

# Hacia una gestión compartida de las aguas subterráneas transfronterizas: la Hidrogeología y el Sistema Acuífero Guaraní

M. Walter

Northwestern University, Political Science Dept., Scott Hall, 601 University Place, Evanston, IL 60208  
Institut d'Etudes Politiques de Paris, 199, boulevard Saint-Germain, 75007 Paris  
martinwalter@u.northwestern.edu; martinwalter@sciences-po.org

## RESUMEN

A diferencia de otras aguas internacionales, como los ríos y lagos compartidos, las aguas subterráneas transfronterizas no suelen ser cogestionadas. La gestión de estos recursos depende de su conocimiento científico y se ve influenciada por problemáticas locales que impiden la implementación de mecanismos de regulación. A partir de documentos históricos y entrevistas a responsables políticos, funcionarios, científicos y actores socio-económicos, este artículo examina los roles de la ciencia y la cooperación científica en la creación de nuevos mecanismos para la cogestión del Sistema Acuífero Guaraní. El enfoque analítico propone eludir discusiones prototípicas sobre diferencias geopolíticas y sobre la incompatibilidad de los marcos institucionales. Se argumenta que el conocimiento hidrogeológico es una dimensión constitutiva del proceso de toma de decisiones, pero que opera simultáneamente como herramienta para la modificación de preferencias y como desafío para los marcos institucionales preestablecidos.

Palabras clave: aguas subterráneas, acuífero transfronterizo, conocimiento, gobernanza, políticas de gestión

## ***Towards the Joint-Management of Transboundary Groundwaters: Hydrogeology and the Guaraní Aquifer System***

### ABSTRACT

*In stark contrast to other international waters such as shared rivers or lakes, transboundary groundwaters are rarely co-managed. Management initiatives for shared groundwaters depend on scientific knowledge, which is often unavailable, and are influenced by a multiplicity of local issues that preclude the straightforward implementation of regulatory mechanisms. Drawing from historical documents and interviews with management experts, scientists and socio-economic stakeholders, we examine the roles of science and scientific co-operation in the process that led to the creation of co-management instruments for the Guaraní aquifer system. This analytical approach purposely sidesteps archetypical discussion about geopolitical differences and the incompatibility of institutional settings, arguing instead that hydrogeological knowledge is a constitutive dimension of the decision-making process, in which it operates both as a tool for the reframing of preferences as a challenge to established institutional frameworks.*

*Key words: groundwater, knowledge, policy, transboundary aquifer governance*

### ABRIDGED ENGLISH VERSION

*In the light of ongoing debates about the relative absence of regulatory frameworks for the management of transboundary groundwater resources at the global level and the role of institutions and power in environmental governance, we examine here factors that, although often missed by the literature, nonetheless constitute the emergence of governance mechanisms dedicated to these resources. We purposely sidestep classic discussions concerning the structure of institutions in the water sector and the power of states in the development of international water co-management policies to focus instead on the role of actors and institu-*

*tions devoted to the production of scientific knowledge in the development of policies for the Guaraní aquifer system.*

*We analyse the factors and strategic rationales that surrounded the discovery of the Guaraní aquifer system and their effects on the approach ultimately chosen for the management of its shared resources. In this respect, this paper differs from other studies of the Guaraní aquifer system, which examine the accumulation of scientific knowledge about the resource or the content of the regulatory instruments created for its governance. We review here the specific institutional and political processes that fostered the conceptualization of the regional groundwaters as one single aquifer system, as well as their consequences for the development of specific mechanisms for its governance. Our aim here is to examine the complex relationship that exists between changing institutional and political paradigms, the practice of hydrogeological research and the development of transboundary groundwater management policies. We argue that a wide variety of paradigmatic changes can be traced to the reform of academic institutions and to the interactions of regional scientists with international water-policy-making initiatives. Moreover, we emphasise that an understanding of the factors behind the politicization of the Guaraní aquifer system may better explain the complex factors that shape global environmental governance more generally.*

*Historically the water resources shared by the riparian countries of the Río de La Plata Basin were proxies of the geopolitical competition existing between these countries. The states involved saw the waters of the shared basin as a means both to fulfil their economic development plans and to demarcate their sovereign spaces. Within this context, scientific research devoted to the study of shared water resources was compartmentalized by nation and shaped by the respective governments at the national level. Moreover, the vast majority of academic institutions were funded and organised by the state: the formal recognition of scientific disciplines in regional universities depended directly upon the decisions of the national ministries of education. The academic departments in the regional universities located along the La Plata basin were funded and organised for the training of experts and the production of the knowledge deemed necessary for the construction and maintenance of large infrastructure projects in the area. Within this framework not all scientific disciplines received equal official support. Hydrogeological studies in particular were considered subordinate to other canonical disciplines such as hydrology and geology and were thus allocated fewer economic and institutional resources. The region therefore lacked experts and academic studies in the field of hydrogeology. During the eighties, however, regional democratization processes and the consequent trend towards autonomy undergone by academic institutions fostered the emancipation of hydrogeology from other scientific disciplines, which fuelled the significant increase in the number of hydrogeology experts and the study of the region's aquifers and groundwater resources.*

*The discovery of the Guaraní aquifer system reflected not just the theorization and empirical verification of hydrologic connections between local aquifers, in spite of regional geological discontinuities, it also denoted the elevation and consolidation of hydrogeology in the regional academic institutions and the establishment of new expert networks. Thus it may be said that the conceptualization of the Guaraní aquifer system resulted from the strategic action of regional hydrogeologists. In fact, the suggestion that the regional aquifers, which had until then been largely studied and conceptualized as separate entities, should be considered as part of a transboundary aquifer system was instrumental to the regional hydrogeologists' ongoing struggle for recognition and resources within regional academic institutions. The scale and thus the geostrategic importance of the transboundary aquifer helped capture new economic resources from international agencies dedicated to funding research about shared natural resources and hydrogeology's claim for recognition on both scientific and social bases.*

