

Modelos y representación de la realidad en la planificación hídrica

Anahí Membribe¹

Introducción

En la actualidad es ya poco discutido lo esencial de apuntar a un enfoque integrado del recurso hídrico, consigna bajo la cual existen esfuerzos simultáneos desde el ámbito científico-académico tendiendo a producir resultados en pos de planificar el territorio de la mejor forma posible e incorporar tales lineamientos de base científica a las decisiones en el ámbito político.

Los desafíos en torno a esta tarea implican asumir que las relaciones del agua son relaciones de poder materializadas en el territorio y evidenciadas en la gestión a través de la toma de decisiones. De allí, el desafío que aquí se propone es discutir cómo las representaciones de la realidad a partir de las cuales se definen ciertos lineamientos de acción -que son comunicados desde la ciencia hacia la política-, pueden aportar una visión integral en torno al uso, manejo y gestión del recurso hídrico².

Básicamente cuando se conceptualiza desde la idea de *territorio* se incluyen las relaciones de poder que tienen lugar en el espacio, entonces ¿cómo esas relaciones de poder pueden verse reflejadas en un modelo? Si entendemos que las relaciones de poder, como manifiesta Haesbaert (2014:44) son inmanentes a todas las demás: económicas, epistemológicas, culturales, de género, éstas se verán reflejadas en los modelos de representación de la realidad de la misma manera a través de elementos específicos de dichos aspectos.

El ejercicio de investigación propuesto se desarrolla en el marco de un proyecto de investigación interdisciplinario, como caso de estudio, el cual a partir de una base científica dada por la aplicación de modelos –hidrológicos, entre otros-, busca realizar

¹ Profesora en Geografía. Departamento de Geografía y Centro de Estudios Ambientales y SIG, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Comahue. Becaria Doctoral del Inter-american Institute for Global Change Research (IAI). Doctoranda de la Universidad Nacional de La Plata. Contacto: amembribe@gmail.com

² La gestión integral de los recursos hídricos (GIRH) ofrece un marco aceptado para acciones que incluyen las medidas de adaptación referidas tanto al suministro de agua como a los riesgos asociados con ésta, tales como la protección de la infraestructura y las fuentes tradicionales de suministro de agua; la construcción de lagunas en caso de inundaciones; la recolección de agua; el mejoramiento del riego, la desalinización; el saneamiento que no esté en función del agua y una mejor gestión de las cuencas y los recursos hídricos transfronterizos. (ONU/EIRD, 2008)

prospectiva sobre la disponibilidad del recurso agua en función del Cambio Climático³, para un área de estudio que incluye a las provincias de Neuquén y Río Negro, Argentina.

Cuando se abordan políticas de planificación del recurso hídrico en un contexto de cambio climático global, surgen interrogantes principalmente en relación a las posibles áreas a ser afectadas por variaciones en la disponibilidad del mismo, a lo que se suma además la localización de poblaciones e infraestructura. De allí que algunos estudios, como el aquí abordado, utilizan diferentes modelos para el análisis y obtención de escenarios a futuro, los cuales representan diferentes situaciones relacionadas con el problema del stress hídrico, el cual constituye una amenaza para poblaciones locales de la región del norte de la Patagonia donde se configuran espacios de vulnerabilidad.

Para este trabajo se propone analizar cómo se aplica un modelo matemático de simulación de la realidad en relación al recurso agua en un proyecto de investigación interdisciplinar en particular, intentando reflexionar acerca del proceso de construcción de conocimiento en torno a la modelización y su concepción de territorio, así como su representación incluyendo en el análisis algunas de estas interrogaciones: ¿qué criterios se tomaron para incluir o no ciertas variables o temas? ¿qué tipología se definió para reflejar cierta información en la interfaz gráfica del modelo -interpretada como documento cartográfico-? ¿qué influencia tiene la carga epistemológica disciplinar en la forma en que se usan y aplican estos modelos?

La presente propuesta refleja parte de los avances del trabajo de investigación como becaria doctoral en el Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica “*Ciencia interdisciplinaria y su integración al desarrollo para la adaptación a la escasez de agua en la región del Comahue, Argentina*” del Inter-american Institute for Global Change Research (IAI). A partir de las reflexiones aquí presentadas, relacionadas a la concepción y representación del territorio en la construcción de conocimiento científico y su comunicación, se espera generar aportes que apunten a mejorar las prácticas y estrategias de vinculación entre actores científico-académicos y del ámbito de la gestión y la planificación.

³Según IPCC (2007) se define cambio climático como la “variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales, a forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra.” Por otro lado, La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su Artículo 1, diferencia entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Aspectos teórico-metodológicos

Puede considerarse, siguiendo a Harvey (1998), que la relación espacio-temporal habría sido resignificada a partir de los procesos de globalización. Por un lado, las innovaciones en términos informáticos y de comunicaciones y por otro, nuevos enfoques que priorizan miradas interdisciplinarias e intersectoriales han reconfigurado de alguna manera la mirada de las ciencias hacia la representación del mundo, así como el modo en que ésta se comunica con el mundo de la política y de la acción.

