



Sustento del uso justo  
de **Materiales Protegidos**  
derechos de autor para  
fines educativos



**UCI**

Universidad para la  
Cooperación Internacional

## UCI

### Sustento del uso justo de materiales protegidos por Derechos de autor para fines educativos

El siguiente material ha sido reproducido, con fines estrictamente didácticos e ilustrativos de los temas en cuestión, se utilizan en el campus virtual de la Universidad para la Cooperación Internacional – UCI - para ser usados exclusivamente para la función docente y el estudio privado de los estudiantes en el curso “Proyectos I” perteneciente al programa académico MGTS.

La UCI desea dejar constancia de su estricto respeto a las legislaciones relacionadas con la propiedad intelectual. Todo material digital disponible para un curso y sus estudiantes tiene fines educativos y de investigación. No media en el uso de estos materiales fines de lucro, se entiende como casos especiales para fines educativos a distancia y en lugares donde no atenta contra la normal explotación de la obra y no afecta los intereses legítimos de ningún actor.

La UCI hace un USO JUSTO del material, sustentado en las excepciones a las leyes de derechos de autor establecidas en las siguientes normativas:

- a- Legislación costarricense: Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, No.6683 de 14 de octubre de 1982 - artículo 73, la Ley sobre Procedimientos de Observancia de los Derechos de Propiedad Intelectual, No. 8039 – artículo 58, permiten el copiado parcial de obras para la ilustración educativa.
- b- Legislación Mexicana; Ley Federal de Derechos de Autor; artículo 147.
- c- Legislación de Estados Unidos de América: En referencia al uso justo, menciona: "está consagrado en el artículo 106 de la ley de derecho de autor de los Estados Unidos (U.S.Copyright - Act) y establece un uso libre y gratuito de las obras para fines de crítica, comentarios y noticias, reportajes y docencia (lo que incluye la realización de copias para su uso en clase)."
- d- Legislación Canadiense: Ley de derechos de autor C-11– Referidos a Excepciones para Educación a Distancia.
- e- OMPI: En el marco de la legislación internacional, según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual lo previsto por los tratados internacionales sobre esta materia. El artículo 10(2) del Convenio de Berna, permite a los países miembros establecer limitaciones o excepciones respecto a la posibilidad de utilizar lícitamente las obras literarias o artísticas a título de ilustración de la enseñanza, por medio de publicaciones, emisiones de radio o grabaciones sonoras o visuales.

Además, y por indicación de la UCI, los estudiantes del campus virtual tienen el deber de cumplir con lo que establezca la legislación correspondiente en materia de derechos de autor, en su país de residencia.

Finalmente, reiteramos que en UCI no lucrarnos con las obras de terceros, somos estrictos con respecto al plagio, y no restringimos de ninguna manera el que nuestros estudiantes, académicos e investigadores accedan comercialmente o adquieran los documentos disponibles en el mercado editorial, sea directamente los documentos, o por medio de bases de datos científicas, pagando ellos mismos los costos asociados a dichos accesos.

# Sostenibilidad ecológica

Miren Onaindia Olalde

Coordinadora General de la Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Campus de Leioa - Barrio Sarriena s/n. - 48940 Leioa, Bizkaia  
miren.onaindia@ehu.es

# análisis



1: 39-49, 2007

## > Resumen

*La humanidad depende de la diversidad biológica y del flujo de servicios de los ecosistemas, que son los beneficios que la sociedad puede obtener de los ecosistemas. Los servicios de los ecosistemas incluyen servicios de provisión como el alimento y el agua, energía, materiales; y servicios de regulación como la regulación del clima, inundaciones, enfermedades, calidad del agua; y diversos servicios culturales. Todos los aspectos están relacionados por lo que la utilización de determinados recursos puede afectar a los servicios de regulación. Por ejemplo, los cambios en los usos del suelo, como la deforestación, tienden a reducir las lluvias locales y contribuyen a la desertificación y a la escasez de agua. Otro ejemplo es la capacidad de los ecosistemas para mitigar los efectos catastróficos del clima (huracanes), que ha sido reducida como resultado de la desaparición de las zonas húmedas, bosques y manglares.*

*Los flujos de bienes y servicios son vitales para la economía, por eso cada vez más los científicos basan la idea de sostenibilidad en la necesidad de asegurar el suministro (actual y/o potencial) de los servicios de los ecosistemas, que son indispensables para el mantenimiento de nuestra sociedad. La sostenibilidad ecológica significa el mantenimiento del capital natural, es decir, vivir dentro de la capacidad productiva del planeta. Además, planteado de una manera global, la sostenibilidad ecológica y la social son las dos caras de una moneda, ya que dependen una de la otra.*

### Palabras clave:

*Sostenibilidad ecológica,  
Servicios de los ecosistemas,  
Capital natural,  
Biodiversidad,  
Sostenibilidad social*

