Andrea Encalada
Laboratorio de Ecología Acuática,
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales
Universidad San Francisco de Quito

aencalada@usfq.edu.ec

Funciones ecosistémicas y diversidad de los ríos

Reflexiones sobre el concepto de caudal ecol gico y su aplicaci n en el Ecuador

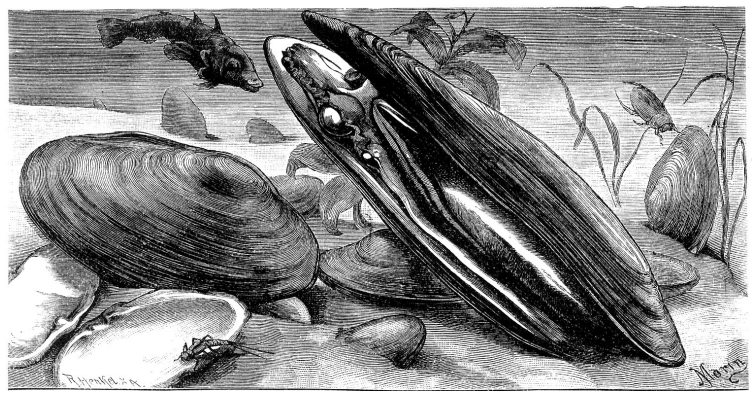
Los seres humanos hemos usado los r os, y otras fuentes de agua dulce, como ejes para el desarrollo de nuestras civilizaciones. A pesar de todos los servicios que nos han proporcionado, hemos contaminado sus cauces y transformado su morfolog a a trav s de grandes obras de infraestructura (e.g. diques, canalizaciones, reservorios, tomas de agua, hidroel ctricas). La sociedad ha cosechado grandes beneficios económicos a partir de estas transformaciones de los ríos, sin embargo, esta fragmentación ha producido graves efectos en la biodiversidad acu tica y en las funciones y servicios ecosist micos que los r os proveen. Los r os son ecosistemas din micos, complejos e integradores, con m ltiples conexiones con otros ecosistemas: longitudinales (conexión río arriba - río abajo), laterales (conexión con la cuenca hidrográfica y vegetación de la ribera) y verticales (conexión con las aguas subterráneas y la precipitación). El caudal, es posiblemente la variable más importante de los ríos puesto que define su morfología, estructura, diversidad biológica y las tasas de sus procesos ecosistémicos. La diversidad y abundancia de formas de vida en ríos, reflejan millones de años de evolución y adaptación a estos ciclos naturales y a las fluctuaciones del caudal.

Obras de infraestructura que rompen sta conectividad y el r gimen de caudal natural de los r os tienen consecuencias graves para la biodiversidad y el funcionamiento ecológico de estos ríos. En este ensayo, se resalta la importancia de estos ecosistemas, su diversidad, funcionamiento y sus procesos ecológicos claves para la sostenibilidad de la especie humana y otras especies en el mundo. Además, se hace una reflexión sobre la inclusión del concepto de "caudales ecológicos" en la Constitución de la República del Ecuador y en la Propuesta del Ley Orgánica de los Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento de Agua. ¿A qué nos referimos con el término caudales ecológicos? ¿Por qué el caudal ecológico tiene un orden de prelación?.

