

Conceptos y técnicas en ecología fluvial

Edición a cargo de:

ARTURO ELOSEGI

Profesor titular de Ecología en la Universidad del País Vasco

SERGI SABATER

Catedrático de Ecología en la Universidad de Girona

Separata del capítulo 1

Presentación: importancia de los ríos

SERGI SABATER
ARTURO ELOSEGI

Primera edición: abril 2009
ISBN: 978-84-96515-87-1

© los autores, 2009
© de la edición en español, Fundación BBVA, 2009

Presentación: importancia de los ríos

SERGI SABATER Y ARTURO ELOSEGI

1.1. Introducción

El agua le confiere a la Tierra su característica coloración azul y blanca vista desde el espacio: azul por los océanos, que cubren aproximadamente el 70% de la superficie terrestre, y blanca por las nubes que se forman en la atmósfera. El agua o la ausencia de ella son asimismo responsables de la gama de colores que observamos en los continentes, desde los ocres de los desiertos a los verdes intensos de las selvas tropicales. En un planeta modelado por el agua, los ríos sólo albergan una fracción pequeña del total del agua, 2000 km³, cifra menor que la de cualquier otro compartimento hidrológico (cuadro 1.1). Sin embargo, la constante renovación de los ríos hace que casi toda el agua circule antes o después por los cauces fluviales.

	Volumen (millones de km ³)
Océanos	1338
Agua sólida (casquetes polares, glaciares)	24,1
Acuíferos y suelo	8,1
Lagos de agua dulce	0,125
Lagos salados	0,104
Ríos	0,002 (2000 km ³)
Atmósfera	0,013

Cuadro 1.1:

Volumen de agua en los distintos compartimentos por los que discurre el ciclo hidrológico global terrestre

A pesar de la aparente modestia de los caudales que transportan, los ríos tienen una enorme importancia por conectar las cuencas terrestres con la atmósfera y con el mar, funcionando como los auténticos riñones de la Tierra. De esta forma, además de agua, transportan sales, sedimentos y organismos, y las complejas reacciones químicas y biológicas que se producen en los cauces fluviales son responsables en parte de las características químicas del agua retenida en los grandes reservorios, como lagos y océanos. Desde una perspectiva geológica, los ríos han transportado durante millones de años buena parte de los sedimentos que afloran en las orogenias y forman parte del sustrato litológico de las placas continentales. Estos sedimentos provienen de la acción de los agentes erosivos, por lo que los ríos no sólo son cruciales para entender el ciclo hidrológico, sino que su papel va más allá, hasta el ciclo de formación de rocas, la orogenia y la denudación de los continentes. En este contexto, es interesante destacar que los ríos suelen perdurar más que los lagos, ya que éstos tienden a colmatarse de sedimentos y desaparecer.

Los ríos forman una red ramificada y jerárquica, en la que los pequeños arroyos confluyen formando arroyos mayores, éstos confluyen formando ríos de mayor tamaño, y así sucesivamente. El caudal del río depende en último término del tamaño de la cuenca de drenaje y del balance entre la precipitación y la evapotranspiración. En climas húmedos el tamaño de los ríos aumenta aguas abajo, conforme van recibiendo los aportes de afluentes y de aguas subterráneas. Sin embargo, en zonas áridas, el río puede ir perdiendo agua, llegando incluso a desaparecer, como es el caso del célebre río Okavango, que desaparece en el delta del mismo nombre, a las puertas del desierto de Kalahari. Por todo ello, en función de la distancia entre las montañas y el mar, de la pendiente de la cuenca y de las condiciones climáticas, existe una enorme variedad de ríos, desde arroyos cortos y pendientes que nacen a poca distancia de su desembocadura hasta ríos de miles de kilómetros de longitud. Así, las dimensiones de los cauces fluviales abarcan varios órdenes de magnitud: desde unos centímetros hasta varios kilómetros de anchura o desde unos milímetros hasta 50 m de profundidad. El río más largo del mundo es el Nilo, con más de 6600 km de longitud, y el más caudaloso es el Amazonas, que aporta una quinta parte de la cantidad de agua transportada por todos los ríos del mundo al mar. Estas diferencias en las dimensiones determinan grandes diferencias en el tamaño y diversidad de los organismos fluviales. Sin embargo, por la estructura dendrítica de la red de drenaje, los pequeños arroyos dominan tanto en su longitud como en la superficie de cauce acumuladas, por lo que es en ellos donde se dan buena parte de las interacciones entre el medio terrestre y el acuático. Su significado a escala global trasciende su aparente pequeño tamaño.