Las incógnitas en cuanto a los ritmos de cambio durante los años y décadas próximos, la territorialidad de sus impactos o efectos, entre otros factores del contexto, influenciarán en las decisiones sobre gestión de los recursos y la adaptación de una manera fundamental (Membribe, 2015a). El término “adaptación”⁴ es una de los aportes más enriquecedores en torno a esta temática y se conjuga con lo que venía desarrollándose en relación a la Teoría Social del Riesgo (Natenzon et al 2007; Cardona et al, 2010; Lavell, 2011; Murgida et. al., 2012, 2013). Puede decirse que desde el ámbito científico-académico se evalúa en forma cada vez más asertiva la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos, su localización y el cálculo de pérdidas potenciales ante la ocurrencia de determinadas amenazas. Mientras que en los ámbitos de la política y la gestión se busca llevar adelante planes y acciones para prevenir, preparar o mitigar impactos e incluso generar estrategias de adaptación.

Para el abordaje de realidades complejas la ciencia se apoya en el uso de representaciones de las mismas también cada vez más complejas, integrales y de mayor garantía de científicidad. Si pensáramos en una definición bastante generalizada de modelo, originada en ámbitos geográficos, es "una representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades" (Joly, 1988:111). Así, los modelos en general, resultan ser “una” versión de la realidad que procura reproducir solamente algunas propiedades del objeto o sistema original, y que queda representado por otro objeto o sistema de menor complejidad.

⁴ Entendido como un “ajuste en sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos y sus efectos, y que modera el daño o permite explotar opciones beneficiosas. La adaptación es un proceso enfocado a reducir la vulnerabilidad, por lo cual implica fortalecer la capacidad de mejorar las prácticas y elevar la resiliencia, en especial de aquellas personas más vulnerables” (IPCC, 2014). En algunos casos, también supone reducir la exposición o sensibilidad a los impactos del cambio climático. De hecho, la adaptación es más que reducir la vulnerabilidad; es garantizar que las iniciativas de desarrollo no la aumenten involuntariamente. (Field, C.; Barros, V., 2014)

Entonces los modelos se construyen para conocer o predecir propiedades del objeto real, pero ¿qué ocurre cuando esa representación -bastante cercana pero no la realidad en sí misma- constituye la base de las decisiones que se toman sobre el mundo real? Quizás esta pregunta carezca de importancia si no incorporamos las ideas de intencionalidad y de poder inherentes a las relaciones sociales que se dan en el territorio. Entonces podemos preguntarnos, ¿qué ocurre cuando se construye un determinado modelo de la realidad que implica abordar la misma desde “un” aspecto particular de la misma, pero que en sí intenta responder a problemas de la vida real donde viven personas de carne y hueso?

Una posibilidad es encuadrarlo a través de la territorialización de las acciones que éstas relaciones generan o provocan y que serán evidenciadas en lo que Santos (1996) propone como fijos y flujos. Esos fijos y esos flujos aparecerán visibilizados (o incluso invisibilizados según la decisión-intención del autor) en las conclusiones resultantes de la modelización. La inclusión o exclusión de determinada información e incluso de determinados elementos constitutivos de ese territorio darán como resultado “una” versión de ese territorio.

El territorio, de cualquier modo, se define como manifiesta Haesbaert, (2014:78) con referencia a las relaciones sociales (o culturales, en sentido amplio) y al contexto histórico en el que está inserto; y estas relaciones se manifestarán entre los elementos representados en los mapas y demás representaciones gráficas, así como en sus vinculaciones explícitas y/o implícitas. Lo cual demuestra que los documentos cartográficos constituyen instrumentos/estrategias de poder, dado que con frecuencia actuamos y desarrollamos relaciones sociales (de poder, por lo tanto) en función de las imágenes que tenemos de la "realidad". Como afirma Raffestin: *la imagen o modelo, o sea, toda construcción de la realidad, es un instrumento de poder, y ello desde los orígenes del hombre. Una imagen, una guía para actuar, que tomó las formas más diversas. Hasta hemos hecho de la imagen un "objeto" en sí mismo, y con el tiempo hemos adquirido el hábito de actuar más sobre las imágenes, simulacros de los objetos, que sobre los propios objetos* (1993:145).⁵

El modelo, es en este análisis concebido como una herramienta -en este caso un software matemático- en cuyo contexto se representa el concepto de lo representado –en este caso un territorio delimitado como cuenca hidrográfica-. Es en sí mismo una

⁵ Citado en Haesbaert, (2014:78)

representación y a su vez funciona como un elemento del sistema de comunicación entre científicos de diferentes disciplinas y tomadores de decisión públicos y privados.

Por tanto, es posible afirmar que en su producción e interpretación intervienen diferentes actores disciplinarios con sus respectivos contextos paradigmáticos e ideológicos, desde quien produce los datos de base hasta el usuario final.

La construcción de los modelos-y sus salidas gráficas-, y las negociaciones que implica, se define como cualquier otro tipo de representación de la realidad, en función de un juego de poderes, intereses económicos, sociales, políticos, culturales... de allí, explícita o implícitamente la manera en la que se representa el territorio está ligada a los intereses que se tendrán en cuenta.

Este análisis desde una perspectiva crítica (Harley, 2001; Crampton, 2006; Lois, 2009; Monnmonier, 1996) centrada en la representación del territorio permite comenzar a analizar el funcionamiento de los modelos y los mapas como herramientas vinculantes entre las diferentes disciplinas y sectores (Quinteros, 2000; Torricelli, 2000) en el marco de cambio ambiental global (Murgida et al 2013; Tiessen, 2007). Para ello se profundiza en el nivel conceptual, es decir las categorías con las cuales se analizan los diferentes aspectos del problema, y luego en el nivel gráfico, como una de las formas de representar y comunicar los resultados.