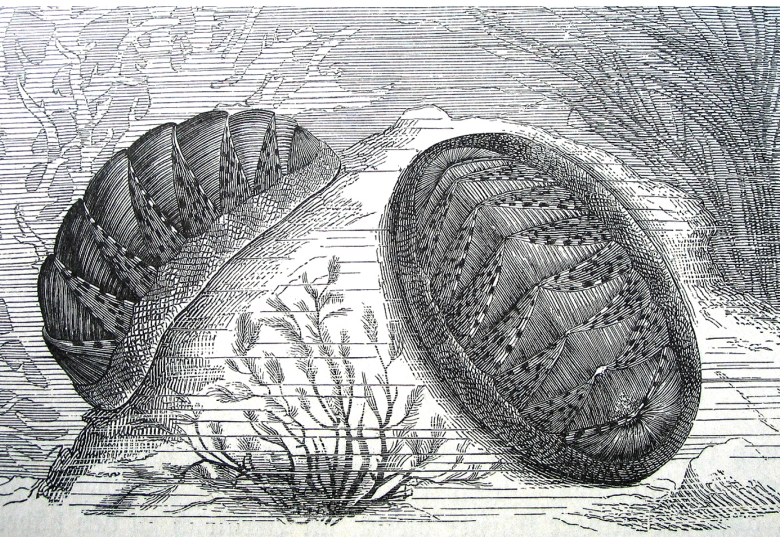
Históricamente los seres humanos han utilizado los ríos como recursos indispensables para su desarrollo. Así, por ejemplo, las grandes civilizaciones antiguas como los Egipcios y Sumerios crecieron y prosperaron a lo largo de ríos enormes como el Nilo, el Trigis y el Éufrates, que les proveían agua para servicios básicos como la agricultura y el transporte (Adams, 2001). Pero a pesar de su importancia, los ríos también han sido utilizados como caños de desperdicios y, como consecuencia, ríos como el Támesis, el Rin y otros grandes ríos Europeos se convirtieron en basurales y caños de aguas negras, por lo que finales del siglo XIX, especialmente en Europa, se dejó de utilizar estas fuentes de agua putrefactas y contaminadas que generaban malos olores y enfermedades graves para la población. En Londres, el río Támesis estaba tan contaminado que el año 1858, justo después de una epidemia de cólera, fue declarado como el año del "Great Stink". Los ciudadanos Londinenses no podían transitar por las calles y aquellos que pudieron migraron al campo para escapar de la insalubridad (Abel, 1996). Ya en ese entonces, por lo menos en Europa, donde la contaminación de los ríos era más grave, científicos de las ciencias biológicas comprendieron que esta degradación se debía a que los ríos no eran solo "tuberías llenas de agua" que cómodamente transportan la basura y la contaminación al mar, sino que además del H_2O y otros químicos disueltos, había en los ríos un millar de organismos que habitaban y habían evolucionado en este ecosistema. Estos organismos, que pudieron sobrevivir a la contaminación (i.e. hongos, bacterias y algunos invertebrados), estaban descomponiendo el material orgánico y desechos que los seres humanos echaron en su cauce. Es decir, recién a final del siglo XIX, se empezó a considerar a los ríos, y otros cuerpos de agua dulce, como ecosistemas únicos, con un ensamblaje de especies diverso, y donde se realizaban procesos ecosistémicos cruciales para el funcionamiento del planeta.

Siendo los ríos ecosistemas y recursos tan importantes para los seres humanos, en muchos países del mundo se han elaborado legislaciones claras y estrictas sobre el tratamiento, la conservación y gestión de estos cuerpos de agua. Pero en el Ecuador, al igual que en otros países, aún tenemos un entendimiento incipiente sobre la importancia de estos ecosistemas y, por tanto, la actual legislación regula a estos cuerpos de agua solo desde el punto de vista de la demanda (como recursos) y no como ecosistemas (desde el punto de vista de su funcionamiento). En este ensayo, trato de resaltar la importancia de estos ecosistemas, su diversidad, funcionamiento y sus procesos ecológicos claves para sostenibilidad de la especie humana y otras especies en el mundo. Además, hago una reflexión sobre ciertos aspectos de la nueva Constitución y la propuesta de Ley de los Recursos Hídricos recientemente discutida y "olvidada" por la Asamblea Nacional y por el Gobierno Ecuatoriano. Específicamente analizo la inclusión del concepto de "caudales ecológicos" en ambos documentos. ¿A qué nos

Aunque aún muy inexplorados, los ríos son uno de los ecosistemas más diversos del planeta, sobre todo considerando que la Tierra tiene un 97% de agua y que solo el 0.0009% es agua dulce de ríos y riachuelos (Allan y Castillo 2008). En términos de diversidad de peces de agua dulce, se estima que hay más de 14.000 especies, y más de 3.000 en aguas Amazónicas. Además, se cree que aproximadamente unas 500 a 1000 especies de peces aún no han sido identificadas en ríos enormes como el Amazonas (el más grande del mundo) o el Congo (el más profundo) (Dodds, 2002).