*Scientific research into regional groundwater resources was accompanied by explicit calls for political action. The scientific conceptualization of the Guaraní aquifer system fostered the involvement of public officials concerned with the strategic nature of the resources. The politicization of the Guaraní aquifer system, supported as it was by regional scientists, but at the same time reflecting the strategic interests of the national governments, led to a process of international political co-operation involving Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay. In 2000 all four countries, co-financed by the Global Environmental Fund, jointly launched a project aimed at a more thorough study of the Guaraní aquifer system. The initiative produced a knowledge base for the development of policies aimed at the protection and sustainable management of the aquifer system. Concluded in 2009, the international research project produced a strategic plan of action that facilitated the development of concrete management policies at local, regional and national levels. In 2010 the governance mechanisms of the Guaraní aquifer system were further reinforced through the signature of a multi-lateral framework agreement.*

*The process that led to the creation of the governance instruments for the management and sustainable exploitation of the Guaraní aquifer system is indicative of the many political roles of scientific knowledge. Information about hydrogeology shaped the cognitive framework according to which political actors formulated their preferences. It was simultaneously instrumental to its introduction to and implementation in the political agenda, as well as being critical to the political negotiation of concrete management provisions. In the case of the Guaraní aquifer system, theories about its geographical scale and denomination were far from inde-*

*pendent from the struggles for disciplinary emancipation and legitimization. Its discovery and politicization reflected the reform of regional academic institutions that followed the processes of institutional decentralization and democratization during the 1980s. The strategic conceptualization of the Guarani aquifer system was articulated as a political process through the interaction of the regional hydrologists with the states and international organisations. The approach operated not only as a tool for the legitimization of the scientific discipline, but also as a means for driving an international political dialogue about the use of shared resources.*

*The historic regional paradigms of water management favoured competition over shared resources according to geopolitical concerns. These paradigms were crystallized as much in policies and institutions as in experiences of political interaction. Within this context, although official negotiations over the "new" shared resources – the waters stored in the Guarani aquifer system – did not lead to significantly original forms of international political interaction, they did result from the mobilization and interest of actors who had historically been marginal in fuelling regional politics. In fact, although intergovernmental co-operation and co-management of the shared water resources of the Río de la Plata basin and those of the Guarani aquifer system are similar a priori, they are in fact the result of very different political processes. Instead of being designed and directed exclusively according to the preferences of state agents, the governance of the aquifer system was fostered by subsidiary political authorities and non-state actors: expert networks and international organisations.*

## Introducción

Aproximadamente el 95% de toda el agua potable disponible en el mundo se encuentra bajo la tierra. Las aguas subterráneas son y serán necesarias para hacer frente a la demanda de agua proveniente de las ciudades, la industria y la agricultura (UNECE, 2007; Zekster y Everett, 2004). En efecto, el uso de estas aguas a nivel global ha aumentado progresivamente desde fines del siglo diecinueve, conllevando aumentos de la productividad de la tierra y crecimiento económico (Moench, 2003; Morris, Lawrence, Chilton, y Adams, 2003) así como el deterioro cualitativo y cuantitativo de los recursos y la aparición problemas políticos y económicos (Llamas y Martínez-Santos, 2005). De hecho, aunque en las últimas décadas han surgido diversas iniciativas dirigidas a la gestión y protección de las aguas subterráneas, la explotación de la mayoría de estas aguas –y en particular de aquellas que son compartidas internacionalmente– no es aún objeto de regulaciones (Burchi, Mechlem, Unesco y Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005; Delli Priscoli y Wolf, 2009; Puri y Aureli, 2005).

La literatura sugiere que la ausencia de mecanismos de cogestión para el manejo de las aguas subterráneas compartidas es consecuencia de la ausencia de informaciones y conocimiento sobre los recursos (Salman, 1999; Eckstein, 2005; Eckstein y Eckstein, 2003) y de la incapacidad y el desinterés de los actores políticos en formular políticas para su gestión (Matsumoto, 2002; Jarvis et al., 2005; NATO y Darnault, 2008). Estas explicaciones suelen basarse –en muchos casos implícitamente– en teorías más generales sobre la emergencia de políticas internacionales para la gestión de recursos naturales, determinada por el poder relativo y los intereses de los Estados in-

volucrados en la gestión de los recursos compartidos (Phillips et al., 2006; Zeitoun y Allan, 2008; Zeitoun y Warner, 2006) o por procesos de negociación entre actores que operan según las restricciones impuestas por marcos institucionales (Hochstetler, 2002; Risse-Kappen, 1995; Scott y Milman, 2010). Se sugiere que la cogestión de aguas compartidas refleja conflictos políticos a distintos niveles de gobernanza y que, ante problemas conocidos, se trata de una respuesta funcional a las preferencias y posibilidades de los más poderosos. Sin embargo, más allá del consenso respecto de la idea de que "el poder es importante", las teorías existentes difieren respecto al rol del conocimiento científico en la emergencia de mecanismos de cogestión. Se suele postular el conocimiento sobre los recursos como un "dato objetivo" en función del cual, a la manera de un marco cognitivo, se forman las preferencias y se toman las decisiones.

Las teorías sobre el rol de la información y el conocimiento en los procesos políticos hacen hincapié sobre su influencia en la formación de las preferencias de los actores (Goldstein et al., 2000). Se basan para ello en la noción de que el conocimiento estructura intereses y preferencias. En este sentido, Weaver y Rockman (1993) notan que en última instancia los procesos de reforma institucional reflejan cambios culturales y paradigmáticos; Blyth (1999) es por su parte más directo y sugiere que nuevas ideas y conocimientos operan como armas para la desestabilización de los sistemas institucionales. Nuevas ideas y conocimiento modifican preferencias en los procesos políticos porque sugieren distintos mecanismos para la resolución de los problemas y porque postulan una distinta distribución de los beneficios resultantes de los marcos institucionales (John, 2003). Estructuran además nuevos paradigmas e interpretaciones a par-

tir de proposiciones teóricas u ontológicas que legitiman estrategias programáticas alternativas (Conca, 2006; Jasanoff, 2004). En este sentido, Hall (1989; 1993) argumenta que las nuevas ideas modifican directamente los marcos interpretativos en función de los cuales se toman las decisiones. Generan nuevos paradigmas en función de los cuales se reevalúan los problemas a resolver, los objetivos concretos de las políticas públicas y de los medios necesarios para su implementación. Según esta perspectiva, nuevos "datos" sobre la realidad reestructuran las bases del debate político, y cargan en sí mismas los principios en los cuales se fundamentan las nuevas políticas.