En todo momento consideramos que el proceso de producción de conocimiento implica una serie de relaciones sociales, que aquí se analizan a partir de las formas empleadas para vencer las fronteras de conocimiento e intereses disciplinarios y de tomas de decisión para la gestión en el contexto de los sistemas complejos (García, 2006, Murgida et al, 2013). A diferencia del contexto de producción de conocimiento válido tradicional, tal como describe Gibbons et al. (1994)⁶; otro contexto, que incluye la ciencia y la investigación transdisciplinarios, incorpora a las partes interesadas en el proceso de generación de conocimiento desde el principio (Roux et al., 2006). En este caso, la participación se da de forma conjunta entre las partes interesadas y los científicos durante todo el proceso de generación de conocimiento. El desarrollo de las agendas de investigación interdisciplinaria implica un proceso de negociación inmerso en estructuras de poder e influenciado por estilos científicos y culturales (Gobel, 2006). Estas negociaciones se desarrollan a nivel interdisciplinar como intersectorial en lo que

⁶ El autor define a los conocimientos producidos en contextos de producción de conocimiento válido tradicional como aquellos generados en ámbitos académicos entre expertos disciplinarios y transferidos unidireccionalmente a un público más amplio después de la producción de los resultados. p.

se define como espacios de intercambio o “interfaz” (Funtowisz y de Marchi, 2000; Murgida, 2013), en torno a la noción de una ciencia posnormal que apunta a articular las preguntas, los objetivos y la construcción de conocimiento en forma integrada, tomando en cuenta los intereses parciales de todos los actores involucrados.

De esta manera se intenta poner en evidencia que muchas de estas decisiones se producen a partir de las interacciones disciplinarias y/o intersectoriales en el proceso de investigación. La modalidad del análisis de este trabajo es de carácter participativo durante la duración del proyecto bajo análisis y este es abordado desde un enfoque antropológico etnográfico (Shore, 2010; Murgida et al, 2013) basada en trabajo de campo con observación participante, entrevistas abiertas con los diferentes miembros del proyecto analizado, y con participación directa de las actividades del equipo en talleres y reuniones internas con el fin de realizar observaciones en el momento mismo de la interacción. Además de encuentros múltiples y personales con los coordinadores, los investigadores y los referentes de organismos externos vinculados al proyecto. Primero en torno a las vinculaciones internas al proyecto, principalmente entre los equipos que definen la modelización del recurso agua, para luego complementar la mirada con las vinculaciones con actores externos al proyecto que definen un enlace directo entre la ciencia y la política, como organismos gubernamentales y ONGs involucradas. Cabe aclarar que en esta aproximación los resultados se centran en las etapas de diagnóstico, ajuste de modelos y primeras corridas para generación de escenarios.

Los modelos de planificación hídrica

Con base en la evolución computacional, disponibilidad de información, interoperabilidad con sistemas de información geográfica y la percepción remota, los modelos han incorporado rutinas que los vuelve más complejos, tanto en su formulación como en su ejecución.

La modelación hidrológica es una metodología basada en la simulación de sistemas físicos a través de modelos fundamentados en funciones matemáticas empíricas y conceptuales que permite simular el caudal en base a datos propios de la cuenca. En hidrología, los modelos se pueden clasificar en forma general en tres categorías: modelos hidráulicos, que corresponden a aquellos que simulan el comportamiento de flujos en los cauces para distintos escenarios; hidrológicos, que persiguen representar los diferentes procesos involucrados en la distribución de la lluvia y la generación de

caudales en una determinada cuenca; y de planificación, que modelan la operación de los sistemas de recursos hídricos de una cuenca (Mena Pardo, 2009).

Los modelos de simulación hidrológica, que incluiría propiedades de las últimas dos categorías, elaborados para delinear escenarios futuros de oferta y demanda hídrica son considerados herramientas de aplicación en los cuales se agrega información de distinta naturaleza (principalmente datos de temperatura y precipitaciones), se modelan a largo plazo la combinación de variables hidroclimáticas presentes e históricas y se traza una trayectoria posible con ciertos niveles de incertidumbre.

El objetivo de modelar es tratar de interpretar esa realidad compleja, en este caso la cuenca entendida como sistema,⁷ para realizar un análisis de sensibilidad, intentando responder: ¿qué pasa si algo en el sistema cambia?, ¿cómo se relacionan, se miden, y se cuantifican esas realidades?. Para ello, en primera instancia las preguntas esenciales que se incorporan son: ¿dónde está el agua? (distribución espacial), ¿cuándo está disponible? (distribución temporal), y ¿cuánto? (caudales disponibles).