Como consecuencia de esta utilización agresiva, ríos como el Colorado, Ganges, Indus, Amarillo, Amu Darya y SyrDarya son algunos de los grandes ros que actualmente ya no llegan a su desembocadura debido a obras de infraestructura y al desvo de sus aguas. Por otro lado, ríos como el Rin y el Mississippi han perdido 90% de su conexión con la zona de inundación por canalización y modificación de la ribera.



referimos con este término? ¿Por qué el caudal ecológico tiene un orden de prelación?. Mi objetivo después de este ensayo es promover una discusión sobre la conservación de los ecosistemas de agua dulce y los recursos hídricos, valorar su importancia y tratar de reconocer estos valores dentro de nuestra legislación nacional.

Los ros, su diversidad y funcionamiento

Los ríos se forman en las altas montañas, bajan por valles empinados y recorren llanuras extensas y zonas de inundación hasta llegar a su desembocadura en el mar. A su paso río abajo drenan los terrenos de las cuencas hidrográficas por donde cruzan, y acarrean la signatura química de la geología de los suelos que lavan y erosionan. A lo largo de este continuo, desde su origen hasta su desembocadura, el caudal del río se incrementa. El caudal, es posiblemente la variable más importante de los ríos puesto que define su morfología, estructura, diversidad biológica y las tasas de sus procesos ecosistémicos.

Los ríos son ecosistemas dinámicos, complejos e integradores, con múltiples conexiones con otros ecosistemas: longitudinales (conexión río arriba - río abajo), laterales (conexión con la cuenca hidrográfica y vegetación de la ribera) y verticales (conexión con las aguas subterráneas y la precipitación). Las conexiones longitudinales y laterales se reflejan en uno de los principales procesos ecosistémicos de los ríos, que es el transporte y procesamiento de materiales en suspensión, químicos y otros nutrientes que mantienen los ciclos biogeoquímicos del planeta. Por otro lado, los ríos constantemente reciben material orgánico, ya sea de origen antropogénico (como la basura) o de origen natural (como la hojarasca), y a lo largo de este continuo se da el procesamiento de materia orgánica (o descomposición) principalmente a cargo de organismos heterótrofos acuáticos, como bacterias saprofíticas y hongos. De esta manera, los ríos, a través de su flujo de corriente, turbulencia y procesos de descomposición, tienen la capacidad de autopurificar sus aguas. Así mismo, las complejas redes tróficas en estos ecosistemas son mantenidas por organismos fotosintéticos, la mayoría de ellos microscópicos, como algas perifíticas.

En resumen, en su estado natural, los ríos cumplen diversas funciones ecosistémicas como provisión de agua para los seres humanos, autopurificación, control de inundaciones y sequías, mantenimiento de hábitat para peces, aves y otra vida silvestre, mantenimiento de los flujos de sedimento, nutrientes y salinidad de estuarios. Los ríos reciben, almacenan y transportan el agua lluvia y este caudal, tanto en riachuelos de montaña como en grandes planicies de inundación, fluctúa de acuerdo a ciclos naturales y a la estacionalidad de cada región. La diversidad y abundancia de formas de vida en los ecosistemas lóticos, o ríos, refle-

jan millones de años de evolución y adaptación a estos ciclos naturales y a las fluctuaciones del caudal.

Aunque aún muy inexplorados, los ríos, son uno de los ecosistemas más diversos del planeta, sobre todo considerando que la tierra tiene un 97% de agua y que solo el 0.0009% es agua dulce de ríos y riachuelos (Allan y Castillo 2008). En términos de diversidad de peces de agua dulce, se estima que hay más de 14.000 especies y más de 3.000 en aguas Amazónicas. Además, se cree que aproximadamente unas 500 a 1000 especies de peces aún no han sido identificadas en ríos enormes como el Amazonas (el más grande del mundo) o el Congo (el más profundo); (Dodds, 2002). En referencia a otros organismos menores como insectos, hongos, algas y bacterias, se sabe muy poco de su biodiversidad, sobre todo en ríos tropicales donde faltan estudios sistemáticos y continuos para revelar la heterogeneidad y complejidad de estos ecosistemas.

