmona, María del Carmen, Carrillo-Rivera, José Joel, Hatch-Kuri, Gonzalo, Huizar-Álvarez Rafael y Marcos Adrián Ortega Guerrero (2017), Ley del Agua Subterránea: una propuesta. Ciudad de México: UNAM.
- Carrillo-Rivera, José Joel, Ouyse, Samira y Gonzalo Hatch-Kuri (2020), "Groundwater mismanagement: impacts on society due to a response lacking geoethics in Mexico". In Sessions SS2 at The Geoethics & Groundwater Management online Congress, 18-22 Mayo de 2021, Porto, Portugal. Disponible en: <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-12568> . Consultado en marzo de 2021.
- CONAGUA-Comisión Nacional del Agua (2015), Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. Diario Oficial de la Federación, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Págs 1-12. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015#:~:text=NORMA%20Oficial%20Mexicana%20NOM%20D011,anual%20de%20las%20aguas%20nacionales. Consultado en marzo de 2021.
- CONAGUA-Comisión Nacional del Agua (2018), Estadísticas del Agua en México. Ciudad de México: SEMARNAT, CONAGUA. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf . Consultado en marzo de 2021.
- Domínguez, Judith y José Joel Carrillo-Rivera, (2007), "El agua subterránea como elemento de debate en la historia de México", en Alicia Mayer (coord.), México en tres momentos, 1801-1910-2010. México: UNAM. Disponible en: <https://siaps.colmex.mx/documentos/estudios/Agua%20Subterranea.pdf>. Consultado en marzo de 2021.
- Döll, Petra, Mueller Schmied, Hannes, Schuh, Carina., Portmann, Felix. T., y Annette Eicker (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, Vol. 50 N°7, págs. 5698-5720.
- Duffy, Christopher J. (2017), The terrestrial hydrologic cycle: an historical sense of balance, Volume 4, WIREs Water published by Wiley Periodicals, Inc. págs. 1-21.

- Famiglietti, James S. (2014), "The global groundwater crisis", Nature Climate Change, Vol. 4 N° 11, págs. 945-948.
- Farinelli, Franco (2000), "Friedrich Ratzel and the nature of (political) geography", Political Geography, Vol. 19, N° 8, págs. 943-955.
- Freeze, R. A., y J. A. Cherry (1979), Groundwater N° 629.1 F7.
- García-Galván, Silvia G., José Joel Carrillo-Rivera, y Rafael Huizar Álvarez (Coords) (2018), Coloquios sobre el agua subterránea en México, Ciudad de México: Senado de la República, LXIII Legislatura.
- Gleeson, Tom, Kevin M. Befus, Scott Jasechko, Elco Luijendijky M. Bayani Cárdenas (2016), "The global volume and distribution of modern groundwater" Nature Geoscience, Vol. 9 N° 2, págs. 161-167.
- Gómez-Rey, Patricia (2006), "La asimilación de las ideas de Ratzel y la nueva visión del territorio mexicano", Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, N° 10. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-25.htm>. Consultado en marzo de 2021.
- Harvey, David (2017), El cosmopolitismo y las geografías de la libertad. Madrid: Akal Ediciones.
- Hatch-Kuri, Gonzalo, Samuel Schmidt Nevdedovich y José Joel Carrillo-Rivera (2017), "Elementos de análisis de la propuesta de Ley General de Aguas en México a partir del Derecho Humano al Agua y sus repercusiones en el quehacer científico, docente y en la investigación". Revista de El Colegio de San Luis, Vol 7, N° 13, págs. 30-61.
- Hatch-Kuri, Gonzalo. (2017), Paso del Norte: La competencia por las aguas subterráneas transfronterizas. Ciudad Juárez: El Colegio de Chihuahua-Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Hatch-Kuri Gonzalo, José Joel Carrillo-Rivera y Rafael Huizar-Álvarez (2019), "Evaluación crítica del acuífero transfronterizo río San Pedro". Regions and Cohesion, Vol. 9 N°1, págs. 61-85.
- Hatch-Kuri Gonzalo y José Joel Carrillo-Rivera (2021), "Groundwater Flow Systems and Their Importance in the Assessment of Transboundary Groundwater: The Mexico–U.S.A. Case". en M.M.Alconada-Magliano (Ed. Intensified Land and Water Use. Springer Earth System Sciences. Cham: Springer.
- Hoogesteger, Jaime (2018), "The Ostrich Politics of Groundwater Development and Neoliberal Regulation in Mexico". Water Alternatives, Vol11 N°3.
- Hoogesteger, Jaime y Philippus Wester (2017), "Regulating groundwater use: The challenges of policy implementation in Guanajuato, Central Mexico". Environmental Science & Policy, N° 77, págs. 107-113.