## > Laburpena

*Gizadia dibertsitate biologikoaren eta ekosistemen zerbitzuen fluxuaren menpekoea da. Ekosistemen zerbitzuak gizarteak ekosistemetatik eskuratu ahal dituen onurak dira. Ekosistemen zerbitzuen baitan hornidura zerbitzuak ditugu, halanola, elikagaiak eta ura, energia eta materialak; erregulazio-zerbitzuak, halanola, klimaren, uholdeen, gaixotasunen eta uraren kalitatearen erregulazioa; eta zerbitzu kultural anitz. Guztiak elkar-erlazioan daude, hortaz, zenbait baliabideren agortzeak erregulazio-zerbitzuetan izan dezake eragina. Adibidez, lurzorua erabilera-aldaketek, deforestazioak adibidez, eurite lokalak txikitzeko joera izaten dute eta desertifikazioa eta ur-ekasria emendatzen dute. Beste adibide bat klimaren eragin katastrofikoak (hurakanak) arintzeko ekosistemek duten gaitasuna da, hezeguneen, basoen eta manglaeren desagertapenaren eraginez gutxitua izan dena.*

*Ondare eta zerbitzuen fluxua ezinbestekoa da ekonomiarako, horregatik, gero eta gehiago, zientzialariek iraunkortasunaren ideia gure gizartearentzat ezinbestekoak diren ekosistemen zerbitzuen hornikuntza (gaur eguneko edota potentziala) mantentzean oinarritzen dute. Iraunkortasun ekologikoak kapital naturalaren mantenua esan nahi du, hau da, planetaren ekoizpen-gaitasunaren baitan bizitzea. Gainera, modu globalean planteatuta, iraunkortasun ekologikoa eta soziala txanpon beraren bi aurpegiak dira, bata bestearen menpekoeak baitira.*

### Gako-hitzak:

*Iraunkortasun ekologikoa,  
Ekosistemen zerbitzuak,  
Kapital naturala,  
Biodibertsitatea,  
Iraunkortasun soziala*

## > Abstract

*Humanity depends on biological diversity and on the flux of ecosystem services, which are the benefits society can obtain from ecosystems. Ecosystem services include provision services as food and water, energy, materials; and regulation services as climate, floods, disease, water quality regulation; and diverse cultural services. All aspects are related to each other, so the use of certain resources can affect regulation services. For example, land-use changes, as deforestation, tend to reduce local rain and contribute to desertification and water scarcity. Another example is the ecosystem capacity to mitigate catastrophic effects of climate (hurricanes), which has been reduced as a result of disappearance of humid zones, forests and mangroves.*

*Flux of goods and services is vital for economy. Therefore, scientists lie the sustainability idea on the need to ensure the provision (actual and/or potential) of ecosystem services, that are essential for society maintenance. Ecological sustainability means to maintain natural capital, that is, living within planet capacity. Furthermore, globally, ecological and social sustainability are both sides of the same coin, one is dependent on the other.*

### Key words:

*Ecological sustainability,  
Ecosystem services,  
Natural capital,  
Biodiversity,  
Social sustainability*

### • La naturaleza inicia y mantiene los ciclos de materia y energía en la biosfera

La Ecología es la ciencia que estudia los niveles más altos de organización de la materia viva, dedicándose al estudio de la vida de los organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Según Margalef la Ecología es una ciencia que busca regularidades en la aparentemente inabarcable confusión de la naturaleza e intenta explicarlas utilizando principios de otras ciencias que tratan de entidades más simples como la física y la química (Margalef, 1992).

La palabra ecología fue utilizada por primera vez por el biólogo alemán Haeckel en 1869, que consideraba la Ecología como el estudio de la *economía de la naturaleza*, y la define como el estudio científico de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente. La palabra deriva del griego *oikos* (casa), por lo que se puede decir que significa el *estudio de la vida en casa* de los organismos. Posteriormente esta ciencia es definida como *el estudio de la estructura y función de la naturaleza*, introduciendo el término funcional, inherente a la actual concepción de la Ecología.

Con el desarrollo de la Teoría General de Sistemas los ecólogos comienzan a desarrollar el campo definido y cuantitativo de la ecología de ecosistemas, entre ellos Ramón Margalef y Eugene Odum, que definen la Ecología como "el estudio de los Ecosistemas" (Odum, 1964). Según la definición de Margalef, un ecosistema es un sistema formado por individuos de muchas especies en el seno de un ambiente de características definidas e implicadas en un proceso dinámico de interacción, expresable como intercambio de materia y energía, o como una secuencia de nacimientos y muertes, y uno de cuyos resultados es la evolución a nivel de las especies, y la sucesión a nivel del ecosistema. Las interacciones en el ecosistema no son estáticas, sino sometidas a constantes desajustes y regulación, lo que implica una capacidad de homeostasis en el sistema, que le permite mantener en cierta medida su estructura y función frente a las perturbaciones externas y evolutivas.

Los ecólogos estudian también los ambientes producidos o influidos por los humanos (huertas, reservas naturales, etc), así como las consecuencias de la influencia humana en la naturaleza, como la polución y calentamiento global (Begon et al, 2006).