Fragmentación de los ríos y sus consecuencias

Fue el presidente Theodore Roosevelt quien en su discurso inaugural de 1901 dijo: "Se necesita mucho trabajo para almacenar agua, para igualar el flujo de los ríos y guardar aguas de inundación" (Postery Richter 2003). Así, los Estados Unidos abrieron un nuevo capítulo en la historia de la humanidad en relación a la gestión del agua. A partir de este período, se dieron transformaciones profundas y sin precedente en la morfología de muchos ríos alrededor del mundo. Se construyeron embalses, reservorios y se canalizó ríos para irrigación, "control" de inundaciones, generación hidroeléctrica y provisión de agua. Como consecuencia de esta utilización agresiva, ríos como el Colorado, Ganges, Indus, Amarillo, Amu Dar´ya y SyrDar´ya son algunos de los grandes ríos que actualmente ya no llegan a su desembocadura debido a obras de infraestructura y al desvío de sus aguas. Por otro lado, ríos como el Rin y el Mississippi han perdido 90% de su conexión con la zona de inundación por canalización y modificación de la ribera. Se estima que más de 60% de los 227 ríos más grandes del mundo han sido fragmentados por diques, reservorios, e infraestructura para irrigación y agua potable (Postel y Richter 2003).

La sociedad ha cosechado grandes beneficios económicos a partir de estas transformaciones de los ríos. Sin embargo, la fragmentación de la continuidad longitudinal, lateral y vertical de los ríos ha producido graves efectos en la biodiversidad acuática y en las funciones y servicios ecosistémicos que los ríos proveen. Los ríos ya no pueden ejecutar muchos de los roles y servicios ecológicos de los cuales dependen las sociedades humanas. Muchas especies de agua dulce, incluyendo un 20% de especies de peces de agua dulce, están en riesgo de extinción o ya extintas. La autodepuración, filtración y limpieza que eje-

. Actualmente se estima que la p rdida de los servicios provistos por los humedales llega a m s de USD 20.000 por hectárea por año.

En el Ecuador también hemos tenido esta oportunidad histórica de reescribir nuestra constitución y nuestras leyes, pero hemos hecho bien nuestra tarea? El proceso de construcción de la propuesta de ley de aguas fue, a mi parecer, apresurado, poco crtico, parcializado para ciertos grupos de la población y no incorpora criterios t cnicos que sean ecológicamente defendibles.

cutaban los ríos en las zonas de inundación y humedales se ha perdido con la canalización, rellenos y pérdida de estos ecosistemas. Actualmente se estima que la pérdida de los servicios provistos por los humedales llega a más de USD 20.000 por hectárea por año (Constanza 1997). En resumen, estas alteraciones de los ríos tienen un alto costo para la humanidad, y las aparentes ganancias económicas muchas veces representan pérdidas graves para la sociedad y para los ecosistemas.

Caudal ecológico, su definición e importancia

Hasta ahora, los esfuerzos por recuperar a los ríos se han enfocado en dos metas específicas: 1) mejorar la calidad del agua y 2) establecer un caudal mínimo para que ríos y riachuelos no queden completamente secos. A pesar de estos esfuerzos, la mayoría de ecosistemas lóticos transformados no han recuperado las funciones y los procesos que sostienen la integridad de estos ríos. La razón principal para esta dificultad de restaurar los ríos es que, más allá del caudal total, muchos estudios han demostrado que la estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos dependen del régimen temporal que caracteriza al flujo de ese caudal. Desde esta perspectiva, el cambio en el régimen natural de caudales afecta la salud de los ecosistemas acuáticos y ribereños, sugiriendo que un enfoque integral de manejo de los ríos también debería incorporar el mantenimiento del régimen de caudales.