Teorías alternativas postulan el conocimiento cómo un recurso de poder. Apuntan al reconocimiento explícito por parte de los actores de la importancia de controlar la formulación de los problemas para la promoción de sus intereses (Bardwell, 1991). Arguyen que la agenda política no se determina por sí misma, sino que responde a las iniciativas de actores y a procesos de negociación (Elder y Cobb, 1983). Los actores generan procesos de cambio político mediante la imposición de sus propias definiciones de los problemas que deben resolverse, "*policy images*" que en muchos casos desafían de forma explícita o implícita los marcos institucionales existentes (Baumgartner, 1993; Haas, 1991). Según esta perspectiva, los conflictos políticos reflejan primeramente discusiones sobre la formulación de los problemas y no sobre la selección de las "mejores" soluciones (Bardwell, 1991; Stone, 1989). El proceso de definición de los problemas consiste en la especificación de sus elementos políticamente relevantes y en la composición de "historias causales" en función de las cuales se determinan las responsabilidades y las posibilidades de intervención política (Stone, 1989, 282). En este proceso, se tiende a fortalecer la posición de aquellos actores que son capaces de movilizar sus preferencias en términos epistemológicamente y socialmente legítimos (Litfin, 1994; 1992; Adler y Haas, 1992). Este tipo de aproximación sostiene que la fuerza de una idea –su capacidad de definir un problema político– depende de su defensa por parte de actores políticos antes que de su contenido (Jacobsen, 1995). En otros términos, el efecto político de las ideas y el conocimiento depende de su movilización dentro del proceso político por parte de actores interesados.

Teniendo en cuenta lo dicho, en este artículo examinaremos los distintos roles del conocimiento hidrogeológico en la formulación de un marco para la gestión y protección de las aguas subterráneas transfronterizas del Sistema Acuífero Guaraní (SAG). A tal efecto eludiremos los debates clásicos de la literatura focalizados en el rol de los marcos regulatorios y el

poder de los estados en la generación de políticas de cogestión y pondremos énfasis en la importancia y en las consecuencias políticas de instancias de producción de conocimiento científico. En efecto, nuestro enfoque analítico sugiere que el conocimiento sobre el SAG, que surge y es movilizado con fines estratégicos, opera como una dimensión constitutiva del proceso de gestión. A diferencia de otros trabajos dedicados al repaso de estudios científicos realizados sobre el SAG o al análisis de los instrumentos regulatorios generados para su gestión, nuestro estudio examina las dinámicas institucionales y políticas que fomentaron el "descubrimiento" del sistema acuífero y sus consecuencias en el desarrollo de un marco regulatorio para el recurso. Es por ello que el objetivo de este trabajo no es el análisis cualitativo de decisiones tomadas para la gestión para del SAG o de los estudios sobre las condiciones hidrogeológicas regionales, sino la puesta en manifiesto de una dimensión usualmente ignorada por estudios dedicados al estudio de políticas ambientales, que es la compleja interrelación de paradigmas políticos y marcos institucionales de la investigación científica con las modalidades concretas de la gestión de las aguas subterráneas transfronterizas. Argumentaremos a continuación que el conocimiento hidrogeológico y las políticas creadas para el SAG reflejan distintos aspectos de un cambio de paradigma político e institucional, visibles en las nuevas formas de articulación de las instituciones académicas regionales con los procesos de generación de políticas para la gestión de aguas compartidas.

Los materiales en los que se basa este texto surgen de un trabajo de campo realizado entre los años 2005 y 2010 durante el cual entrevistamos a tomadores de decisión y a responsables políticos en los países que comparten el Sistema Acuífero Guaraní y recogimos documentos y reportes originales, entre otras fuentes de información secundarias. El trabajo está estructurado en dos partes. En primer lugar, presenta los paradigmas históricos de gestión de las aguas de la cuenca Paraná-La Plata y de organización de las instituciones académicas dedicadas al estudio científico de las aguas compartidas entre los países de la región. A continuación se describe el proceso de transformación de las modalidades de generación de conocimiento hidrogeológico que derivó en el descubrimiento del Sistema Acuífero Guaraní y analiza la lógica política subyacente a la movilización de las redes de científicos regionales. El desarrollo de conocimiento sobre los recursos compartidos, que abrió la puerta al proceso de generación de políticas compartidas fue producto, en efecto, de cambios institucionales a nivel de las instituciones académicas regionales y de procesos de cooperación científica resultantes

de cambios paradigmáticos que tuvieron lugar en esa particular coyuntura histórica.

### **Paradigmas y políticas en la gestión de la Cuenca Paraná-La Plata**

Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay comparten una de las cuencas de aguas superficiales más grande del mundo: la Cuenca del Río de la Paraná. La cuenca se compone de los ríos Paraná, Paraguay y La Plata y posee más de 3.2 millones de kilómetros cuadrados de extensión. Se trata de la cuarta cuenca más grande del mundo y de la segunda más grande del hemisferio occidental. A lo largo de los dos últimos siglos, sus aguas fueron el objeto de intensas negociaciones y conflictos entre los países que las comparten. Originalmente, estas aguas se utilizaron para colonizar el territorio y para demarcar los territorios nacionales. A posteriori, la gestión de los recursos compartidos consideró su rol económico y medioambiental. Así, la multiplicación de los intereses asociados a las aguas compartidas modificó el contenido de las políticas generadas para su gestión.