La larga pervivencia y la estructura dendrítica de los ríos tienen implicaciones interesantes para la biota de los ecosistemas fluviales. Por un lado, algunos ríos tienen millones de años de existencia, lo que ha permitido la adaptación de las

comunidades a las condiciones locales y favorecido la especiación. Este hecho, unido a los marcados gradientes en condiciones ambientales, explica que los ríos y sus márgenes alberguen buena parte de la biodiversidad del mundo (Naiman y Décamps 1990), así como algunas de las zonas de mayor productividad biológica. La biodiversidad de las comunidades fluviales varía mucho de unas zonas a otras, como consecuencia de múltiples factores. Entre estas variaciones puede incluirse la de las condiciones climáticas, así como los factores históricos y biogeográficos que difieren entre zonas del planeta. Sin embargo, la propia dinámica fluvial puede ser responsable en parte de esa biodiversidad, como, por ejemplo, cuando la migración de meandros forma mosaicos extraordinariamente diversos en el paisaje, que promueven una mayor diversidad de organismos.

El carácter unidireccional de la corriente implica que existe una relación asimétrica entre las comunidades de tramos altos y las de tramos bajos. Son estas últimas las que reciben los aportes de alimento y desechos que escapan a las primeras, así como una lluvia constante de propágulos e individuos (Margalef 1983). Por otra parte, en cualquier red fluvial hay numerosos tramos de cabecera pero sólo unos pocos tramos bajos, lo que implica que hay más posibilidades de colonización para los organismos de tramos más altos. Los ríos son sistemas que reciben recurrentemente perturbaciones en forma de avenida o sequía, más o menos regulares según el clima del que se trate. La resiliencia fluvial es paradigmática; la biota es recolonizada desde río arriba o lateralmente y así se recupera fácilmente en los tramos afectados por la perturbación. Sin embargo, la recolonización no es fácil para todos los organismos, y en algunos casos es especialmente complicada, ya que los organismos a menudo deben realizar grandes rodeos a lo largo de la red de drenaje. Las posibles vías de recolonización cambian con el tiempo, cuando los avatares de la tectónica de placas conectan cuencas antes desconectadas, lo que tiene su reflejo en la distribución actual de ciertos grupos de peces.

1.2. Estructura y funcionamiento del ecosistema fluvial

La caracterización ecológica de los ríos puede llevarse a cabo sobre la base de su estructura y funcionamiento (Allan y Castillo 2007). Entendemos por *estructura* de los ecosistemas aquellas características del medio abiótico que forman el escenario en el que se desarrolla el ecosistema, y de las comunidades de organismos que constituyen sus actores principales. Por *funcionamiento* de los ecosistemas, habitualmente se entienden los procesos que ocurren en los mismos, y que están determinados tanto por el medio abiótico como por los organismos. En el caso de los ecosistemas fluviales, su estructura está ligada a la forma y dimensiones del cauce, a la calidad química del agua, a la diversidad de hábitats y a las distintas comunidades biológicas que se establecen en los mismos. Su funcionamiento está ligado

Como todos los ecosistemas, los ríos se pueden caracterizar según su estructura y funcionamiento

a procesos como el transporte y retención de sedimentos, nutrientes o materia orgánica, o por la fotosíntesis de algas y otros productores primarios, por poner unos ejemplos. Hay interrelaciones obvias entre estructura y funcionamiento. Así, el caudal transportado por el río y sus variaciones temporales determinan la configuración geomorfológica y la estructura del hábitat fluvial. Asimismo, el tipo y la cantidad de materiales que llegan al sistema determinan sus características químicas. Finalmente, la biota responde a las dos características anteriores y a elementos históricos, a veces muy lejanos, que son característicos de la cuenca, y puede modificar en buena medida su propio entorno, como cuando retiene nutrientes depurando las aguas.

La integración entre la biota y el medio físico es dinámica, espacial y temporal

Hay numerosas concepciones aceptadas socialmente que no encajan en lo que entendemos como *funcionamiento ecológico* de los sistemas acuáticos. Una, que el agua transportada puede (y debe) ser aprovechada íntegramente. En los viejos libros de texto se hablaba del «agua que se pierde al mar», como razón de atraso secular. Otra concepción socialmente aceptada es que el río es un simple canal que transporta agua, y que debe hacerlo sin interrupciones, sin importar el estado en que éste se encuentre. Sin embargo, en realidad el agua que transporta el río es resultado de lo que acontece en su cuenca (el clima, la vegetación, las actividades humanas) y, así, es resultado de su viaje a través de los suelos, vegetación, y áreas urbanas. Periódicamente, el río llena todo su cauce, lo que le permite regenerarse estructuralmente. La integración entre la biota y el medio físico (hidrológico, geomorfológico, químico) es dinámica, tanto en el sentido espacial como en el temporal. El río, pues, no es sólo el cauce por el que circula el agua, sino también la zona de ribera, sus meandros, la llanura aluvial... y las complejas comunidades de organismos que viven en todos estos compartimentos.