Una alteración en el régimen de caudales—por ejemplo la reducción de caudal aguas abajo de una represa—podría interrumpir el comportamiento migratorio de varias especies. Peces como el bocachico en Ecuador (P*rochilodus nigricans*), usan el cambio de caudales que ocurre entre épocas lluviosas y épocas de estiaje como indicador para empezar las migraciones relacionadas con sus ciclos de reproducción (Anderson et al. 2009). Así mismo, alteraciones hidrológicas podrían facilitar la invasión y establecimiento de especies exóticas, tanto de plantas como de animales. Una reducción de caudales—por ejemplo en un río aguas abajo de una desviación de agua a un canal de riego—crea condiciones de hábitat diferentes a las que están adaptadas especies nativas.

La sociedad humana también se beneficia del dinamismo y de la variabilidad natural de los ríos. Muchos de los servicios y bienes del ecosistema están directamente vinculados con el régimen natural de caudales. Por ejemplo, los ríos grandes proveen vías de comunicación y transporte entre poblaciones humanas. Los caudales elevados ayudan a mantener estas vías abiertas para la navegación por medio de la remoción de sedimentos y otros materiales que ocurre durante un caudal elevado. Los peces migratorios proveen una fuente importante estacional de proteína para las comunidades locales y también una fuente de ingresos económicos. Este fenómeno es particularmente

evidente en la Amazonía, en donde peces como los bagres migratorios (p.ej., P*seudoplatystoma* spp., B*rachyplatystoma* spp.) y el bocachico (P*rochilodus nigricans*) dominan en las pesquerías comerciales y artesanales (Barthem y Goulding 1997; Anderson et al. 2009). El ciclo de vida y la sobrevivencia de estos peces depende de la régimen natural de caudales.

A la luz de estas evidencias, el manejo integrado de los recursos hídricos y de los ecosistemas lóticos, debería tomar en cuenta la naturaleza longitudinal de los ríos, su dinamismo, y el régimen natural de caudales que determina las condiciones adecuadas que sostienen a los ecosistemas acuáticos y satisfacen a las necesidades básicas humanas. Hacia este fin, los estudios de caudal ecológico han sido reconocidos internacionalmente como una herramienta clave para el manejo de los recursos hídricos (Anderson et al. 2010). El término ***caudal ecológico*** se refiere a la cantidad, calidad, y régimen de caudales necesarios para sostener a los ecosistemas acuáticos y también para mantener a los servicios y bienes de ecosistema de los cuales depende la sociedad humana (Poff et al. 2010). Otros términos que también se refieren a este mismo concepto son *caudal ambiental*, *caudal mínimo*, y la *reserva ecológica*.

Desde esta perspectiva, manejar y restaurar ríos significa mucho más que dejar pasar algo de agua por el canal del río; por el contrario, es necesario recrear (hasta donde sea posible) el régimen natural del río, tomando en cuenta la variabilidad espacial y temporal, lo que a su vez restauraría sus funciones y procesos ecológicos. Una restauración del caudal del río podría involucrar operar las represas y reservorios de manera que simule las épocas de caudal alto y bajo del río. Así mismo, en países menos desarrollados como el nuestro, donde aún los ríos no han sufrido tantas modificaciones, el reto es preservar un patrón de flujo natural para mantener las funciones ecosistémicas de los ríos, aún cuando el río sea utilizado para otros propósitos económicos.

Marco legal para el caudal ecológico

En varios países del mundo, donde hay una extensa evidencia de la alteración de los caudales, se ha desarrollado legislación específica que no solo tiene que ver con la calidad del agua, sino también con el mantenimiento del régimen de los caudales de los ríos. Los países pioneros con este tipo de legislación fueron Sudáfrica y Australia y más tarde Nueva Zelandia y Estados Unidos. De hecho la iniciativa de los dos primeros países es en parte responsable de la "nueva filosofía del manejo del agua" que se está difundiendo internacionalmente. Estos países, además de ser pioneros en una nueva legislación para el agua, también han elaborado una diversidad de métodos y enfoques para calcular y recomendar el caudal ecológico. En la actualidad existen más de 200 métodos para estimar el caudal ecológico de los ríos pero, hoy por hoy, lo más recomendados son los métodos holísticos que pretenden integrar las necesidades de los diferentes usuarios del agua y las necesidades del ecosistema (Tharme, 2003).

