

PRESIONES E IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE:
NECESIDAD DE UN ENFOQUE ECOSISTÉMICO

por JAIME RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE MÁLAGA, 29071 - MÁLAGA (ESPAÑA)

JAIME@UMA.ES

Palabras clave: Presiones, impactos, respuestas, enfoque ecosistémico, diversidad, servicios, bienestar, modelos
Enviado: 15 enero 2016. Aceptado: 18 mayo 2016



Créditos de la fotografía

Las actividades humanas ejercen presiones que provocan impactos sobre el medio ambiente. Estos cambios afectan al flujo de servicios de los ecosistemas, de cuya integridad depende el bienestar humano. El análisis de las relaciones entre humanos y naturaleza, complicadas por la complejidad de los ecosistemas y la incertidumbre derivada del cambio global, requiere una aproximación holística como la que caracteriza al *enfoque ecosistémico* y al modelo conceptual de *socio-ecosistema*, con énfasis en el papel del flujo de servicios de los ecosistemas en relación con el bienestar humano. El examen de la normativa legal en el ámbito marino pone de manifiesto que el enfoque ecosistémico va más allá de una simple aportación conceptual y encierra, tal como se propone en el Convenio de Diversidad Biológica, un valor de estrategia operativa aplicada al análisis de problemas y preocupaciones ambientales. Se introduce uno de los modelos diseñados para este tipo de análisis, derivado del programa de Evaluación de Ecosistemas del Milenio, organizado según la secuencia cíclica de los siguientes componentes: presiones indirectas (o impulsores indirectos del cambio en los ecosistemas), presiones directas (o impulsores directos del cambio), estado del ecosistema (biodiversidad y funciones ecológicas), servicios de los ecosistemas, bienestar y respuestas (acciones e intervenciones dirigidas a corregir tanto las causas como los efectos negativos de las actividades humanas sobre los sistemas natural y social).

Human activities exert pressures that cause impacts on the environment. These changes affect to the flow of ecosystem services, whose integrity is fundamental for human wellbeing. The analysis of relationships between people and nature is complicated by ecosystem complexity and the uncertainty derived from the present global change conditions. This requires a holistic way-of-thinking like that of the ecosystem approach and the social-ecological conceptual model, with emphasis on the role of ecosystem services on human wellbeing. Some examples of legal regulation in the marine environment show that the ecosystem approach goes beyond the conceptual or theoretical value. As the Convention on Biological Diversity proposes, the ecosystem approach has a strategic, operative value in the analysis of environmental problems and concerns. I introduce one of the models designed for this kind of analysis. The model derives from the Program of Millennium Ecosystem Assessment and describes the following cyclic sequence: indirect pressures (or indirect drivers of ecosystem change), direct pressures (or direct drivers of change), ecosystem state (biological diversity and ecological functions), ecosystem services, human wellbeing and responses (actions and interventions aimed at reducing both the causes and the negative effects of human activities on the natural and social systems).

Vivimos en una situación de cambio global acelerado

Los humanos estamos ejerciendo un profundo impacto sobre la estructura y el funcionamiento de la naturaleza a todas las escalas, desde nuestro entorno más cercano hasta el conjunto del planeta. La contaminación de la atmósfera con sus secuelas de calentamiento global, cambio climático, destrucción de la capa de ozono y pérdida de calidad del aire que respiramos; la contaminación de los ríos, los acuíferos, las aguas marinas y los suelos; la sobre-explotación de los recursos pesqueros e hídricos; la deforestación y fragmentación de hábitats naturales, la pérdida de diversidad biológica y cultural... Toda una larga lista de cambios que, en conjunto, constituyen el denominado *cambio global* que ha llevado a los expertos^[1] a identificar este período, iniciado con la revolución industrial y en proceso de aceleración desde mediados del siglo XX, como una nueva época en el curso de la historia geológica y biológica del planeta: *el Antropoceno*.