El modelo analizado, WEAP (Water Evaluation and Planning System), desarrollado por el Stockholm Environment Institute (SEI)⁸, se distingue de otros modelos hidrológicos por su enfoque integral para simular los aprovechamientos hídricos y su orientación de políticas. El modelo coloca al mismo nivel la demanda (patrones de uso del agua, eficiencias de los equipos, re uso, precios y asignación) y la oferta (escurrimiento, agua subterránea, almacenamientos y transferencias) de agua. Los principales valores que WEAP contempla son un manejo de demanda, protección y preservación de la calidad del agua y los ecosistemas (Vicuña et al, 2009; Calderón Estrada, 2012). Una particularidad del mismo es que está diseñado para operar en distintos modos: como base de datos de balance de agua, proporciona un sistema para mantener información de oferta y demanda de agua; como herramienta de generación de escenarios, simula la demanda, oferta, escurrimiento, caudal, almacenaje, generación, tratamiento y descarga de contaminantes y calidad del agua en los ríos; y como herramienta de análisis de políticas, evalúa una completa gama de las opciones de desarrollo y manejo del agua, tomando en cuenta los múltiples y opuestos usos de los recursos hídricos (SEI, 2012).

⁷En el estudio de la hidrología se pueden distinguir dos acercamientos: físico y de sistema, el primero se refiere a un acercamiento básico, puro o teórico mientras en último se refiere a un acercamiento aplicado, empírico o paramétrico. En el acercamiento como sistema el propósito explícito es el de investigar un sistema, establecer una relación de entrada – salida que se pueda utilizar para reconstruir eventos pasados o predecir eventos futuros, poniendo énfasis en el funcionamiento del sistema y no en su naturaleza como tal, debido a la complejidad del estudio de todas las variables involucradas (Singh, 1988). Citado en Calispa Aguilar, M. (2010)

⁸ <http://www.seius.org/software/weap.html>

Cabe aclarar que este modelo ha sido y es utilizado tanto a nivel mundial como nacional, con distintos alcances en sus resultados, algunos de los cuales actualmente están siendo analizados comparativamente por lo que estos resultados no se presentan en este trabajo. Pero si es posible decir que el mismo es utilizado para proyectos relacionados con el manejo del agua dulce, la asignación de recursos hídricos limitados, las preocupaciones respecto a la calidad ambiental, la planificación frente a la variabilidad e incertidumbre del clima, y la necesidad de desarrollar e implementar estrategias sostenibles del uso del agua. Todo esto dentro de un marco de cambio climático global y/o regional. El modelo analizado además de la hidrología a nivel físico ha ido incorporando procedimientos que intentan acercarse más a la realidad, aunque con un fuerte predominio de aspectos cuantitativos.

El escenario base de análisis de WEAP representa la situación actual del sistema modelado, como lo son: las fuentes de abastecimiento y de oferta del sistema, hipótesis de condiciones futuras las cuales se basan en políticas, costos y desarrollos tecnológicos, entre otros factores que modifican a las demandas. Los escenarios que se construyen consisten en conjuntos alternativos de hipótesis y políticas, éstos se evalúan con respecto a la suficiencia del agua, los costos y beneficios, la compatibilidad con las metas ambientales y la sensibilidad a la incertidumbre en las variables clave. Así existe la posibilidad de usar escenarios con múltiples miradas, a partir de la generación de múltiples de estos escenarios en relación a la variabilidad y cambio climático.

Este proceso se da como parte de complejas investigaciones multidisciplinarias y en el caso del WEAP integra oferta de agua a nivel de subcuenca con procesos hidrológicos y un modelo de gestión del agua enfocado en la planificación de recursos (Yates et al, 2005).

El caso de análisis: la aplicación del modelo

El proyecto analizado como espacio de aplicación del modelo WEAP, pretende como se dijo realizar prospectiva sobre la disponibilidad del recurso agua, así como definir las posibilidades de afectación de proyectos energéticos y productivos -principalmente por déficit hídrico-, y las posibilidades de adaptación de población vulnerable. Este involucra a unos cincuenta diferentes organismos gubernamentales y no gubernamentales nacionales e internacionales, así como a académicos y técnicos de

catorce diferentes disciplinas.⁹Para ello, se considera a la región como un sistema complejo conformado por la cuenca del río Negro y sus subcuencas, integrando la información a través de modelos climáticos e hidrológicos que permitan generar estos escenarios regionales enmarcados en el uso del recurso agua, con el establecimiento de diferentes prioridades como la producción energética, el riego de parcelas y el consumo urbano-industrial. Como así también permiten dar contexto al recurso hídrico en torno al potencial de generación hidroenergética de la cuenca del río Negro en un marco nacional.¹⁰

El seguimiento de los procesos de investigación generados en un proyecto como éste, permite reconocer en el proceso el tipo de vinculaciones generadas durante la construcción de ese conocimiento, así como reconocer el tipo y consecuencias de las decisiones que toma el científico a partir de los resultados o los productos obtenidos (Gobel, 2006). La metodología de dicho proyecto se basa en la exploración de escenarios climáticos, hídricos, socioeconómicos y energéticos que permitirán alimentar un proceso de prospectiva hídrica y energética de largo plazo mediante el uso de modelos. Su organización en base a las modelizaciones presenta diversos desafíos tanto en el proceso de colaboración entre los equipos de investigación no implicados en los modelos –como aquellos integrados por ciencias sociales–, como en el análisis integral y en la implementación de los resultados que arrojan las simulaciones.

Por una parte, la aplicación del modelo responde a un modelo conceptual dominante, la *economía de los recursos*, lo cual define qué territorio se va a poder transformar o planificar con esa determinada concepción del territorio. Entonces y siguiendo esa línea, dentro del modelo qué territorio se está analizando y en el mapa qué territorio se está representando. De ninguna manera se pretende aquí realizar una crítica al modelo o su aplicabilidad, sino que se lo toma como caso de análisis en tanto forma de abordaje de la realidad en base a determinados marcos conceptuales y epistemológicos.