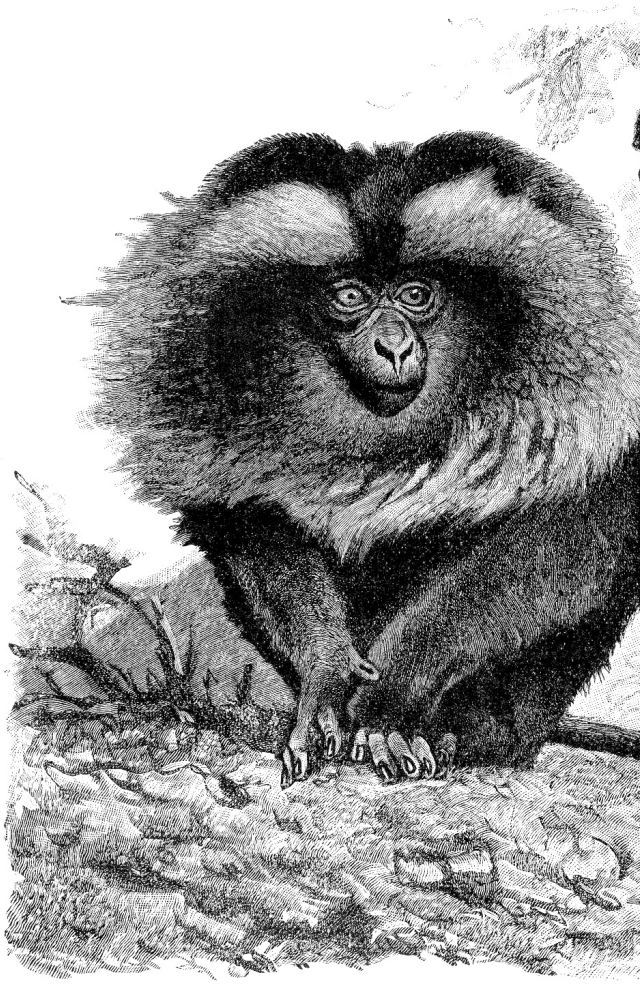
El caso de Sudáfrica es particularmente interesante y vale la pena revisarlo. Después del colapso del Apartheid y de la elección de un nuevo gobierno democrático, el gobierno de Nelson Mandela tuvo una oportunidad histórica de reescribir su constitución, leyes y políticas. La "South Africa's Nacional Water Act" aprobada en 1998 (después de un proceso de mas de tres años), se ha convertido en un hito en las políticas internacionales del agua. Esta ley integra principios de confianza pública, el reconocimiento de los valores del ecosistema y el paradigma del caudal natural para la conservación de la salud de los ríos. Específicamente esta ley establece una "reserva" para mantener las funciones del ecosistema, la biodiversidad y asegurar servicios ecosistémicos para la sociedad. Aunque el cumplimiento de esta ley enfrenta muchos retos y dificultades, científicos, gente del gobierno y usuarios están colaborando activamente para su implementación. Esta nueva ley traza un sendero prometedor para intentar equilibrar las necesidades humanas y las del ecosistema.

En el Ecuador, tal vez también hemos tenido esta oportunidad histórica de reescribir nuestra Constitución y nuestras leyes, pero ¿hemos hecho bien nuestra tarea? El proceso de construcción de la propuesta de ley de aguas fue, a mi parecer, apresurado, poco crítico, parcializado para ciertos grupos de la población y no incorpó criterios técnicos que sean ecológicamente defendibles. La incorporación del término caudales ecológicos, en ambos documentos, la Constitución (Asamblea Nacional Constituyente, 2008) y la propuesta de ley de aguas (SENAGUA, 2010) es un gran avance, pero la manera en que el concepto es utilizado en la ley sugiere que en realidad no entendemos su verdadero significado. La nueva Constitución contiene varios artículos en relación al agua y al concepto de caudales ecológicos (p.ej., Art. 3, 12, 14, 71, 83, 313, 318, 411, y 412). Entre estos, los más relevantes son:

Art. 318, I*nciso* 4. *El Estado, a través de la Autoridad Única del Agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, **caudal ecológico** y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.*

Art. 411. *El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y **caudales ecológicos** asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad del agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de*

El análisis de estos artículos, y otros de la propuesta de ley, revela una confusión fundamental que limita la aplicación del concepto de caudal ecológico para el manejo de los ecosistemas acu ticos en el pa s, y se refiere a lo que es un "uso" y a lo que es una "estrategia o enfoque" de manejo.



agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

De la nueva propuesta de Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua, los artículos 17 al 19 son los más relevantes a este tema. El artículo 18, por ejemplo, señala que "E*l caudal ecológico no es susceptible de autorización para su uso o aprovechamiento. La autoridad administrativa que no lo considere en sus decisiones o que autorice su utilización, temporal o permanente, será responsable de los daños ambientales que genere y de los daños y perjuicios que ocasione a terceros, al patrimonio natural del Estado o a los derechos de la naturaleza*". Este artículo de la propuesta de ley contradice el artículo 318 de la Constitución, que especifica un orden de prelación para el "uso" de caudales ecológicos.

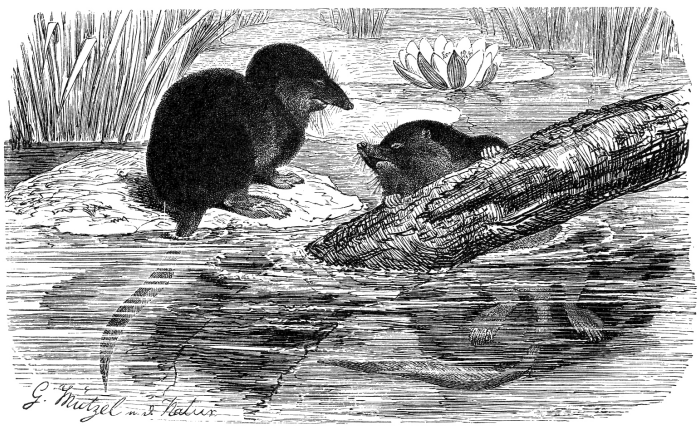
El análisis de estos artículos, y otros de la propuesta de ley, revela una confusión fundamental que limita la aplicación del concepto de caudal ecológico para el manejo de los ecosistemas acuáticos en el país, y se refiere a lo que es un "uso" y a lo que es una "estrategia o enfoque" de manejo. Desde mi punto de vista, el agua destinada para riego (soberanía alimentaria), necesidades básicas y para la industria son en efecto USOS del agua. En otras palabras, son actividades humanas que requieren agua que proviene de nuestros ecosistemas acuáticos y que influyen tanto en la calidad como en la cantidad de agua de esos cuerpos de agua. Por el contrario, el concepto del caudal ecológico se refiere a un *enfoque* de manejo del agua, que pretende hacer una evaluación integral de las necesidades de agua de los diferentes actores sociales de una cuenca, y trata de compatibilizarlos con el mantenimiento de las funciones y la integridad ecológica de los ecosistemas acuáticos que la alimentan.

Específicamente, el enfoque de caudal ecológico trata de regular equitativamente el rol social del agua, pero reconoce explícitamente que el mantenimiento de ese rol social depende del mantenimiento de la salud y la funcionalidad de los ríos como ecosistemas. Desde este punto de vista, ningún régimen de uso del agua puede ser considerado como "sustentable", si su resultado final es el deterioro de la funcionalidad ecológica de los ríos, u otros cuerpos de agua que alimentan ese régimen. Aunque esto parecería una idea radical, pensemos que esto es como si quisiéramos construir el piso 4 y 5 de un edificio utilizando los mismos ladrillos que se utilizaron para los cimientos de la construcción. Es decir, una supuesta ganancia de agua o crecimiento económico que destruye el soporte ecológico del sistema, ni es sustentable, ni apoya verdaderamente al "progreso".