La relación entre humanos-naturaleza ante el cambio global

El análisis de numerosos indicadores demográficos, económicos, sociales y culturales durante este período demuestra la estrecha relación entre el comportamiento y actividad de la especie humana y el cambio acelerado en los ecosistemas. En cualquier caso, la visión antropocéntrica de esta relación entre humanos y ecosistemas suele tener un carácter unidireccional (Figura 1a): detectamos y reconocemos que nuestras actividades provocan impactos negativos sobre los ecosistemas, analizamos el problema generado y respondemos a él tratando de corregirlo o de modificar las causas que lo han provocado. Así, promulgamos leyes de protección ambiental, establecemos áreas protegidas, diseñamos planes de recuperación de una especie en peligro de extinción, restauramos un espacio que ha sido dañado por un vertido contaminante, ponemos en marcha planes de educación ambiental de la ciudadanía, etc.

Hoy se reconoce, sin embargo, que esta visión unidireccional (o fundamentalmente proteccionista, en el sentido de que la naturaleza aparece como una entidad externa al ser humano) es, cuanto menos, incompleta, pues no reconoce el hecho de que, a pesar del extraordinario desarrollo tecnológico, *los humanos seguimos dependiendo de la naturaleza*, ya que la mayor parte de los procesos ecológicos se traducen en beneficios para el ser humano a través del flujo de servicios de los ecosistemas^[2,3] (Figura 1b). Este alejamiento de la realidad es, lógicamente, más notorio en las sociedades de mayor nivel económico, donde el optimismo tecnológico alimenta la idea de una sociedad humana independizada del medio ambiente y tiene, globalmente hablando, una consecuencia dramáticamente relevante: la degradación de la estructura y la funcionalidad de los ecosistemas se traduce en pérdida de bienestar humano.

Por otra parte, los ecosistemas son sistemas complejos que exhiben un comportamiento no-lineal, con posibles cambios catastróficos de estado^[4], lo que pone en jaque casi cualquier predicción sobre la capacidad del sistema para permanecer en un determinado dominio de estabilidad frente a las presiones externas, capacidad que hoy identificamos como resiliencia ecológica^[5]. Finalmente, las condiciones actuales de cambio global generalizado y acelerado introducen un componente adicional de incertidumbre derivado de la aparición de efectos sinérgicos entre diferentes agentes de presión humana. Todo ello implica la necesidad de abordar los problemas ambientales de origen antropogénico de una manera holística, ecosistémica, aproximación que requiere la integración de

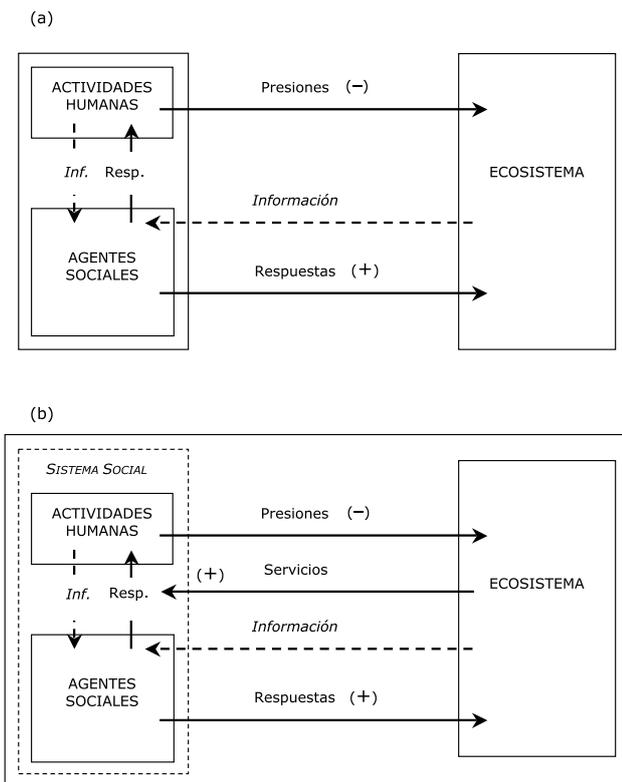


Figura 1. Dos formas de entender las relaciones entre humanos y naturaleza. (a) Típico *modus operandi* humano bajo la consideración de una separación de los sistemas social y natural y una relación unidireccional entre ambos. (b) Reconocimiento de una relación mutua, bidireccional, a través del flujo de servicios que los ecosistemas brindan al ser humano así como de la integración de los sistemas social y natural en una entidad global que es el *sistema socio-ecológico*.

los sistemas social y natural en una entidad superior, el denominado *sistema socio-ecológico*^[6] (Figura 1b) sobre el cual volveré más adelante.