Concepción del territorio y su representación

⁹Los científicos que participan en la construcción y desarrollo de los modelos pertenecen a centros de investigación científica nacionales y a centros académicos provinciales. Las disciplinas participantes son climatología, meteorología, hidrología, economía, así como especialistas en modelística e ingenierías. Entre los técnicos gubernamentales se encuentran aquellos que se desempeñan en instituciones asociadas al manejo hídrico, estos son, departamentos provinciales de agua y autoridades regionales intersjurisdiccionales con aplicación escala de cuenca.

¹⁰ Este aspecto es evaluado a partir de otro modelo de planificación energética, LEAP (the Long-range Energy Alternatives Planning), también desarrollado por el SEI; y de aplicación conjunta a partir de los resultados de WEAP como insumo del mismo.

Dentro de las posibles concepciones de territorio (política, cultural, económica, naturalista) planteadas por Haesbaert (2011:35), el abordaje conceptual aplicado a la problemática, y específicamente a los modelos, se corresponde con una visión económica (quizás economicista), la cual destaca la dimensión espacial de las relaciones económicas donde el territorio, en este caso, se incorpora netamente como fuente de recursos.

Por lo tanto, el territorio que los modelos estarían representando se ve definido por esta preponderancia de una de dichas dimensiones, principalmente en función de un recorte que se corresponde más con lo disciplinario que a las problemáticas a las que se pretende responder (Haesbaert, 2011:64). En este sentido, el peso de la participación de las ciencias duras e ingenierías explicaría la preeminencia de una de estas nociones, la cual se ve reflejada tanto en los escenarios futuros como en los documentos cartográficos que abordan dicho territorio, la cuenca como unidad territorial. Quizás una de las desventajas de este abordaje es que se parte de definir al recurso como un servicio y no como un derecho.

En el plano conceptual se identifica -desde el lenguaje de los modelos- una mirada puesta desde la economía de los recursos, donde los elementos representados del territorio se constituyen como “oferta” en relación a la disponibilidad del agua o “demanda” en tanto requerimiento ya sea para la producción de energía, riego o consumo urbano-industrial. El hecho de que los flujos entre las diferentes unidades (o *catchment*¹¹ como se los denomina en base al modelo¹¹) de oferta y demanda se reflejan en las cartografías a partir de una simbología simplificada por el ordenador. Estos resultados se constituyen en herramientas de vinculación entre quienes realizan las modelizaciones hidrológicas, quedando su producción y circulación por fuera de los componentes asociados a variables sociales y económicas. De allí, que se reduce la capacidad de evidenciar las verdaderas relaciones espaciales producto de las relaciones de poder que se dan en torno al uso y manejo del recurso hídrico.

En este sentido los conflictos¹² que se reflejan en las representaciones¹² presentan una concepción de vulnerabilidad física asociada al sistema como cuenca y no vinculada a la población que podría verse afectada ante la ocurrencia de fenómenos de stress hídrico.

¹¹ La unidad básica que representa un área, corresponde a un catchment y es mediante estas unidades como se puede desagregar la superficie de una cuenca, ya sea por subcuencas, bandas de elevación, áreas de cultivo, etc. (SEI, 2012)

¹²Las imágenes analizadas fueron obtenidas a partir de los modelos son utilizadas a nivel interno en el proceso de investigación. Habrá que analizar si se usan y de qué manera se utilizan en la etapa de presentación de resultados del proyecto bajo análisis.

Esta mirada se refleja por ejemplo referida a la oferta del recurso hídrico, las variables representadas se vinculan únicamente con factores naturales. Es decir la representación parecería indicar que el hecho de que se disponga de agua y su cantidad depende únicamente de factores relacionados a las precipitaciones en la alta cuenca. No se incluyen aquí otros factores como podrían ser, deforestación en alta cuenca o algún uso de suelo como factor modificador de la esorrentía de la misma.

Es interesante resaltar los elementos que aparecen así como los que no, en las unidades de análisis o “catchments” donde se equipara en el mismo nivel o jerarquía a los distintos sitios de demanda, en tal caso asentamientos urbanos, con distritos de riego y presas. Es decir que los puntos de demanda se vinculan categóricamente con elementos artificiales, que engloban tanto a las ciudades como a las áreas que demandan riego.

Aquí parecen perder protagonismo por completo las variables naturales.

Otro punto interesante refiere al establecimiento de prioridades para la satisfacción de la demanda de agua por parte de diferentes usos. En tal caso, el modelo puede asignar diferentes prioridades que se ingresan al mismo para que éste establezca los escenarios y las posibles deficiencias en el balance entre la oferta y la demanda para algún periodo temporal dado a mediano o largo plazo. En este caso los modeladores definen dentro de los tres usos o demandas principales un orden o jerarquía al cual la simulación generada por el modelo deberá atender: en este caso la prioridad se define para producción energética, riego y finalmente consumo urbano. Esto no resulta menor si analizamos los posibles conflictos por la competencia de estos tres usos. Es decir, los lineamientos generados por tal modelización establecen, particularmente para el decisor que es quien consumirá estos resultados en forma directa, que es prioritario que el agua disponible satisfaga a la producción hidroeléctrica y luego, a otros usos que en cierta medida tienen que ver con demandas más locales y regionales que las energéticas que responden claramente a una racionalidad centrada en las necesidades nacionales o centrales si se quiere.