En este contexto, el concepto del caudal ecológico no debe tener un lugar en el orden de prelación de uso del agua, sino que debería ser adoptado como el enfoque que guíe la distribución del agua entre los diferentes usuarios. En

otras palabras, el uso y la repartición de agua entre las diferentes demandas de los actores sociales, debería estar limitada por la necesidad de mantener los procesos ecológicos que, a su vez, sustentan el caudal y la calidad de agua en los ecosistemas acuáticos de los que dependemos. Este enfoque de manejo integral implica no solo la determinación de los caudales y los regímenes naturales que deberían ser mantenidos al diseñar el uso de las fuentes de agua, sino también un reconocimiento de la conectividad longitudinal, lateral y vertical de los ríos. Estas características determinan que los ríos funcionen como arterias que llevan materiales y procesos desde las partes altas de las cuencas, hasta sus desembocaduras. Al hacerlo, los ríos conectan procesos ecológicos y dinámicas socioeconómicas a lo largo de todo su trayecto, determinando que la cantidad y calidad de agua en un nivel de la cuenca dependa estrictamente del manejo del agua y los ecosistemas en los niveles superiores de la misma. En este contexto, el manejo del agua no solo debe enfocarse en el mantenimiento de caudales, sino que al mismo tiempo debe considerar la conectividad que existe a lo largo de las cuencas hidrográficas.

En conclusión, el reto para el siglo XXI es manejar los ríos de tal manera que equilibremos las demandas humanas con las demandas ecológicas. Superar estos retos requiere una nueva filosofía para valorar y evaluar los ríos, que nos mueva desde la visión tradicional que considera a los ríos solo como recursos, hacia una visión más equilibrada que reconozca su condición de sistemas ecológicos complejos. Esta nueva visión necesita combinar el conocimiento científico, las prácticas de manejo y las herramientas políticas con la noción de que los ríos son ecosistemas con una diversidad única que cumplen funciones ecológicas y ofrecen servicios indispensables para la sustentabilidad de nuestra sociedad.



Referencias

Abel, P. D. 1996. Water Pollution Biology. Taylor y Francis Ltd. Second Edition. Sunderland.

Adams, W.M. 2001. Integrate driver basin planning in Sub-SaharanAfrica. En: Biswas, A.K. y Torajada, C. 2001. Integrate driver basin Management. Oxford University Press. New Delhi.

Allan D. y Castillo, M.M. 2007. Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. Springer. Dordrecht.

Anderson, E.P., M. Montoya, A. Soto, H. Flores y M.E. McClain. 2009. Challenges and opportunities for co-management of a migratory fish, P*rochilodus nigricans*, in the Peruvian Amazon. American Fisheries Society Symposium 69:741-756.

Anderson E.P., Encalada A.C., Maldonado-Ocampo J.A., McClain M.E., Ortega H, y Wilcox B.P. In press. Environmental flows: a tool for addressing effects of river alterations and climate change in the Andes. En: Climate Change Effects on the Biodiversity of the Tropical Andes: An Assessment of the Status of Scientific Knowledge. IAI-SCOPE publication.

Asamblea Nacional Constituyente, 2008. Constitución de la República del Ecuador. (página web).

Barthem, R. y M. Goulding. 1997. The cat fish connection. Ecology, migration and conservation of Amazon predators. Columbia University Press, New York.

Constanza, R. y Folke Carl. 1997. The Value of the World Ecosystems Services and Natural Capital, Nature 387: 254-260.

Dodds, W.K. 2002. Fresh water Ecology Concepts and Environmental applications. Academic Press. San Diego California.

Postel, S. y Brian Richter. 2003. Rivers for Life, Managing water for people and nature. Island Press. Washington.

Poff et al. 2010. The ecological limits of hydrologic alteration (ELOHA): a new framework for developing regional environmental flow standards. Fresh water Biology 55:147-170.

SENAGUA, 2010. Propuesta de "Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua". Secretaria Nacional del Agua. República del Ecuador. (página web).

Tharme, R.E. 2003. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. River Research and Applications 19:397-441.