El enfoque ecosistémico: ¿concepto o herramienta operativa?

Lo antes expuesto puede sugerir que, al proponer un enfoque *ecosistémico*, lo que se plantea no es más que una actitud mental, una forma de pensar en nuestras relaciones con la naturaleza, algo que no va más allá de una cuestión conceptual sin repercusión práctica en el mundo real de la conservación, la gestión y la política ambiental. Consideraciones conceptuales aparte (que también son importantes), la aparición explícita de la expresión «enfoque ecosistémico» en la normativa legal y en los planteamientos operativos de organizaciones relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales sugiere que dicho enfoque debe de tener un valor práctico, un carácter de estrategia metodológica de cara a la política ambiental a todas las escalas, desde la local hasta la global o planetaria. Veamos algunos ejemplos de estas normas, relacionados con la conservación y gestión de ecosistemas marinos.

– La *Directiva Marco 2008/56/CE de la UE para la Estrategia Marina* dice en su artículo 1:

«Las estrategias marinas [de los Estados Miembros] aplicarán un enfoque ecosistémico de la gestión de las actividades humanas...»

– La *Ley 41/2010 de Protección del Medio Marino del estado español*, primera etapa de la implementación de la Directiva para la Estrategia Marina, dice (artículo 4), en coherencia con la directiva europea:

«Se aplicará una gestión adaptativa de las actividades humanas siguiendo el principio de precaución y el enfoque ecosistémico...»

– El *Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo*, una herramienta del Plan de Acción para el Mediterráneo del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en su reunión de las Partes Contratantes de 2008, dispone que:

«To ensure the sustainability of the exploitation of marine goods and services in the Mediterranean Sea, the ecosystem approach (...) will be applied.»

Aunque sin carácter de normativa legal, otros organismos internacionales como la FAO en relación con las pesquerías^[7] y la IUCN en relación con la conservación de la biodiversidad en general^[8] promueven recomendaciones en este mismo sentido.

El carácter estratégico del enfoque ecosistémico tiene su origen en la declaración formal del *Fifth Ordinary Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity* (Nairobi, Kenia, 2000) :

«The ecosystem approach is a strategy for the integrated management of land, water and living resources that promotes conservation and sustainable use in an equitable way (...). It recognizes that humans, with their cultural diversity, are an integral component of many ecosystems(...). The ecosystem approach should be the primary framework of action to be taken under the Convention.»

El *Convenio de Diversidad Biológica* (CDB) se constituye formalmente durante la *Cumbre de la Tierra* del Programa para el Medio Ambiente y el Desarrollo de Naciones Unidas, celebrada en Río de Janeiro en 1992, y lo hace como resultado del reconocimiento de (a) la necesidad de abordar modos de desarrollo sostenible, y (b) el valor de la diversidad biológica como bien mundial para las generaciones presentes y futuras. Como puede apreciarse en la declaración anterior, el enfoque ecosistémico aparece como la herramienta necesaria para abordar la conservación de la diversidad biológica (genes, especies y ecosistemas) a través del equilibrio o balance entre los tres objetivos que se establecen en la fundación del CDB: conservación de la diversidad, uso sostenible de sus componentes y reparto justo de los beneficios derivados de su explotación.