1.3. Los ríos y la humanidad

La humanidad ha estado desde siempre íntimamente ligada a los ríos, como lo demuestran los numerosos hallazgos de homínidos fósiles en África y otras partes del mundo, asociados a menudo a depósitos aluviales. Es de suponer que aquellos ancestros explotarían los recursos disponibles en las ricas llanuras aluviales, como han venido haciendo desde entonces innumerables generaciones de recolectores y cazadores primero, y de agricultores y ganaderos después. La trascendencia social de los ríos tiene, pues, raíces históricas (Moss 1998) y numerosas poblaciones, ciudades e incluso regiones se han organizado a lo largo de los cursos fluviales. Muchas de las primeras civilizaciones se desarrollaron íntimamente asociadas a ríos, como el Tigris y el Éufrates. La civilización del Antiguo Egipto supo aprovechar el papel fertilizador de las crecidas del Nilo para prosperar en una región por lo demás muy árida.

En el mundo existen numerosos tipos de ríos, desde las ramblas temporales mediterráneas o los ríos que atraviesan el desierto, a los arroyos de montaña andinos, pasando por los grandes ríos tropicales como el Amazonas, o los ríos de llanura pampeanos. Cada tipo de río tiene sus características propias, pero también hay una serie de patrones comunes que determinan la distribución y abundancia de las comunidades biológicas, y el funcionamiento del ecosistema en relación con sus comunidades y los factores ambientales. Además de ser fuente de recursos valiosos, como agua, pesca, o suelos fértiles, los ríos han sido utilizados secularmente como vías de transporte. Ya los constructores de Stonehenge supieron aprovechar el cercano río Avon para acarrear las enormes rocas desde decenas de kilómetros de distancia, e innumerables viajeros y exploradores de la historia han viajado a lo largo de los ríos como la forma más fácil de moverse, como hicieron Clark y Lewis en su famosa expedición que cruzó Norteamérica de este a oeste. A menudo, para facilitar su movilidad, el hombre ha alterado profundamente los cursos fluviales. Un caso bien documentado es el de la enorme acumulación de troncos que bloqueaba de forma ininterrumpida 300 millas en el Red River, en Oklahoma, y que sólo pudo ser eliminada tras casi un siglo de trabajo ininterrumpido por parte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, lo que da una idea del enorme cambio que debió producir en las características del ecosistema. A mayor capacidad tecnológica mayor ha sido la magnitud de los cambios que ha producido la humanidad en los ríos, de forma que buena parte de los cursos fluviales del mundo se hallan profundamente modificados. Los cauces han sido dragados, rectificados, resecionados, las márgenes protegidas por motas, se han construido grandes esclusas para facilitar la navegación, etc. Así, ríos como el Misisipí, el Rin, el Danubio o el Yangtsé son importantísimas vías de transporte hoy en día. Estos cambios no dejan de producir consecuencias no deseadas como, por ejemplo, el progresivo hundimiento del delta del Misisipí por dejar de recibir los aportes de sedimentos fluviales, y que contribuyó al desastre del huracán Katrina en Nueva Orleans.

Los usos sobre el río incluyen el abastecimiento de agua para consumo o para regadío, la navegación, la pesca y la obtención de energía hidroeléctrica. En muchos países la pesca fluvial es una de las principales fuentes de proteínas, o un recurso económico de primer orden. En otros, paisaje fluvial y pesca deportiva son considerados atractivos turísticos y proporcionan relevantes ingresos. Con el incesante crecimiento de la población humana y del consumo per cápita aumenta la presión humana hacia los ecosistemas fluviales y, a menudo, se producen conflictos, difícilmente compatibles, entre los distintos usos. Ello puede crear problemas ecológicos y sociales, en algunos casos de proporciones alarmantes. El número de conflictos armados producidos en torno a los recursos naturales está aumentando, y es posible que el agua sea una fuente de problemas interna-

Aunque sólo una parte muy pequeña del agua se encuentra en los ríos, éstos tienen una gran relevancia, tanto ecológica como social

cionales en el siglo XXI, posiblemente agravados en algunas áreas por las consecuencias del cambio climático.