Rol de las imágenes cartográficas

Los mapas elaborados hasta este momento provienen de la interfaz gráfica de los modelos¹³, los cuales permiten representar la configuración del sistema a través de la

¹³ A partir de la cual el usuario puede diseñar el modelo esquemático sobreponiendo los componentes del sistema (ríos, nodos de demanda, nodos de entrada, embalses, etc.) a partir de capas pre-elaboradas en un SIG (SEI, 2012).

creación y posicionamiento de los elementos de ese sistema –en este caso constituido por la cuenca del río Negro-. Los esquemas y mapas generados en el proyecto, responden a muchas de las preguntas necesarias para la gestión de recursos y la planificación de un territorio como: *dónde* se encuentra disponible el recurso agua, *dónde* se ubican las áreas de demanda (represas, ciudades, zonas agrícolas bajo riego), *dónde* están los sitios proveedores de datos (estaciones meteorológicas, estaciones de aforo, estaciones generadoras de energía), etc. A partir de lo cual se podrán establecer múltiples relaciones: de distancia (¿a qué distancia se ubican las zonas de oferta y demanda? –escala); de tiempo (¿hay aprovechamientos ahora? ¿los habrá en el futuro?), de dirección (¿hacia dónde se dirigen los cursos de agua? –flujos); de dimensión (¿cuánta agua disponible, a consumirse?); de distribución y relaciones, siendo éstas las que establecen los lazos de mayor complejidad ya que a partir de su análisis se definen las decisiones (¿cuáles son las prioridades? ¿hay zonas de mayor oferta o de mayor demanda? ¿dónde se pueden localizar los sitios críticos o más vulnerables?)

Es interesante resaltar que estos reflejan como dijimos “una” determinada mirada, en este caso resultado de esta interacción y diálogo entre quienes lo producen. Por ello, resulta interesante conocer quiénes intervienen en ello y cuál es su mirada disciplinar en el contexto. Esto resultará inherente a la potencialidad de estos resultados en relación a su perfil prospectivo. Es decir, los mapas y salidas de modelos que se desarrollan en este proyecto ajustan datos del presente, pero pretenden hablar del futuro. Por ello también es de resaltar el valor de la discusión con los funcionarios de organismos gubernamentales, pues de acuerdo con las salidas, se modifica el escenario futuro, sobre el cual las políticas de estado provincial y nacional van a delinear sus planificaciones para el desarrollo.

Resulta interesante incorporar en este punto la noción de territorio a partir de la concepción de espacio como híbrido desarrollada por Haesbert (2014:8): híbrido entre sociedad y naturaleza, entre política, economía y cultura, y entre materialidad e "idealidad", en una compleja interacción tiempo-espacio, en la no disociación entre movimiento y (relativa) estabilidad, tanto si éstos reciben los nombres de fijos y flujos, circulación e "iconografías" o lo que más nos agrade. Teniendo en cuenta esta noción "híbrida" del espacio geográfico, el territorio puede concebirse a partir de la imbricación de múltiples relaciones de poder, del poder material de las relaciones económico-políticas al poder simbólico de las relaciones de orden más estrictamente cultural. El ideal es definir “*un punto de vista "integrador" el territorio como un espacio que no*

puede considerarse ni estrictamente natural, ni solamente político, económico o cultural. El territorio sólo podría ser concebido a través de una perspectiva integradora entre las diferentes dimensiones sociales (y de la sociedad con la propia naturaleza) (Haesbaert, 2014:64).

La cartografía analizada se constituye en concordancia con estas ideas, en el apoyo de tales argumentaciones. A pesar de parecer estar constituidas únicamente por estándares de orden técnico, se muestran solidarias a la idea de territorio que muestran y representan. Hay ciertas prioridades que no se ponen a discusión en el uso del recurso hídrico y estas deben cumplimentarse en relación a determinadas demandas externas a la región como cuenca en sí misma. Asimismo las posibilidades de desarrollos productivos contemplados a futuro se ubican en directa relación con el aprovechamiento de un recurso que se establece como escaso desde la actualidad. Pero aun así carece de representación alguna la posibilidad de conflictos por ello, las ciudades, las tomas de agua para la población, la población misma no son representadas con una valoración diferente sino a igual jerarquía que otros puntos de demanda (como presas y distritos de riego) a pesar de la clara competencia de usos que implican. Tampoco aparece tal jerarquización en la satisfacción de las demandas, a pesar que desde la simbología se diferencia entre las presas o centrales de generación hidroeléctrica, los distritos de riego y los asentamientos de población, estos sólo se diferencian en su forma y no asocian en su representación ningún indicio de su importancia o del grado de demanda que implica cada uno de ellos.