En este punto puede ser oportuno señalar la existencia de un malentendido que se manifiesta frecuentemente en debates sobre las formas de abordar la protección o conservación de la biodiversidad. Desde enfoques estrictamente relacionados con la protección de determinadas especies focales, es frecuente confundir el enfoque «ecosistémico» con un enfoque «de ecosistemas», que vendría a ser algo así como un conjunto de recomendaciones o una guía para gestionar ecosistemas en lugar de especies^[8]. El enfoque ecosistémico, tal como lo propone el CDB, es, de hecho, un marco operativo para la gestión y la toma de decisiones en relación con los problemas y preocupaciones ambientales que nos afectan, y no excluye otras aproximaciones conceptuales y metodológicas tales como programas de conservación de especies amenazadas, establecimiento de áreas protegidas, etc. De hecho, lo que hace el enfoque ecosistémico es integrar todas las posibles aproximaciones y metodologías para tratar problemas complejos como son los que derivan de la interacción entre humanos y ecosistemas.

El sistema socio-ecológico y los servicios de los ecosistemas como base conceptual

Como se apuntaba al inicio, la interacción entre el sistema social y el sistema natural da lugar a una entidad, el sistema *socio-ecológico* (Figura 1b), que constituye el marco conceptual básico en el que se desarrolla el enfoque ecosistémico y cuya consideración global se considera condición necesaria a la hora de abordar problemas complejos como son la mayoría de los problemas ambientales. En este ámbito, el sistema social actúa e interviene sobre el sistema natural, y los cambios provocados en él afectan al flujo de servicios del ecosistema, entendidos como el subconjunto de procesos o funciones ecológicas de las cuales se derivan beneficios (económicos, ecológicos, socioculturales) para los humanos^[2,3,9].

Tradicionalmente, el valor adscrito a los ecosistemas ha estado relacionado con su capacidad para producir bienes tangibles (recursos alimenticios, materiales, metabolitos, genes, etc.) que hoy se engloban en los denominados *servicios de provisión o abastecimiento* que pueden introducirse fácilmente en la valoración del impacto que su degradación tiene sobre determinados aspectos del bienestar humano. Sin embargo, muchos de los beneficios que el ser humano obtiene de los ecosistemas no son fáciles de valorar económicamente pero son igualmente fundamentales para su bienestar. Es el caso de la mayoría de los *servicios de regulación*, como el proceso de absorción y secuestro de carbono en las aguas profundas y sedimentos oceánicos (la denominada «bomba biológica de carbono») que explica la contribución del océano a la regulación del clima planetario^[5]; o el papel de las praderas de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* en la estabilización morfosedimentaria del litoral; o el papel de ciertas *especies clave* en el sostenimiento de la estructura trófica y la productividad biológica de un ecosistema. Finalmente, otros servicios son claramente intangibles: ¿cómo poner precio, por ejemplo, al valor que un determinado paisaje tiene sobre el sentimiento de pertenencia que une a la gente con su entorno? La lista de posibles *servicios culturales* que los ecosistemas nos brindan es muy larga y su pérdida afecta a diferentes componentes de lo que hoy se considera el bienestar humano, un concepto que supera la idea de la renta per capita como indicador del nivel de vida medio para proponer una aproximación multidimensional de la calidad de vida, en la que el componente PIB se enriquece con aspectos relacionados con la salud, la educación, las relaciones sociales o la libertad de acción y elección^[3,10,11].

Un modelo operativo para el enfoque ecosistémico

La implementación del enfoque ecosistémico como herramienta operativa se hace a través de diferentes marcos analíticos propuestos, con diferente nivel de desarrollo y complejidad, por organismos como la Agencia Europea de Medio Ambiente, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, el *World Resources Institute* (WRI) e iniciativas globales como el *Programa de Evaluación de Ecosistemas del Milenio* (EEM) de Naciones Unidas o el proyecto *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB), un proyecto auspiciado por Naciones Unidas y la Comisión Europea entre otros. En todos ellos se requiere el análisis no sólo de los impactos derivados de las actividades humanas sino también de las acciones e intervenciones en respuesta a los cambios observados. Además, en los modelos más desarrollados (WRI, EEM, TEEB) aparecen explícitamente componentes relacionados con los servicios de los ecosistemas, los beneficios derivados y su efecto sobre el bienestar humano.

