


¿Por qué conservar los ecosistemas acuáticos continentales?

José Antonio Molina Abril

 Esta obra está bajo una Licencia de Creative Commons: Reconocimiento No Comercial (by-nc): Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia hará falta reconocer la autoría

¿Dónde está el agua?

En la actualidad y desde 2004 se encuentra operando en Marte el vehículo robótico de la NASA *Opportunity* uno de cuyos objetivos principales es la búsqueda de la historia del agua y por tanto de la posible **vida** en ese planeta [1]. En realidad el agua se encuentra bastante repartida en nuestro sistema solar en forma fundamentalmente de hielo o de vapor. Hay **evidencias** de agua en las nubes interestelares, en planetas diferentes al nuestro (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno), en determinados satélites (Luna, Europa) y en los cometas. La existencia de grandes cantidades de agua en un **cuásar lejano** (APM 08279+5255) [2, 3] demuestra que el agua es un fenómeno generalizado en todo el universo, incluso en los tiempos más primitivos. En la **Tierra**, más del 97 % del agua es salada y se encuentra fundamentalmente formando parte de los océanos y mares [4]. Menos del 3% de la hidrosfera corresponde a **agua dulce** la cual está fundamentalmente en forma de hielo (68,6%) y en menor medida formando parte del agua subterránea (30,1%). En definitiva, solamente en torno al **0,3 %** del agua dulce del planeta forma parte de los ecosistemas acuáticos continentales (lagos, ríos, humedales, etc.) lo que representa el 0,01% del agua del mundo.

Ecosistemas acuáticos continentales

El agua dulce y el ciclo hidrológico sustentan los ecosistemas acuáticos **continentales** o de interior [5]. La salinidad del agua distingue en general los ecosistemas acuáticos continentales de agua dulce de los ecosistemas **marinos** aunque existen sistemas salinos de interior cuya salinidad puede alcanzar e incluso ser mayor a la del mar. Los ecosistemas **salobres**, como estuarios y manglares, se presentan en el contacto entre los ecosistemas marinos y los continentales y muestran una salinidad intermedia.

A grandes rasgos, los ecosistemas acuáticos continentales pueden dividirse según presenten o no un flujo unidireccional en ecosistemas de aguas corrientes también conocidos como ecosistemas **lóticos** que incluyen los ríos, arroyos y manantiales; y en ecosistemas de aguas quietas también conocidos como ecosistemas **lénticos** a los que pertenecen los lagos, lagunas, pantanos y humedales. Aparte de esta

dimensión dinámica, los ecosistemas acuáticos continentales presentan una dimensión **temporal** por ser efímeros o permanentemente inundados. El agua dulce representa aproximadamente el 0,8% de la superficie de la Tierra, sin embargo, esta pequeña fracción de agua a nivel mundial alberga el 6% de las especies descritas [6]. Hay que tener en cuenta que todavía recientemente se siguen describiendo nuevas especies grandes en estos ecosistemas como un nuevo delfín de agua dulce en Brasil, *Inia araguaiaensis* Hrbek, Farias, Dutra & da Silva [7]. Tomando como base la biodiversidad de los ecosistemas de agua dulce el planeta puede sectorizarse en **ecorregiones**. La sectorización biogeográfica propuesta por WWF/TNC 2013 se basa en la riqueza y número de endemismos de peces, anfibios, tortugas y cocodrilos [8]. Por otra parte, peces, macroinvertebrados, macrófitos y algas son los grupos más frecuentes a la hora de estudiar las relaciones entre la composición de las biocenosis y los **impactos ambientales** [9].

Ha habido grandes y periódicas **extinciones** en masa de la vida a lo largo de la existencia de nuestro planeta [10, 11]. El debate actual es si estamos ante las puertas de una nueva extinción masiva provocada en esta ocasión por el **hombre** [12, 13, 14]. En cualquier caso, los seres humanos están modificando la diversidad de la vida en la Tierra, y la mayoría de estos cambios representan una disminución de la biodiversidad [15]. Los ecosistemas de aguas dulces están experimentando mayores **pérdidas** en biodiversidad que los ecosistemas terrestres más afectados [6, 16]. Se estima que el 50% de los hábitats de aguas continentales han desaparecido durante el siglo XX [16].