La historia de la gestión de la cuenca del Río Paraná refleja los cambios en las preferencias de los estados respecto del manejo y uso de estos recursos. Los marcos legales e institucionales mediante los cuales se gestionan las aguas compartidas en la región se hicieron eco de sucesivos paradigmas e interpretaciones políticas. En efecto, las tensiones en torno del manejo de la cuenca del Paraná han sido históricamente la expresión más clara de la interdependencia económica y política que existe entre los países que la comparten. Los países dependen de la navegabilidad de la cuenca para el comercio y el transporte, de la producción de energía hidroeléctrica para la industria, de reservorios multi-propósito para la protección contra las inundaciones, para la irrigación y para el turismo. Las políticas e instituciones creadas para el manejo de las aguas compartidas son indicadoras tanto de momentos de tensión entre los países durante los años setenta, como de procesos más recientes de integración regional y cooperación entre ellos.

Durante el periodo colonial los ríos de la cuenca del Paraná fueron utilizados para la conquista y control del territorio. Luego, la emancipación de los imperios coloniales de la primera mitad del siglo diecinueve complejizó las relaciones políticas entre los nuevos estados y otorgó un nuevo sentido a las aguas de la cuenca. Las tensiones geopolíticas asociadas al control de los territorios aledaños a los ríos que conforman la cuenca fueron parte de los procesos de consolidación nacional y de la demarcación de las fronteras regio-

nales (Burr, 1955). Se ha sugerido por lo tanto que las relaciones diplomáticas entre los países de la región desde las guerras de independencia hasta la década de 1970 se estructuraron en torno a conflictos por el control e influencia sobre los recursos de la cuenca (Resende-Santos, 2002). En efecto, a lo largo del siglo veinte, a medida que se redujeron los conflictos por la soberanía entre los países, tomaron relevancia los debates y las políticas referidas las modalidades de acceso y desarrollo de las aguas compartidas. Se hizo hincapié en el rol de las aguas compartidas en el desarrollo económico de los países.

En 1933, tras un Conferencia Interamericana, los países de la región decidieron adoptar una declaración sobre los *Usos Industriales y Agrícolas de los Ríos Internacionales* en la cuál establecieron los principios de consulta previa y de equidad para la gestión de la cuenca del Río de La Plata. Estos principios fueron luego integrados a distintos acuerdos bilaterales y multilaterales destinados a la construcción de infraestructura, como aquel firmado en 1946 entre Argentina y Uruguay para la construcción de una represa internacional entre las ciudades de Salto y Concordia. A mediados de la década del sesenta, los países de la región firmaron una declaración más abarcativa mediante la cual expresaron su intención de desarrollar mecanismos institucionales estables para la gestión de las aguas compartidas. Se creó entonces el *Comité de Coordinación Intergubernamental de la Cuenca del Plata (CIC)* y se firmó el *Acuerdo de la Cuenca del Río de la Plata*. El acuerdo estableció explícitamente la existencia de intereses políticos y económicos compartidos entre los países de la región respecto del uso de las aguas compartidas, reflejaba el interés de los países en articular objetivos de desarrollo económico doméstico y de autonomía política a nivel internacional (del Castillo Laborde, 1996; 1999). No obstante, aún en el marco del acuerdo de 1969, distintas iniciativas orientadas al desarrollo económico, como la construcción de represas hidroeléctricas, aún operaban como instrumentos de posicionamiento geoestratégico. Las aguas de la cuenca del Paraná, aunque nominalmente reguladas conjuntamente, eran parte de intensas disputas por la hegemonía regional: proyectos como la represa de Itaipú estaban signados tanto por consideraciones geopolíticas como por objetivos de desarrollo económico (Elhance, 1999; Ribeiro, 1994). Esta lógica de competencia regional se mantendría vigente por lo menos hasta 1979, año en el que los países de la región formalizaron un nuevo acuerdo sobre la gestión de la cuenca del Paraná cuyo objetivo explícito era reducir definitivamente las tensiones sobre el manejo de las aguas compartidas, marcadas hasta

entonces por consideraciones geopolíticas y desarrollistas (Resende-Santos, 2002).

### **De los acuíferos nacionales al Sistema Acuífero Guaraní**

Hasta la década de los ochenta, las instituciones y modalidades de investigación científica sobre las aguas compartidas reflejaron la competencia regional por los recursos y la centralización del poder político en los países de la región. Las instituciones académicas, en su mayoría públicas, eran en efecto financiadas y organizadas de forma funcional a los objetivos de desarrollo de los estados nacionales. La creación de las disciplinas científicas en las distintas universidades regionales, por ejemplo, se realizaba en función de las preferencias de los gobiernos de turno y sus planes de desarrollo económico. Los gobiernos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay fundaron cátedras de ciencias en universidades localizadas a lo largo de la cuenca del Paraná con el fin de proveer recursos humanos para los grandes proyectos de infraestructura de la cuenca del Paraná (Bacolla *et al.*, 2005). Los centros de ciencia y tecnología eran un componente integral de las políticas de los Estados nacionales, pero es por ello también que no todas las disciplinas científicas obtuvieron el mismo apoyo. Bajo el auspicio de las políticas desarrollistas, los estudios de Hidrogeología fueron en efecto históricamente considerados subordinados a otras disciplinas canónicas, como la Hidrología y la Geología. La relativa marginalidad de los estudios de Hidrogeología en las universidades regionales resultó no solo en la asignación de recursos económicos limitados para el estudio de las aguas subterráneas de la región, sino también en la escasez de expertos y estudios sobre estos recursos.

En este sentido, la historia de la creación de la *Facultad de Hidrología General y Aplicada* de la Universidad Nacional del Litoral, en la provincia argentina de Santa Fe, es representativa de la dinámica institucional regional. Este departamento académico fue fundado en el año 1970 con el objetivo explícito de preparar profesionales calificados para la evaluación, planificación y explotación de los recursos hídricos de la región. Sin embargo, la universidad no reconoce formalmente la Hidrogeología como una disciplina científica autónoma hasta el año 1985, cuando se crea *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hidráulicas* (Bacolla *et al.*, 2005). En efecto, previo a la reforma de los estatutos de la universidad y de su autonomización respecto del Estado Nacional que se produjo en los años que siguieron a la vuelta de la democracia, la

universidad carecía de la autoridad necesaria para decidir su propia organización interna. El proceso de democratización, y la emancipación de la Universidad de las decisiones del gobierno nacional dio lugar a la emergencia de nuevas disciplinas científicas, y al reconocimiento formal de la Hidrogeología como disciplina científica autónoma.