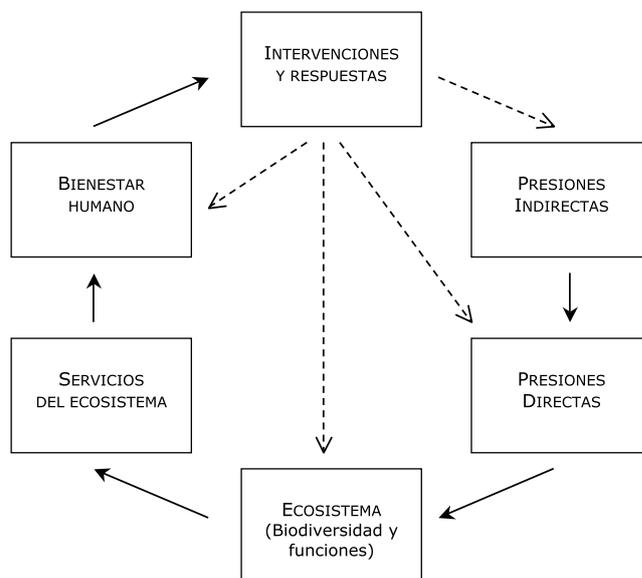
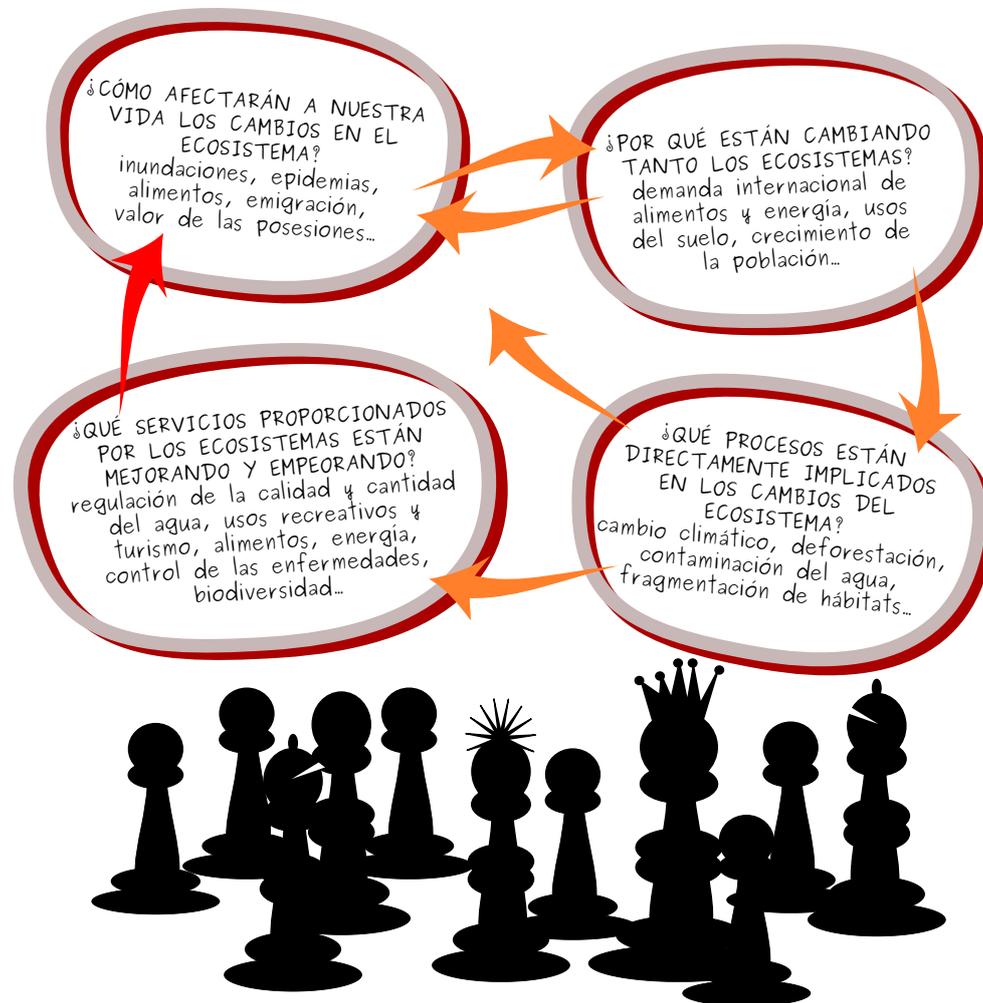


Figura 2. Un modelo para la aplicación del enfoque ecosistémico al análisis de problemas o preocupaciones ambientales. Modificado de [12].