Bienes y servicios

En **economía**, los bienes y servicios son el resultado de los esfuerzos humanos para satisfacer los deseos y necesidades de las personas. La producción económica se divide en bienes físicos y servicios intangibles. Los beneficios que obtiene la humanidad de los ecosistemas se conocen como **servicios del ecosistema** [17]. Entre ellos se distinguen **servicios de base**, **servicios de regulación**, **servicios de suministro** y **servicios culturales**.

1. Servicios de base

Son los servicios necesarios para la **producción** de los **demás servicios** del ecosistema. Los humedales desempeñan un papel crucial en el ciclo natural de los **sedimentos y nutrientes**. Esta cualidad es enormemente beneficiosa para el ser humano [18]. Existe como ejemplo ilustrativo el caso de la civilización egipcia que se desarrolló a expensas de las inundaciones periódicas del Nilo que aportaban sedimento y nutrientes de forma regular lo que procuraba una fertilidad y

productividad natural óptima para cultivos. La construcción en tiempos actuales de la presa de Asuán condujo a la desaparición de este ciclo natural con una importante disminución de la biodiversidad y productividad del río y a su contaminación con productos agroquímicos utilizados para reemplazar la pérdida de la fertilidad natural en los cultivos adyacentes. Los servicios de base y el caso anterior es un ejemplo pueden ser fácilmente dañados por un desarrollo **no sostenible**.

2. *Servicios de regulación*

Incluyen los beneficios obtenidos de la **regulación** de los **procesos** de los ecosistemas. Probablemente uno de los servicios más importantes de los humedales radique en la regulación del **cambio climático** global por ser fuente y sumidero de gases de efecto de invernadero [15]. Por ejemplo, se estima que las turberas, que solo cubren aproximadamente un 3 a 4% de la superficie terrestre, almacenan más de medio millón de gigatoneladas de carbono (1,5% del total de carbono almacenado a nivel mundial y de un 25 a 30% del que está contenido en la vegetación) [15]. La regulación de los **flujos hidrológicos** con la recarga y descarga de agua subterráneas y el almacenamiento de agua para la agricultura o la industria son otros de los servicios de regulación importantes de los humedales.

Un servicio menos conocido es el de constituir **hábitats** para **polinizadores**. Un ejemplo concreto se observa en las charcas primaverales, uno de los ecosistemas más originales de California (Barbour et al. 2003) [19]. Los géneros *Blennosperma*, *Limnanthes*, *Lasthenia* y *Downingia* tienen especies características de estos hábitats que a su vez muestran especificidad con abejas nativas solitarias, especializadas que recogen el polen sólo de ellas [20].

3. *Servicios de suministro*

Se refieren a los **productos** obtenidos de los ecosistemas. Aunque el agua subterránea representa una parte importante de los recursos de agua dulce disponible en el mundo [21], el suministro de **agua dulce** aportado por embalses, lagos, ríos y humedales en forma de almacenamiento y retención del agua para **uso doméstico, industrial** o **agrícola** es probablemente el servicio más importante de estos ecosistemas. Ante una perspectiva de 9 mil millones de habitantes en el planeta en 2050 emergen preguntas tales como si será posible el abastecimiento de agua a la población sin entrar en disputas y conflictos ya existentes, y si no se va a poner en peligro las reservas de agua y dañar el equilibrio del medio ambiente [21]. Un ejemplo de la importancia del cultivo de regadío se puede poner con nuestro país. La superficie de regadío en España es algo más de 3.700.00 ha, es decir, el 7% de la superficie útil y

casi la quinta parte de la superficie agraria útil [22]. En 2013, se incrementó la superficie regada un 0,51% con respecto al año anterior [23].