Los problemas sociales asociados al uso del agua no son algo nuevo, y comportan consecuencias para los sistemas fluviales. Gran número de patógenos tienen sus vectores en organismos acuáticos, y la baja calidad del agua ha estado asociada a epidemias de enfermedades infecciosas, especialmente en asentamientos humanos densos. Igualmente, la contaminación es un problema muy antiguo. Ya 1000 años antes de nuestra era, las explotaciones mineras en el sur de la península Ibérica produjeron una contaminación aguda por metales en los ríos Tinto y Odiel, y su acumulación en sedimentos estuarinos. La contaminación de los ríos aumentó en gran medida con la revolución industrial, en una época en que los avances tecnológicos parecían mucho más importantes que los daños ambientales que pudieran producirse. Nuevos tiempos trajeron nuevas formas de contaminación, como plaguicidas sintéticos, disruptores endocrinos y productos farmacéuticos. Así, iniciamos el siglo XXI como una época de crisis ambiental global. La huella ecológica humana ha aumentado de forma tal que afecta a todo el planeta, siendo difícil de ignorar incluso por los más escépticos. Urge replantearse nuestra relación con la naturaleza, y las bases mismas de nuestra sociedad deben adaptarse a la realidad de un mundo fuertemente humanizado, cuyos límites están muy cercanos.

1.4. Los servicios de los ecosistemas fluviales

La estrecha relación de muchas civilizaciones con los ríos es un claro indicador de que aquellas utilizan algunos de los servicios que éstos ofrecen. Si se olvidan las complejas conexiones entre estructura y funcionamiento, se puede gestionar inadecuadamente los ríos y poner en peligro los servicios que los ecosistemas fluviales proporcionan a la sociedad de manera gratuita (Anonymous 2005), y de los que nos beneficiamos inadvertida y vorazmente. Por servicios ecosistémicos se entiende aquellas funciones que desarrollan los ecosistemas y que se traducen en beneficios para la calidad de vida de las sociedades humanas. Los servicios pueden cuantificarse, tanto en cuanto a su eficiencia en relación con un proceso concreto, como en cuanto a su coste económico, que no se imputa normalmente (Costanza et al. 1997). Aunque esto no es objeto de discusión aquí, sirva como reflexión para valorar adecuadamente los beneficios que proporcionan los ecosistemas fluviales de manera gratuita, así como las dificultades en evaluarlos (Sabater 2008). Entre los servicios que proporcionan los ecosistemas fluviales (cuadro 1.2) y que mayor repercusión tienen sobre las sociedades humanas se puede citar la disponibilidad de agua de calidad, la protección ante las perturbaciones o la producción de alimentos.

• Disponibilidad de agua
• Producción de comida y otros bienes (pesca, madera...)
• Regulación del clima
• Regulación de gases con efecto invernadero (CO ₂ , metano)
• Regulación de perturbaciones (avenidas)
• Reciclaje de nutrientes (depuración de agua)
• Tratamiento de materiales (sedimentos, materiales orgánicos)
• Turismo y cultura

Cuadro 1.2:

Funciones de los ecosistemas fluviales que pueden traducirse en servicios

El concepto de *servicios* de los ecosistemas tiene su paralelo en el de los *bienes comunes*. Por bienes comunes se entienden aquellos cuya propiedad se comparte entre todos: agua, pastos, pesca... El problema que pueden sufrir los bienes comunes es su uso irracional, motivado precisamente por la ausencia de un propietario claro y por su gratuidad, que promueve su uso intensivo sin preocupación de sostenibilidad. Es lo que Hardin (1968) denominó la *tragedia de los bienes comunes*. Por ello, la eficacia de estos servicios está directamente relacionada con el funcionamiento del ecosistema, con su eficiencia y grado de conservación, y con la posibilidad que el sistema mantenga su dinamismo espacial y temporal.

Los ríos prestan numerosos servicios a la sociedad, algunos de gran valor económico

1.5. Bibliografía

- ALLAN J.D., y CASTILLO M.A. *Stream ecology: Structure and function of running waters*. Dordrecht: Springer, 2007.
- ANONYMOUS. *Ecosystems and human well-being. Synthesis*. Millenium Ecosystem Assessment, 2005.
- COSTANZA R., D'ARGE R., DE GROOT R., FARBER S., GRASSO M., HANNON B., LIMBURG K., NAEEM S., O'NEILL R.V., PARUELO J., RASKIN R.G., SUTTON P., y VAN DEN BELT M. «The value of the world's ecosystem services and natural capital». *Nature* 387 (1997): 253-260.
- HARDIN G. «The tragedy of the commons». *Science* 162 (1968): 1243-1248.
- MARGALEF R. *Limnología*. Omega, 1983.
- MOSS B. *Ecology of freshwaters. Man and medium, past to future*. Londres: Blackwell, 1998.
- NAIMAN R.J., y DÉCAMP S. H. (eds.). *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. Man and Biosphere Series, 4, Parthenon, Unesco, 1990.
- SABATER S. «Alterations of the global water cycle and their effects on river structure, function and services». *Freshwater Reviews* 1 (2008): 75-88.