El modelo de la Figura 2, basado en el marco conceptual del programa de Evaluación de Ecosistemas del Milenio, requiere, para el análisis de cualquier problema ambiental, la identificación de las relaciones causa-efecto entre los agentes de presión y los cambios observados en el estado de los ecosistemas. Los cambios de usos del suelo, los aportes de sustancias externas, la extracción de recursos, la introducción o eliminación de especies, el cambio climático, etc representan *presiones directas* sobre el estado de la

biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas. Como tales, estos agentes de presión suelen describirse como *impulsores directos* de cambio, y derivan de un conjunto de factores demográficos, económicos, sociopolíticos, culturales, religiosos, científicos o tecnológicos que actúan sobre los ecosistemas como *presiones indirectas* (o *impulsores indirectos* de cambio).



Los cambios de estado del ecosistema repercuten, positiva o negativamente, en el flujo de servicios que los ecosistemas aportan al ser humano. Por ejemplo, la sobreexplotación pesquera puede aumentar la disponibilidad de alimento, lo que representa un aumento del servicio de abastecimiento, aunque insostenible a largo plazo por la propia identificación del proceso como «sobreexplotación». Al mismo tiempo, la pérdida de biodiversidad asociada a efectos colaterales de la actividad pesquera (daños físicos del lecho marino en la pesca de arrastre, mortalidad por descartes, capturas accidentales de especies no-objetivo como las tortugas marinas, etc.) afectan negativamente a otros servicios de regulación y culturales. A su vez, los cambios en el flujo de servicios afectan al bienestar humano. La sobreexplotación pesquera puede traducirse, a corto plazo, en un aumento de la

renta per capita de sectores sociales relacionados con la propia actividad pesquera, el turismo, la industria alimentaria y otros, aunque su carácter insostenible impone, más bien pronto que tarde, un límite temporal a los beneficios derivados de la propia actividad pesquera.

Finalmente, la percepción de los cambios provocados en los ecosistemas, flujo de servicios y bienestar humano, deben guiar las intervenciones o respuestas sociales dirigidas a corregir el problema (Figura 2). Las respuestas pueden ser de carácter jurídico, económico, científico-tecnológico, educativo, etc., y pueden tener como objetivo la prevención y mitigación del problema (actuando principalmente sobre los impulsores primarios o indirectos y las presiones directas), la rehabilitación, restauración o simplemente mejora del estado ecológico, o la adaptación a las nuevas con-

diciones ambientales, lo que puede incluir medidas sociales dirigidas a preservar el bienestar humano. Por definición, no se puede intervenir directamente sobre los servicios de los ecosistemas sino que debe actuarse a través de la recuperación de las funciones ecológicas degradadas, de forma directa si es posible y, en todo caso, a través de la modificación de los impulsores indirectos (las causas primeras del problema) o de la reducción o eliminación de las presiones directas (Figura 2). Los actores sociales responsables de responder al problema planteado incluyen desde los individuos hasta las organizaciones internacionales, por lo que, en coherencia, las respuestas pueden darse a escalas que varían desde la local hasta la global o planetaria.

El modelo descrito plantea el reto de la valoración de los servicios de los ecosistemas y su contribución al bienestar humano. Esto es lo que persigue la iniciativa TEEB prestando especial atención a criterios de valoración ecológicos, socio-culturales y económicos e introduciendo, entre *servicios* y *bienestar*, el componente *beneficios*, que identifica cómo y en qué medida los servicios contribuyen al bienestar humano. Esta línea de desarrollo abre la discusión entre los enfoques de la *economía ambiental* y la *economía ecológica*^[13], algo que queda fuera de los objetivos de este artículo.