Entre los productos de aprovisionamiento suministrados por los ecosistemas acuáticos también cabe destacar el abastecimiento de **pescado**. Aproximadamente el 10% del pescado salvaje es capturado en aguas continentales, probablemente una proporción menor que a principios del siglo XX [24]. El valor socioeconómico de las capturas de peces de agua dulce es especialmente importante por ser fuente principal de proteínas para determinadas comunidades locales pobres en recursos.

Un ejemplo de producto derivado de un organismo acuático con **interés en medicina** lo tenemos en el hongo *Glarea lozoyensis* Bills & Peláez 1999 [25]. Descubierto en una charca cercana del cauce del río Lozoya en Madrid [26], produce lipohexapéptidos naturales, las pneumocandinas. De la pneumocandina B0 se ha producido un derivado hemisintético, el acetato de caspofungina que ha sido utilizado como medicamento **antifúngico** para el tratamiento de infecciones fúngicas graves producidas por *Candida* y *Aspergillus* [27].

Un ejemplo de producto derivado de una planta acuática, en este caso con **aplicación en la industria**, lo constituye el loto (*Nelumbo*). El loto, símbolo de pureza en algunas culturas, presenta hojas flotantes que debido a sus características hiperhidrofóbicas le confieren propiedades autolimpiadoras [28, 29]. La epidermis del loto posee papilas en la que se sitúan cristaloides de ceras epicuticulares. Esta arquitectura reduce enormemente el área de contacto entre las gotas de agua y encierra aire entre la gota y la hoja, lo que resulta en una superficie fuertemente repelente al agua en la que las partículas de suciedad son recogidas por las gotas de agua cuando ruedan por ella. La nanotecnología ha imitado este “**efecto Loto**” en superficies artificiales de ropa, decoración y tapicería [30]. Por ejemplo, acabados textiles basados en el efecto loto han sido desarrollados, patentados y comercializados por una empresa suiza [31] en prendas deportivas de invierno.

4. Servicios culturales

Son los beneficios **no materiales** que el hombre obtiene a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas. Los ecosistemas acuáticos pueden constituir una herramienta eficaz en el proceso **enseñanza**-aprendizaje. Valga como ejemplo el caso de las charcas mediterráneas, uno de los ecosistemas acuáticos probablemente más originales del planeta e importantes para la biodiversidad en áreas con clima Mediterráneo [32]. Este tipo de ecosistemas pasan en general bastante desapercibidos para la sociedad por su apariencia discreta y temporal. La creación de una charca temporal puede ser utilizada como aula didáctica al aire libre [33] de modo que el alumno acceda con facilidad a la

información y a la formación de actitudes y valores. Los cuerpos de agua dulce interiores constituyen escenarios de **actividades recreativas** tales como la pesca deportiva (cotos de pesca), el baño (zonas de baño establecidas), la navegación de recreo y el aprovechamiento de las aguas mineromedicinales con fines termales (balnearios) que demandan una calidad óptima de las aguas y un volumen mínimo de agua [34].

Muchas personas encuentran la belleza o valor estético en varios aspectos de los ecosistemas, como se refleja en el aprecio de parques y recorridos paisajísticos o en la selección de lugares de vivienda [35]. Los ecosistemas acuáticos continentales y el agua han sido fuente de **inspiración** en la música (ej. “Lago de los Cisnes” de Tchaikovsky, “Música acuática” de Handel) o el cine (ej. “El río” de Jean Renoir). Las artes plásticas han incluido también estos ecosistemas como fuente de inspiración. Por ejemplo, en pintura los trabajos de los últimos años del impresionista Monet con los nenúfares, un ciclo de unas 250 pinturas al óleo donde representó los nenúfares que flotaban en su estanque en el Jardín de Giverny [36]. Piezas escultóricas conocidas como la fuente de las náyades en Roma inspirada en leyendas mitológicas relacionadas con deidades acuáticas. El agua también se ha relacionado con la **simbología espiritual**. Por ejemplo, en la tradición cristiana el agua es un elemento purificador relacionado con el bautismo.