Para finalizar, los mapas generados en el proyecto analizado ofrecen la sistematización modelística y gráfica de los datos que permiten localizar territorialmente la disponibilidad de recursos hídricos, en correlación con los sitios de demanda hídrica y con aquellos lugares de monitoreo de datos. Pero tanto para la ciencia como para la gestión los resultados obtenidos implican un cierto grado de incertidumbre, para la ciencia en tanto que es resultado de una visión determinada por los datos disponibles, los métodos seleccionados, etc. como parte de un proceso de investigación. Así también en la política porque los resultados que se efectuarán como acciones tanto en su implementación como en sus repercusiones no son del todo previsibles. Por ello, reconocer las falencias así como las fortalezas de los marcos o contextos para la construcción de conocimiento, puede facilitar y efectivizar el proceso de toma de decisiones. De este modo los resultados del análisis, contribuyen para formalizarlos en esquemas de ordenamiento y la planificación territorial que tienen en cuenta la

localización y vinculación entre los componentes de la cuenca hídrica como un sistema complejo en el marco del cambio climático como un proceso global que implica una participación multidisciplinaria y un análisis interdisciplinario al menos. Ello supone un diálogo entre los científicos y los funcionarios políticos, que en definitiva resulta en una definición posible de metas de desarrollo esperables.

Reflexiones finales

A partir de los resultados preliminares aquí presentados se espera producir aportes acerca del proceso de construcción de datos y conocimiento en una investigación interdisciplinaria e intersectorial; así como evidenciar los modos en que los modelos y mapas participan en una investigación: como fuente y medio de producción y/o almacenamiento de información, como instrumento de comparación, de correlación, de explicación o demostración y también de síntesis.

Quizás para quienes frecuentemente utilizan SIGs y modelos en la actualidad las observaciones aquí presentadas parezcan quizás poco interesantes, pero es indispensable poner sobre la mesa que todas estas decisiones revisten un carácter político, como plantea Hollman (2016) es fundamental *“poner en discusión un conjunto de decisiones que, con el auge de los sistemas de información geográfica y el mayor acceso a software de geoposicionamiento, suelen presentarse como técnicas y neutrales, tanto en la producción académica como en el uso cotidiano que hacemos de ellas”*.

Los resultados de los modelos que se elaboran en la investigación representan diferentes situaciones y escenarios relacionados con el problema del stress hídrico, en tanto medio de descripción, análisis y comunicación. Particularmente en el ámbito de estudios interdisciplinarios como el analizado, los modelos y los mapas se constituyen como herramientas de comunicación que ponen en evidencia los marcos teóricos y metodológicos propios de cada disciplina. Esto condiciona la posibilidad de interpretación sobre una realidad abstracta, sobretodo por parte de los usuarios, por tanto el análisis de su producción en el contexto en el cual fue concebido es un elemento clave a la hora de reflexionar acerca de la ruptura existente entre el mundo real y un mundo científicamente representado.

Es fundamental tomar real dimensión de que en tales representaciones se pone en juego la correlación de variables involucradas con el aprovechamiento, uso y manejo del recurso hídrico que responden no sólo al *dónde* sino también al *cómo*. Por lo cual resulta tan importante reflexionar si este recurso, el agua, es concebido como servicio o

como derecho esencial. Así los conflictos, ya presentes, entre el uso para riego y consumo versus el uso para producción energética, es probable que se agudicen con las perspectivas de menor disponibilidad de agua a nivel de la cuenca.

Es a partir de un espacio de permanente negociación, de ajuste, donde surge el conocimiento de interfaz y colaborativo, donde se puede apuntar a reducir los niveles de incertidumbre y a reducir la distancia entre la intención y la acción. Al generar mayores y mejores vínculos entre la ciencia interdisciplinaria, la política y la comunidad, será posible incluir una mirada más integrada en términos de apropiación, de usos y de control de los territorios.-

Agradecimientos

Este trabajo se pudo realizar con la ayuda de una subvención del Inter-american Institute for Global Change Research (IAI), Proyecto CRN3106 "*Ciencia interdisciplinaria y su integración al desarrollo para la adaptación a la escasez de agua en la región del Comahue, Argentina*", apoyado por la National Science Foundation de Estados Unidos (Grant GEO-1128040).

Referencias Bibliográficas

- CALISPA AGUILAR, M. (2010) "Modelación hidrológica de glaciares y páramos en relación con la oferta de agua de Quito". Tesis. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2577>
- CALDERÓN ESTRADA, D. (2012) "Modelación conjunta de recursos hídricos superficiales y subterráneos. Caso de estudio en la cuenca media del río Sonora. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- CARDONA, O; BERTONI, J.C.; GIBBS, T.; HERMERLIN, M.; LAVELL, A. (2010) "Understanding and managing risk associated with natural hazards. A comprehensive scientific approach for Latin America and the Caribbean". Vol. 2. ICSU-LAC.CONACYT.
- CRAMPTON, J. W. ;KRYGIER, J. (2006) "An Introduction to Critical Cartography". ACME: An International E-Journal for Critical Geographies, 4 (1), (11-33).
- FIELD, C.; BARROS, V. (2014) "Cambio Climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas". Grupo Intergubernamental de

expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). URL: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf

FUNTOWICZ, S.; DE MARCHI, B. (2000) “Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad”. En LEFF, E. (Coord.) La complejidad Ambiental. México DF, Siglo XXI/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

GARCÍA, R. (2006) “Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria”. Gedisa. España

GOBEL, B. (2007) “El desafío de la interdisciplinariedad”. En TIESSEN, H. et al. “Comunicando la ciencia del cambio global a la sociedad. Evaluación y estudios de caso”. IAI - SCOPE.

HARLEY, J. (2001) “Hacia una deconstrucción del mapa”. En La nueva naturaleza de los mapas. Ensayos sobre la historia de la cartografía. Fondo de Cultura Económica, México.

HARVEY, D. (1998) “La condición de la posmodernidad. Investigación sobre los orígenes del cambio cultural”. Ed Amorrortu. Buenos Aires.