La aplicación de cualquiera de los modelos existentes reposa sobre la disponibilidad, búsqueda y elaboración de indicadores ambientales, cuya valoración proporciona información simplificada sobre los elementos o procesos clave relacionados con un problema ambiental complejo^[14]. Pueden definirse indicadores para cada uno de los compartimentos del modelo utilizado, pero también (y muy importantes) sobre la efectividad de las respuestas sociales al problema. Un buen indicador cuantifica y simplifica la información, facilita la comunicación y ayuda a los gestores a identificar el origen del problema, seguir su evolución así como examinar la efectividad de sus intervenciones, lo que permite la aplicación de una gestión dinámica y adaptativa.

En cualquier caso, el contenido de los modelos presentados indica claramente el carácter interdisciplinar del enfoque ecosistémico, tal como se manifestaba desde su propuesta como estrategia para alcanzar los objetivos ecológicos, económicos y sociales del Convenio de Diversidad Biológica, carácter que se traduce en la obligatoriedad de la cooperación entre diferentes áreas de las ciencias biofísicas y sociales. El diagnóstico del estado ecológico es, obviamente, materia de análisis de expertos de campos como la biología, geología, medio ambiente, geografía, ciencias del mar, ingenierías diversas, etc, campos que tam-

bién contribuyen a la identificación y análisis de las presiones directas sobre el medio ambiente así como al efecto de los cambios de estado sobre las funciones ecológicas y los servicios derivados de su alteración (principalmente los de provisión y regulación). Disciplinas del ámbito de la economía y la sociología deben identificar los factores que intervienen como impulsores indirectos del cambio en los ecosistemas, el estado y tendencias de los servicios culturales así como valorar los beneficios que los servicios de los ecosistemas aportan al bienestar humano. Finalmente, hoy se reconoce que la etapa de decisión sobre actuaciones y respuestas debe contar no solo con la opinión de los expertos de las disciplinas anteriores sino con la participación de los sectores ciudadanos afectados por el problema generado o potencialmente afectados por la respuesta de los responsables de la toma de decisiones al respecto.

Referencias

- ¹Steffen W y otros. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review* 2: 81-98, 2015.
- ²Haines-Young R y Postchin M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. En *Ecosystem Ecology: A new synthesis*, Raffaelli D y Frid C (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. 2010.
- ³Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington DC. 2005.
- ⁴Scheffer M y otros. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413: 591-596, 2001.
- ⁵Rodríguez J. *Ecología*. Ed. Pirámide, Madrid. 2013.
- ⁶Berkes F y Folke C. *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press, Cambridge. 1998.
- ⁷FAO. *Fisheries management. The ecosystem approach to fisheries*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, 4 (Suppl. 2). 2003.
- ⁸Smith RD y Maltby E. *Using the Ecosystem Approach to Implement the Convention on Biological Diversity. Key Issues and Case Studies*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge. 2003.
- ⁹De Groot R y otros. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393-408. 2002.
- ¹⁰UE. *Más allá del PIB: Evaluación del progreso en un mundo cambiante*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. 2009.
- ¹¹Martín-López B y otros. *Ciencias de la Sostenibilidad: Guía Docente*. Instituto Humboldt, Universidad del Magdalena y Universidad Autónoma de Madrid, Bogotá y Madrid. 2013.
- ¹²Montes C y otros. *Ecosistemas y biodiversidad de España para el bienestar humano. Evaluación de Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. 2011.
- ¹³Arroyo-Agudo P y Miguélez E. El reto de valorar los servicios de los ecosistemas. En *Servicios ambientales en Reservas de la Biosfera españolas*, Onaindía M (ed.). Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. 2010.
- ¹⁴Smeets E y Weterings R. *Environmental indicators: Typology and overview*. European Environment Agency Technical report No 25, Copenhagen. 1999.