Conservación y uso sostenible

El **bienestar humano** y su progreso dependen vitalmente de una gestión de los ecosistemas de la Tierra que asegure su conservación y uso sostenible [17]. Pero la creciente demanda de servicios de los ecosistemas se ve agravada por la **degradación** cada vez más importante en la capacidad de los ecosistemas para proporcionar estos servicios. Por ejemplo y referido a ecosistemas acuáticos las alteraciones de los ciclos del nitrógeno y fósforo producidos por el hombre se traduce en una pérdida de biodiversidad acompañada de proliferación de algas de aguas eutróficas y muertes de peces. La tendencia pasada y actual en los servicios de los ecosistemas que debería haber reducido la **pobreza** es una situación desequilibrada entre el abuso de los servicios de suministro y una pequeña utilización de los demás servicios del ecosistema [37]. Pero debido a la vinculación entre todos los servicios del ecosistema y el bienestar humano, ante cualquier desarrollo de los recursos hídricos sólo un equilibrado “trade-off” entre todos los servicios de los ecosistemas permitirá aumentar el bienestar humano y reducir la pobreza.

Hasta ahora se han considerado los valores utilitarios de los ecosistemas para el hombre. Otro enfoque diferente sostiene que las cosas pueden tener **valores intrínsecos** no utilitarios y merecen su existencia independiente de su utilidad o no

para el ser humano. Más aún, estas perspectivas están relacionadas con puntos de vista éticos, religiosos y culturales, todos atributos inherentes y exclusivos del **ser humano**. En cualquier caso, sin los ecosistemas acuáticos nuestro **mundo** no hubiera sido ni sería tan **hermoso**.

Referencias

- [1] <http://mars.jpl.nasa.gov/mer/overview/>
- [2] Lis DC, Neufeld DA, Phillips TG, Gerin M, Neri R (2011) Discovery of water vapor in the high redshift quasar APM 08279+5255 at $Z = 3.91$. *The Astrophysical Journal Letters*, 738:L6, 5pp.
- [3] Bradford CM, Bolatto AD, Maloney PR, Aguirre JE, Bock JJ, Glenn J, Kamenetzky J, Lupu R, Matsuhara H, Murphy EJ, Naylor BJ, Nguyen HT, Scott K, Zmuidzinas J (2011) The water vapor spectrum of APM 08279+5255: X-ray heating and infrared pumping over hundreds of parsecs. *The Astrophysical Journal Letters*, 741:L37, 6pp.
- [4] Gleik PH (ed.) (1993) *Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources*. Oxford University Press.
- [5] Vörösmarty CJ et al. (2005) *Freshwater*. Millennium Ecosystem Assessment Vol. 1, Ch. 7:165-207 Island Press.
- [6] Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata Z-I, Knowler DJ, Leévêque C, Naiman RJ, Prieur-Richard A-H, Soto D, Stiassny MLJ, Sullivan CA (2006) Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Review*, 81:163-182.
- [7] Hrbek T, da Silva VMF, Dutra N, Gravena W, Martin, AR, Farias IP (2014) A new species of river dolphin from Brazil or: how little do we know our biodiversity. *PloS One*, 9(1):e0083623. doi:[10.1371/journal.pone.0083623](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083623)
- [8] <http://www.feow.org/copyright>
- [9] Mueller M, Pander J, Geist J (2013) Taxonomic sufficiency in freshwater ecosystems: effects of taxonomic resolution, functional traits, and data transformation. *Freshwater Science*, 32(3):762-778.
- [10] Raup DM, Sepkoski JJ (1982) Mass Extinctions in the Marine Fossil Record Source. *Science, New Series*, 215(4539):1501-1503.
- [11] Raup DM, Sepkoski JJ (1984) Evolution Periodicity of extinctions in the geologic past (evolution/time series/paleontology). *PNAS*, 81:801-805.
- [12] Foley SF, Gronenborn D, Andreae MO, Kadereit JW, Esper J, Scholz D, Pöschl U, Jacob DE, Schöne BR, Schreg R, Vött A, Jordan D, Lelieveld J, Weller CG, Alt KW, Gaudzinski-Windheuser S, Bruhn K-C, Tost H, Sirocko F, Crutzen PJ (2013) The Palaeoanthropocene – The beginnings of anthropogenic environmental change. *Anthropocene*, 3:83-88.
- [13] Crutzen PJ (2002) *Geology of mankind*. *Nature*, 415:23.