- Hoogesteger, Jaime y Philippus Wester (2015), "Intensive groundwater use and (in) equity: Processes and governance challenges". Environmental Science & Policy, N° 51, págs. 117-124.
- Hubbert King, M. (1940), "The theory of groundwater motion". Journal of Geology, Vol.48 N°8, págs. 785-944.
- ICWE- International Conference on Water and the Environment(1992), Dublín:ICWE.
- Linton, Jamie (2010), What is water?: The history of a modern abstraction. UBC press.
- Linton, Jamie y Jessica Budds (2014), "The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water". Geoforum, N°57: págs. 170-180.
- ONU- Organización de las Naciones Unidas(2008), The law of transboundary aquifers. Resolution 63/124) (11 December 2008) Retrieved in march 2021: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/63/124&Lang=S. Consultado en marzo de 2021
- ONU- Organización de las Naciones Unidas(1972), Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, 5 a 16 de junio de 1972, Estocolmo. Disponible en: <https://www.un.org/es/conferences/environment/stockholm1972>. Consultado en marzo de 2021.
- Rivera, Alfonso (2019), "What is the Future of the Groundwater?" Groundwater, Vol. 57 N°5), págs. 661-662.
- Reis, Nadine (2014), "Coyotes, Concessions and Construction Companies: Illegal Water Markets and Legally Constructed Water Scarcity in Central Mexico" Water Alternatives, Vol. 7 N° 3.
- Sánchez-Ángulo, Julio César, Gonzalo Hatch-Kuri, y HugoLuna(2019), "Agua y poder: el control del agua subterránea en Amazcala", Revista NTHE, N° 27 "Cuencas Hidrográficas", pp. 27-32. Disponible en: <http://nthe.mx/archivos/revista27.php>. Consultado en marzo de 2021.
- Theis, Charles V. (1935), "A relation of the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using ground-water storage". Transactions of the American Geophysical Union, Vol. 16, págs. 519-524.
- Tóth, József (1999), "Groundwater as a geologic agent: an overview of the causes, processes and manifestations". Hydrogeology Journal, Vol7N° 1, págs. 1-14.
- Tóth, József (1995), "Hydraulic continuity in large sedimentary basins." Hydrogeology Journal. Vol. 3 N° 4, págs. 4-16.
- Tóth, József (1963a), "A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins". Proceedings of Hydrology Symposium N° 3: Groundwater, Calgary, 8 - 9 de noviembre de 1962, National Research Council of Canada, Associate Committee on Geodesy and Geophysics, Subcommittee on Hydrology. Págs.75-

106.

Tóth, József (1963b). "A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins". Journal of Geophysical Research, Vol. 68, N° 16, págs. 4795-4812.

Tóth, József (1962), "A theory of groundwater motion in small drainage basins in Central Alberta, Canada". Journal of Geophysical Research, Vol. 67, N° 11, págs. 4375-4389.

UNESCO, ONU-AGUA (2020), Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y cambio climático. París: UNESCO.

UNESCO, ONU-AGUA (2016), Contribución de la UNESCO a la edición 2015 del Informe de las Naciones Unidas para el Desarrollo Hídrico Mundial. París: UNESCO.



WATERLATGOBACIT