El proceso de reconocimiento de la Hidrogeología, que se produjo en paralelo a los procesos de autonomización universitaria y de democratización política, dio lugar al incremento del conocimiento sobre los acuíferos subyacentes a la cuenca del Paraná y a la formación de nuevos expertos sobre estos recursos en la región. El reconocimiento de nueva disciplinas tuvo también como consecuencia un importante cambio en la repartición de recursos y estructuras de poder existentes dentro de las instituciones académicas. Nuevas disciplinas, y la Hidrogeología en particular, debió en efecto justificar su valía tanto frente a disciplinas científicas establecidas como a autoridades universitarias, en términos académicos y en términos de su utilidad social. Los defensores de la nueva disciplina debieron establecer espacios propios dentro de las instituciones académicas de la región, armados de la legitimidad científica de su trabajo y de la relevancia social de sus descubrimientos.

Conceptualmente, el Sistema Acuífero Guaraní surge en efecto no solo de la teorización y verificación empírica de las conexiones hidráulicas existentes entre los distintos acuíferos regionales, más allá de las discontinuidades geológicas existentes en la región. Su descubrimiento es también reflejo de la progresiva consolidación de los estudios de Hidrogeología en las instituciones académicas regionales y la constitución de una red de investigadores regionales especializados en el tema. La aproximación a escala regional sugerida para las aguas subterráneas fue funcional a la politización de los recursos y la articulación de intereses en torno a su gestión. En este sentido, la conceptualización unificada de los acuíferos regionales no resulta de la expansión descontextualizada del conocimiento científico, sino que por el contrario da cuenta de la modificación estructural de las relaciones entre los países de la región –del aumento de avenidas de cooperación científica internacional– y de la transformación interna de las instituciones académicas que acompañó la democratización de los países de la región. La asignación del sentido político-estratégico fue clave en el proceso de unificación conceptual de los acuíferos regionales. En efecto, el reconocimiento de la relevancia política del recurso fue funcional a la defensa de la Hidrogeología dentro de las unidades académicas regionales, ya que permitía validar la legitimidad de los estudios sobre el recurso. La escala

regional del Sistema Acuífero permitió a los hidrogeólogos regionales capturar recursos de agencias internacionales dedicadas al financiamiento de estudios sobre recursos naturales compartidos, e interpelar a las agencias gubernamentales nacionales dedicadas a la gestión de recursos hidráulicos y a las relaciones exteriores. Estas nuevas fuentes de financiamiento y de legitimidad socio-política permitieron fortalecer los espacios de la Hidrogeología en las universidades regionales. Simultáneamente, y de acuerdo a los paradigmas históricos de gestión de aguas compartidas, el alcance regional de las problemáticas del Sistema Acuífero Guaraní también suscitó preocupación política por las posibles amenazas a la soberanía nacional, así como interés en las oportunidades de potenciales de estos recursos para el desarrollo económico.

Históricamente, y de acuerdo a la convención científica, los acuíferos regionales eran estudiados por separado y denominados de forma distinta en cada país (Campos, 2000). Los acuíferos adyacentes a la cuenca del Paraná se denominaban Botucatu y Piramboia en Brasil, Tacuarembó y Rivera en Uruguay y Misiones en Argentina (Araújo *et al.*, 1995). Técnicamente, las múltiples denominaciones de los acuíferos regionales reflejaban la relativa escasez de estudios hidrogeológicos de escala regional y la multiplicidad de formaciones geológicas existentes en la región. La ausencia de estudios de escala regional era también producto de las tensiones diplomáticas existentes entre los países de la región y de la lógica de organización y financiamiento de las instituciones académicas y políticas. Los estudios científicos denotaban en efecto la compartimentalización de la investigación científica regional: las caracterizaciones hidrogeológicas de la región reflejaban principalmente especificidades locales antes que en la existencia de conexiones regionales entre los distintos acuíferos (Flores Machado, 2006).

Así, aunque las primeras teorías sobre la existencia de sistemas acuíferos transfronterizos surgen a comienzos de los años ochenta (Montaño *et al.*, 1998; Tujchneider *et al.*, 2007), la existencia de un sistema acuífero de escala regional se reconoce solo en la década posterior. Se sugiere en efecto por primera vez la denominación unificada de los acuíferos regionales en el año 1993 en la ciudad de Gramado, Brasil, en el contexto del Primer Simposio del Cono Sur sobre Recursos Hidráulicos. Este encuentro dio lugar a un grupo de trabajo para el estudio del Acuífero Internacional Botucatu, un sistema acuífero transfronterizo teóricamente compartido por Brasil, Paraguay y Uruguay (Campos, 2000). El objetivo de este grupo de trabajo era precisar empíricamente los límites geográficos del sistema, establecer principios para su explotación racional y generar un mapa hidrogeo-