- [14] Malm A, Hornborg A (2014) The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative. *The Anthropocene Review*, 1(1): 62-69.
- [15] Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y el agua. Informe de síntesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- [16] Finlayson M, D’Cruz R, Davidson N (2005) Millenium Ecosystem Assessment - Chapter 20: Inland Water Systems.
- [17] World Resources Institute (2003) Ecosistemas y bienestar humano: marco para la evaluación. Informe del Grupo de Trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Washington: WRI.
- [18] http://www.ramsar.org/pdf/info/services_04_e.pdf
- [19] Barbour M, Solomesch A, Witham C, Holland R, McDonald R, Cilliers S, Molina JA, Buck J, Hillman J (2003) Vernal pool vegetation of California: variation within pools. *Madroño*, 50(3): 129-146.
- [20] <http://www.vernalpools.org/Thorp/>
- [21] UNEP (2008). Vital water graphics: an overview of the state of the world’s fresh and marine waters. United Nations Development Program (UNEP), Nairobi, Kenya. 2nd Edition. Available at: <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/index.html>
- [22] http://www.ign.es/espmap/mapas_rural_bach/Rural_Mapas_06.htm
- [23] <http://www.magrama.gob.es/>
- [24] Wood S, Ehui S, Adler J, Benin S, Cassman KG et al. (2005) Food. In: Hassan R, Scholes R, Ash, N (eds.) *Ecosystem and human well-being: current state and trends*, volume 1. Island Press, Washington, DC., USA.
- [25] Bills GF, Platas G, Peláez F, Masurekar P (1999) Reclassification of a pneumocandin-producing anamorph, *Glarea lozoyensis* gen. et sp. nov., previously identified as *Zalerion arboricola*. *Mycological Research*, 103(2): 179-192.
- [26] Youssar L, Grüning BA, Günther S, Hüttel W (2013) Characterization and phylogenetic analysis of the mitochondrial genome of *Glarea lozoyensis* indicates high diversity within the order Helotiales. *PLoS One*, 8(9):e74792. doi: 10.1371/journal.pone.0074792.
- [27] Peláez F, Genilloud O (2004) Nuevos fármacos basados en productos naturales de origen microbiano. *Real Academia Nacional de Farmacia. Ser. Monografías 15, Nuevos avances en medicamentos*:123-166.
- [28] Barthlott W, Neinhuis C (1997) The purity of sacred lotus or escape from contamination in biological surfaces. *Planta*, 202:1-8.
- [29] Cheng Y-T, Rodak D E (2005) Is the lotus leaf superhydrophobic? *Applied Physics Letters* 86, 144101.
- [30] Solga A, Cerman Z, Striffler BF, Spaeth M, Barthlott W (2007) The dream of staying clean: Lotus and biomimetic surfaces. *Bioinspiration and Biomimetics*, 2:1-9.
- [31] Gulrajani ML (2006) Nano finishes. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 31:187-201.

- [32] Deil U (2005) A review on habitats, plant traits and vegetation of ephemeral wetlands - a global perspective. *Phytocoenologia*, 35(2-3):533-705.
- [33] <http://web2.cime.es/lifebasses/ca/basadidactica.php?c=25>
- [34] Confederación Hidrográfica del Miño-Sil (2010) Propuesta proyecto Plan Hidrológico. http://www.chminosil.es/phocadownload/documentos/file/descripcion_demarcacion_hidrografica/09-Usos-Agrarios-es.pdf
- [35] <http://www.greenfacts.org/en/ecosystems/toolboxes/box2-1-services.htm>
- [36] Carrassat PFR (2005) *Maestros de la pintura*. Spes Editorial, Barcelona.
- [37] Aylward B, Bandyopadhyay J, Belausteguigotia JC (2005) Freshwater Ecosystem Services. In Chopra K, Leemans R, Kumar P, Simons H. (eds.) *Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses*, Volume 3. Findings of the Responses Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Washington DC: Island Press.