HAESBAERT, R. ([2004] 2011) “El mito de la desterritorialización: del “fin de los territorios” a la multiterritorialidad”. Siglo XXI, México, pp. 31-83, 141-193, 231-278.

HAESBAERT, R. (2014). “Por uma constelacao de conceitos” En: Viver no limite. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 19-51.

HOLLMANN, V. (2016) “Mapas ambientales: tensiones en la comunicación de la preocupación ambiental en Argentina”. Geograficando; Lugar: La Plata; vol. 12
IDRC- Fundación Bariloche “Climagua. Adaptación de población vulnerable al estrés hídrico producido por el Cambio Climático en la zona del Comahue”- Informes 1 al 4. 2013-2014

IPCC, G. I. (2007). Cambio Climático, Informe de Síntesis. Ginebra, Suiza.

JOLY, F. (1982) La Cartografía. Ariel, Barcelona

LAVELL, A. (2003) “La Gestión local de riesgo. Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica”. Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central. CEPREDENAC - PNUD. Guatemala. CRID Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe. Disponible en:

<http://www.crid.or.cr/crid/index.shtml>

LOIS, C. (2009) “Imagen cartográfica e imaginarios geográficos. Los lugares y las formas de los mapas en nuestra cultura visual”. Scripta Nova. Revista Electrónica de

Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de septiembre, vol. XIII, núm. 298 <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-298.htm>

MEMBRIBE, A. (2015 a) “La vinculación entre ciencia y política, un desafío para la gestión del riesgo”. En: Seminario Internacional sobre Ciencias Sociales y Riesgo de Desastre: un encuentro inconcluso. Buenos Aires, 15 al 17 de septiembre; 16 p. URL: http://www.pirna.com.ar/files/pirna/SICSYRD_PON_MEMBRIBE_Anahi.pdf

MEMBRIBE, A. (2015 b) “Los mapas en procesos de investigación interdisciplinaria”. V Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas, organizado por el Departamento de Geografía de la Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional del Comahue. 23 al 26 de septiembre. Neuquén, Argentina.

MONMONIER, M. (1996) “How to lie with maps”. Chicago: The University of Chicago Press.

MENA PARDO, D. I. (2009). “Análisis de impactos del cambio climático en la cuenca andina del río Teno, usando el modelo WEAP”. Tesis. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil. Santiago de Chile. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/mena_d/sources/mena_d.pdf

MURGIDA, A.; TIESSEN, H. (2012) “La calidad del aire urbano y los vínculos entre la ciencia y la política”. “Urban air quality and science-policy links”. En 20th anniversary Newsletter Interamerican Institute for Global Change Research – Issue 1 2012. ISSN1563-3225. Recuperado de: <http://www.iai.int/files/communications/newsletter/2012/news2012.pdf>

MURGIDA, A.; GUEBEL, C; NATENZON, C.; FRASCO, L. (2013) “El aire en la agenda pública de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires”. Cap. 6. “Construcción de Respuestas Urbanas para el Cambio Climático”. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) – CEPAL

ONU/EIRD (2008) “El Cambio Climático y la reducción de riesgo de desastres”. Nota Informativa No. 1, Ginebra, setiembre del 2008. Recuperado de: http://www.unisdr.org/files/32189_rrdcambioclimatico.pdf

QUINTEROS, S. (2000) “Pensar los mapas. Notas para una discusión sobre los usos de la cartografía en la investigación social”. En Escolar, Cora (Comp.) (2000) Topografías de la investigación. Métodos, espacios y prácticas profesionales. Ed. EUDEBA. Universidad Nacional de Buenos Aires.

ROUX, D. J., K. H. ROGERS, H. C. BIGGS, P. J. ASHTON and A. SERGEANT. (2006) "Bridging the science–management divide: moving from unidirectional knowledge transfer to knowledge interfacing and sharing". *Ecology and Society* 11(1): 4. Recuperado de: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art4/>

SANTOS, M. ([1996] 2000), "La naturaleza del espacio. Técnica y Tempo. Razón y Emoción". Ed. Ariel, Barcelona, pp. 53-74, 145-158

SEI -StockholmEnvironmentInstitute. (2012). Water Evaluation And Planning. Recuperado de WEAP21: <http://www.weap21.org/>

SHORE, C. (2010) "La antropología y el análisis interpretativo de la política pública". *Antípoda* N° 10. Enero- Junio 2010 - pp 21- 49

TIESSEN, H.; BREULMANN, G.; BRKLACICH, M.; MENEZES R. (2007) "Comunicando la ciencia del cambio global a la sociedad. Evaluación y estudios de caso". Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). ScientificComiteeonProblems of theEnvironment (SCOPE).

VICUÑA S.; ESCOBAR M., 2009. Guía metodológica: Modelación hidrológica y de recursos hídricos en WEAP. Universidad de Concepción, SEI, Centro de Cambio Global. Santiago – Chile, Boston – EU, may 2009, 83 p. Recuperado de: http://www.weap21.org/downloads/Guia_modelacion_WEAP_Espanol.pdf

YATES, D., SIEBER, J., PURKEY, D., HUBER -LEE, A. (2005). WEAP21 – A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model. *International WaterResources Association*, 30(4), 487 – 500 pp. Recuperado de: <http://www.weap21.org/downloads/WEAPDSS.pdf>