lógico de la región. En agosto de 1994, en la ciudad de Curitiba, la Universidad Federal de Paraná, la Universidad de la República de Uruguay y la Asociación Brasileña de Aguas Subterráneas se reunieron nuevamente para discutir los avances realizados y los problemas técnicos y científicos que planteaba la gestión sostenible de este sistema acuífero. La iniciativa fue apoyada financieramente por el Centro de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (IDRC). En mayo de 1996, sobre la base de estas cooperaciones y de nuevas teorías respecto del alcance geográfico del Sistema Botucatu, se sugiere cambiar su denominación por la de *Sistema Acuífero Guaraní*. Esto ocurre en el marco del *Seminario e Workshop do Aqüífero Gigante do Mercosul*, a partir de la nomenclatura propuesta del geólogo uruguayo Danilo Antón (Rosa Filho y Chemas, 2001). El seminario fue organizado por la Universidad Federal del Paraná y entre sus participantes se encontraban científicos de la Universidad de la República del Uruguay, de la Universidad de La Plata y del Litoral de Argentina, así como miembros de agencias gubernamentales y del IRDC. El año siguiente, en Mayo de 1997, tuvo lugar un segundo seminario en la ciudad de Paysandú, Uruguay. En esta ocasión, los hidrogeólogos regionales no solo repasaron sus respectivas investigaciones, sino que además redactaron una declaración pública en la que demandaron a los países del Mercosur el establecimiento de un mecanismo institucional para la investigación científica conjunta, el uso sostenible y la protección del Sistema Acuífero Guaraní; adicionalmente, se preparó un proyecto de investigación internacional con el objetivo de extender y precisar el mapa hidrogeológico regional (Rocha, 1997). Firmada en el año 1998, la *Declaración de Paysandú* puso en manifiesto el interés de los hidrogeólogos regionales en el desarrollo de políticas sostenibles para la gestión del recurso compartido basadas en el conocimiento más acabado del recurso.

### **De la cooperación científica a la cogestión**

La preparación formal de un proyecto internacional para la investigación y desarrollo de políticas de gestión y protección del Sistema Acuífero Guaraní comenzó en el año 2000. Las bases de este proyecto fueron delineadas por los hidrogeólogos regionales tras sus encuentros de la década del noventa, pero fueron reformuladas en función de las preocupaciones de los estados nacionales y de las condiciones de financiamiento de los organismos internacionales. Los países de la región decidieron avanzar en la gestión del sistema acuífero a partir de un proyecto de cooperación

que permitiese completar su caracterización hidrogeológica e identificar objetivos concretos para las futuras políticas de gestión sostenible para el recurso. Se postuló al conocimiento científico como crítico para el desarrollo de iniciativas de gestión por sentar las bases "objetivas" sobre las cuales los países –y los organismos internacionales involucrados en el proceso– formularían sus preferencias sobre políticas concretas de gestión. En sus orígenes, los hidrogeólogos regionales hicieron hincapié en la existencia de lagunas en el conocimiento y en las potenciales amenazas generadas por la ausencia de políticas coordinadas. El conocimiento hidrogeológico fue presentado entonces como condición sine qua non para la gestión del sistema acuífero, y ello estructuró el proceso de desarrollo de políticas de gestión del recurso.

El proceso de cooperación política se focalizó primeramente, de acuerdo con la recomendación de los hidrogeólogos regionales, en el componente científico, en la caracterización del recurso y en la definición conjunta de los problemas de gestión. Luego, a partir de estos datos, se avanzó en el desarrollo de políticas locales y principios generales para la gestión del acuífero. En función de este trabajo preparatorio, en el año 2003, se inaugura el Proyecto para la Gestión Sostenible y la Protección del Sistema Acuífero Guaraní (PSAG). El proyecto fue financiado por partes iguales por los estados nacionales y por el Fondo del Medio Ambiente Mundial, parte del Banco Mundial. La ejecución de los fondos del proyecto estuvo a cargo de la Organización de Estados Americanos. El mandato explícito de la iniciativa era el siguiente: 1) el desarrollo de conocimiento científico sobre el recurso, 2) La implementación de una red de monitoreo estable de los recursos compartidos, 3) La realización de un diagnóstico transfronterizo y de planes de acción estratégica acordados y, 4) la creación de un marco para la gestión integrada de los recursos compartidos mediante la armonización de políticas e instrumentos de gestión (Cox *et al.*, 2009). El proyecto de investigación concluyó en el año 2009 y permitió el desarrollo de políticas coordinadas para la resolución de problemas relacionados con las aguas del acuífero a nivel local.

En acuerdo con sus objetivos originales, el PSAG sentó en efecto las bases para la gestión del sistema acuífero. En particular, el proyecto dio lugar a un Plan Estratégico de Acción (PEA) (OEA, 2009) constituido sobre del conocimiento de los recursos y del contexto institucional en el que se encuentran. El plan de acción se fundamentó en los resultados del PSAG: el relevamiento y constitución de una base de datos sobre los pozos existentes, el desarrollo de modelos hidrogeológicos y mapas temáticos sobre el sistema acuífero, y la instalación de una red de monitoreo pie-

zometrico en puntos clave del SAG para su seguimiento. Reunidas en un sistema de información geográfica (SISAG) de acceso público, estas informaciones fueron puestas a disposición de tomadores de decisión a nivel nacional, regional y local. El PSAG permitió el establecimiento de un mecanismo estable de cooperación y de intercambio de información entre los países orientado al desarrollo de políticas concretas de gestión de las aguas subterráneas transfronterizas. Dio también lugar a la firma de un acuerdo marco por los países de la región exclusivamente referido a la gestión del sistema acuífero (Amore, 2011). El primero en su tipo, este acuerdo firmado en 2010 fue redactado de acuerdo a los principios delineados por los artículos borrador de la Convención sobre la Ley de Acuíferos Transfronterizos, documento presentado a la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2008 y remitida a los Estados miembro en 2011 (Sindicato, 2011). En este sentido, las políticas y mecanismos de gestión desarrollados para el SAG constituyen no solamente un ejemplo concreto de éxito en la gestión de aguas subterráneas transfronterizas basadas en el conocimiento científico y de cooperación política entre los países de la región, sino también de un modelo institucional para la gestión de este tipo de recursos a nivel global.

## Conclusión

El proceso de politización de las aguas del Sistema Acuífero Guaraní compartidas entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay da cuenta de los distintos roles del conocimiento en los procesos políticos. El conocimiento científico opera como marco cognitivo en función del cual los actores políticos establecen sus preferencias y, simultáneamente, es un instrumento para la movilización y la negociación de temas de la agenda política. En el caso del SAG, la teorización de la existencia de recursos naturales compartidos reflejó el proceso de emancipación disciplinaria de la hidrogeología. Ello sucedió en una coyuntura signada por la flexibilización de las estructuras institucionales y por cambios sustantivos en las formas de interacción de los países de la región tras la democratización de los años ochenta. La concepción regional del sistema acuífero, recuperada por las agencias de los respectivos estados y por los organismos internacionales, es en efecto reflejo de decisiones estratégicas de los hidrogeólogos regionales, preocupados por legitimar la disciplina científica y por la ausencia de políticas para la gestión de estos recursos compartidos. La conceptualización unificada del SAG operó como herramienta para la legitimación de la hidrogeología

a nivel regional, pero también para la articulación de intereses en torno a la gestión del uso futuro de los recursos.

Los paradigmas históricos de gestión de las aguas compartidas en la región invitaban a una aproximación competitiva y basada en consideraciones geopolíticas. Estos paradigmas estaban cristalizados tanto en las políticas e instituciones existentes como en las experiencias de acción política. En este contexto, si bien las discusiones sobre los "nuevos" recursos compartidos –las aguas del Sistema Acuífero Guaraní– no derivaron en acuerdos de cooperación o en políticas de gestión fundamentalmente distintas de las formas pretéritas, dieron cuenta de importantes procesos de cambio subyacentes. En efecto, si bien la forma de la cooperación intergubernamental y de cogestión del SAG eran a priori similares a las de los paradigmas de gestión utilizados previamente en la gestión de la cuenca Paraná-Del Plata, fueron el resultado de procesos políticos muy diferentes. En lugar de procesos planificados y dirigidos centralizadamente por los estados nacionales, fueron el producto de la movilización de intereses de actores descentralizados. Estos actores fueron financiados y apoyados por organismos internacionales y por autoridades locales interesadas en la resolución de las problemáticas de gestión a nivel local: nuevos procesos de politización de los problemas locales y regionales de gestión medioambiental. En este sentido, el examen del rol del conocimiento científico en el desarrollo de las políticas para el SAG ilumina la conveniencia de un enfoque alternativo para el análisis de los procesos de cooperación internacional. Esta aproximación permite articular las discusiones sobre poder y las instituciones con aquellas dedicadas a la consideración de los paradigmas ideacionales y de procesos alternativos en la construcción de las políticas internacionales de gestión de los recursos naturales.

## Referencias

- Adler, E. y Haas, P. M. 1992. Conclusion, epistemic communities, world order, and the creation of a reflective research program. *International Organization*, 46 (1), 367.
- Amore, L. 2011. The Guaraní Aquifer, from knowledge to water management. *International Journal of Water Resources Development*, 27(3), 463-476.
- Araújo, L.M., França, A.B. y Potter, P.E. 1995. *Acuífero Gigante del Mercosur en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, Mapas hidrogeológicos de las formaciones Botucatu, Piramboia, Rosario del Sur, Buena Vista, Misiones y Tacuarembó*. Curitiba, Brasil, UFPR y Petrobras.
- Bacolla, A., Pujol, M. and Lozecco, C. 2005. *Crónicas de la FICH. 35 años*. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, Paraná.
- Bardwell, L.V. 1991. Problem-framing, A perspective on environmental problem-solving. *Environmental Management*, 15 (5), 603-612.
- Baumgartner, F.R. 1993. *Agendas and instability in American politics*. Chicago, University of Chicago Press.
- Blyth, M. 2002. Great transformations, economic ideas and political change in the Twentieth Century. Cambridge University Press, New York.
- Burchi, S., Mechlem, K., United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, and Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. FAO legislative study 86, *Groundwater in international law compilation of treaties and other legal instruments*. UN Press, Rome.
- Burr, R.N. 1955. The Balance of Power in Nineteenth-Century South America, An Exploratory Essay. *Hispanic American Historical Review*. 35 (1), 37-60.
- Da Rosa Filho, E.F. y Chemas, E.H. 2001. Structural Features and its Consequences in the Guaraní aquifer system. *International Conference on Hydrological Challenges in Transboundary Water Resources Management*. Koblenz, Alemania. p. 1-8.
- Del Castillo Laborde, L. 1996. Legal Regime of the Rio de la Plata. *Natural Resources Journal*. 36 (2), 251-295.
- Del Castillo Laborde, L. 1999. The Plata basin institutional framework. In: Biswas A. K. (Ed.) *Management of Latin American river basins, Amazon, Plata, and São Francisco*. UN University Press, New York, 175.
- Campos, H. 2000. Mapa hidrogeológico del Acuífero Guaraní. In: *Proceedings of the 1st Joint World Congress on Groundwater*, Fortaleza, Brasil, 15 p.
- Conca, K. 2006. *Governing water: contentious transnational politics and global institution building*. MIT Press, Cambridge.
- Cox, P., Olson, D.C. y Taffesse, S. 2009. Implementation Completion and Results Report: Environmental Protection and Sustainable Development of the Guaraní Aquifer System Project. *World Bank Report Series*, 81. Washington D.C.
- Delli Priscoli, J. y Wolf, A.T. 2009. *Managing and transforming water conflicts*. New York, Cambridge University Press.
- Eckstein, G.E. 2005. Protecting a hidden treasure: the UN International Law Commission and the international law of transboundary ground water resources. *Columbia Journal of Environment* 30(3), 525-564.
- Eckstein, G.E. y Eckstein, Y. 2003. Hydrogeological Approach to Transboundary Ground Water Resources and International Law. *American University International Law Review*. 19, 201-258.
- Elder, C.D. y Cobb, R. 1983. *The political uses of symbols*. New York, Longman.
- Elhance, A.P. 1999. *Hydropolitics in the Third World, conflict and cooperation in international river basins*. United States Institute of Peace Press, Washington, D.C.
- Flores Machado, J.L. 2006. A redescoberta do Aquífero Guaraní. *Scientific American Brasil*. 47, 33-39.

- Goldstein, J., Kahler, M., Keohane, R.O. y Slaughter, A.M. 2000. Introduction, Legalization and World Politics. *International Organization*, 54 (3), 385-399.
- Haas, E.B. 1991. *When knowledge is power, three models of change in international organizations*. University of California Press, Berkeley.
- Haas, P.M. 1992. Introduction, epistemic communities and international policy coordination. *International Organization* 46 (1), 1-35.
- Hall, P.A. 1989. *The political power of economic ideas, Keynesianism across nations*. Princeton University Press, Princeton. p. 361-391.
- Hall, P.A. 1993. Policy paradigms, social learning, and the state, the case of economic policymaking in Britain. *Comparative politics*. 25 (3), 275-296.
- Hochstetler, K. 2002. After the Boomerang, Environmental Movements and Politics in the La Plata River Basin. *Global Environmental Politics* 2 (4), 35-57.
- Jacobsen, J.K. 1995. Much ado about ideas, the cognitive factor in economic policy. *World politics* 47 (1), 283-310.
- Jarvis, T., Giordano, M., Puri, S., Matsumoto, K. y Wolf, A.T. 2005. International borders, ground water flow, and hydroschizophrenia. *Ground Water*. 43 (5), 764-770.
- Jasanoff, S. 2004. International library of sociology xii, 317 *States of knowledge, the co-production of science and social order*. Routledge, London.
- John, P. 2003. Is there life after policy streams, advocacy coalitions, and punctuations, using evolutionary theory to explain policy change? *Policy Studies Journal* 31 (4), 481-498.
- Litfin, K. 1994. New directions in world politics 257 *Ozone discourses, science and politics in global environmental cooperation*. Columbia University Press, New York.
- Llamas, M.R. y Martínez-Santos, P. 2005. Intensive Groundwater Use, Silent Revolution and Potential Source of Social Conflicts. *Journal of Water Resources Planning and Management* 131 (5), 337.
- Matsumoto, K. 2002. Transboundary groundwater and international law, past practices and current implications. Tesis de Maestría, Oregon State University, Departamento de Geografía. Oregon.
- Moench, M. 2003. Groundwater and poverty, exploring the connections. In: M.R. Llamas y E. Custodio (Eds.) *Intensive use of groundwater: Challenges and opportunities*. Balkema, Rotterdam.
- Montaño, J., Tujchneider, O., Auge, M. y Filí, M. 1998. *Acuíferos regionales en América Latina, sistema acuífero guaraní; capítulo argentino-uruguayo*. Centro de Publicaciones de la Universidad Nacional del Litoral, Paraná.
- Morris, B.L., Lawrence, A.R.L., Chilton, P.J.C. y Adams, B. 2003. Perspectives on Groundwater Management. In: British Geological Survey y UNEP (Eds.) *Groundwater and its susceptibility to degradation, a global assessment*, UNEP, Nairobi, p. 105-126.
- NATO y Darnault, C.J.G. 2008. Overexploitation and contamination of shared groundwater resources, management, (bio)technological, and political approaches to avoid conflicts. Springer, London.
- Organización de los Estados Americanos, OEA. 2009. Acuífero Guaraní: Programa Estratégico de Acción – Edición bilingüe. Brasil; Argentina; Paraguay; Uruguay. OEA, 2009. 424 p.
- Phillips, D., Daoudy, M., McCaffrey, S., Öjendal, J. y Turton, A. 2006. Trans-boundary Water Cooperation as a Tool for Conflict Prevention and for Broader Benefit-sharing. *Global Development Studies*. 4, 250 p.
- Puri, S. y Aureli, A. 2005. Transboundary aquifers: A global program to assess, evaluate, and develop policy. *Ground Water*. 43 (5), 661-668.
- Resende-Santos, J. 2002. The Origins of Security Cooperation in the Southern Cone. *Latin American Politics and Society* 44 (4), 89-126.
- Ribeiro, G.L. 1994. 185 *Transnational Capitalism and Hydropolitics in Argentina. The Yacyretá High Dam*. Florida University Press, Florida.
- Risse-Kappen, T. 1995. Cambridge studies in international relations; xvi, 323 p. *Bringing transnational relations back in, non-state actors, domestic structures, and international institutions*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rocha, G.A. 1997. O Grande Manancial do Cone Sul. *Estudos Avançados* 11 (30), 191-212.
- Salman, S.M.A. 1999. Groundwater: legal and policy perspectives. In: *Proceedings of a World Bank seminar (April 19 1999)*. World Bank, Washington, DC.
- Scott, C.A. y Milman, A. 2010. Beneath the surface: intra-national institutions and management of the United States – Mexico transboundary Santa Cruz aquifer. *Environment and Planning C.: Government and Policy*, 28 (3), 528-551.
- Sindico, F. 2011. The Guaraní Aquifer System and the Law on Transboundary Aquifers. *International Community Law Review* 13, 255-272.
- Stone, D.A. 1989. Causal stories and the formation of policy agendas. *Political science quarterly*. 104 (2), 281-300.
- Tujchneider, O., Pérez, M. y Paris, M. 2007. The Guaraní aquifer system, state-of-the-art in Argentina. In: L. Chery (Ed.) *Aquifer systems management, Darcy's legacy in a world of impending water shortage*. Taylor and Francis, Paris.
- UNECE. 2007. *Status of transboundary rivers, lakes and groundwaters in the UNECE region: purpose of the assessment and policy, status and management responses*. UN Press, Geneva.
- Weaver, R.K. and Rockman, B.A. 1993. *Do institutions matter? Government capabilities in the United States and abroad*. The Brookings Institution, Washington DC.
- Zeitoun, M. y Allan, J.A. 2008. Applying hegemony and power theory to transboundary water analysis. *Water Policy*. 10 (2), 3-12.
- Zeitoun, M. y Warner, J. 2006. Hydro-hegemony – a framework for analysis of trans-boundary water conflicts. *Water Policy* 8 (5), 435-460.
- Zekster, I.S. y Everett, L.G. 2004. Groundwater resources of the world, and their use. *IHP Series on groundwater*. UN Press, New York.

Recibido: diciembre 2011

Revisado: febrero 2012

Aceptado: marzo 2012

Publicado: julio 2012