La parte biótica del ecosistema la forman los organismos, que constituyen la diversidad biológica o biodiversidad. La biodiversidad es la variedad de formas de vida sobre la Tierra, además desde el punto de vista de la Ecología, el concepto incluye la diversidad de interacciones entre las especies y su ambiente inmediato, formando un ecosistema. Se distinguen habitualmente tres niveles en la biodiversidad: genética o diversidad intraespecífica, consistente en la diversidad de genes; diversidad específica, entendida como diversidad de especies y diversidad ecosistémica, la diversidad de las comunidades biológicas cuya suma integrada constituye la Biosfera.

Hay una relación directa entre biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas (Koellner & Schmith, 2006). Los elementos que constituyen la diversidad biológica de un área son los reguladores de los flujos de energía y de materia y cumplen una importante función en la regulación y estabilización de las tierras y zonas litorales. Por ejemplo, en las laderas montañosas y márgenes de ríos, la estructura y diversidad de especies vegetales protege el suelo de la erosión de las aguas de escorrentía. La biodiversidad de microorganismos del suelo es la responsable del reciclado de los nutrientes y la biodiversidad juega también un papel determinante en procesos atmosféricos y climáticos.

La Naturaleza inicia y mantiene un sistema de energía y ciclo de nutrientes en la biosfera, y si se mantiene la integridad del sistema, se mantiene su capacidad de funcionamiento en el tiempo. Los

cambios en la biodiversidad alteran las propiedades de los ecosistemas y de los servicios que éstos prestan a la humanidad (Hooper et al, 2005).

### • Los Servicios de los Ecosistemas aportan considerables beneficios para el bienestar humano

Toda la humanidad depende por completo de las plantas, animales y otros organismos que constituyen la diversidad biológica del planeta y del flujo de servicios de los ecosistemas. Estos servicios son los beneficios que la sociedad puede obtener de los ecosistemas. Hay una relación directa entre funcionamiento de los ecosistemas y producción de flujos de bienes y servicios hacia la sociedad.

El concepto se basa en la idea de que los bienes y servicios que fluyen de los ecosistemas deben ser mejor conocidos y valorados por la sociedad. Esto fue sugerido inicialmente por John Holdren, para explicar los flujos que los ecosistemas naturales derivan hacia la sociedad y hacia la economía (Daily, 1997). El concepto de servicios de los ecosistemas, es de gran importancia, ya que es un esfuerzo para hacer patente los beneficios y servicios que ofrece la naturaleza, y de los cuales los humanos dependemos.

Los servicios de los ecosistemas incluyen servicios de provisión como el alimento y el agua, energía, materiales; y servicios de regulación como la regulación del clima, inundaciones, enfermedades, calidad del agua; y diversos servicios culturales. Todos los aspectos están relacionados por lo que la utilización de determinados recursos puede afectar a los servicios de regulación. Por ejemplo, los cambios en los usos del suelo, como la deforestación, tienden a reducir las lluvias locales y contribuyen a la desertificación y a la escasez de agua. Otro ejemplo es la capacidad de los ecosistemas para mitigar los efectos catastróficos del clima (huracanes), que ha sido reducida como resultado de la desaparición de las zonas húmedas, bosques y manglares.

El concepto de servicios de los ecosistemas ha sido criticado por algunos científicos, como McCauley, por enfatizar el aspecto de uso, mientras que la naturaleza tiene un valor intrínseco. Según este autor, el concepto puede ser válido para la conservación en algunas circunstancias, pero siendo lo primordial el conocimiento y la divulgación del valor intrínseco de la naturaleza (McCauley, 2006). Con respecto a este punto de vista, hay que reconocer el gran valor de la naturaleza en si mismo, desde el valor de la biodiversidad, producto de 3,5 billones de años de la evolución, hasta el valor de los paisajes culturales, bienes de valor incalculable por ser irrenunciables. Sin embargo, el término es idóneo si consideramos que tanto científicos como gestores, cada vez utilizan más el concepto de servicios de los ecosistemas por su aplicación en temas relacionados con la gestión de recursos (Reid, 2006).

### • Utilizamos los Servicios de los Ecosistemas de manera insostenible

Los seres humanos hemos utilizado y transformado los ecosistemas de la Tierra para resolver las demandas crecientes de recursos, sobre todo en los últimos 50 años gracias a los avances de la tecnología y la biotecnología. Esta transformación del Planeta ha aportado considerables beneficios para el bienestar humano y el desarrollo económico, sin embargo, en los últimos años se están poniendo de manifiesto los costos asociados con esos beneficios, sobre todo en cuanto a escasez de recursos, pero también en cuanto a la degradación de los procesos reguladores: la purificación del aire y agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las pestes.

La humanidad en la actualidad y durante aproximadamente las dos últimas décadas y

media, está utilizando los recursos naturales más rápidamente de lo que el sistema natural puede reemplazarlos. Según el informe de Naciones Unidas sobre *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (Millennium Ecosystem Assessment 2005), el 60% de los servicios de los ecosistemas examinados se están degradando o se usan de manera no sostenible, con inclusión del agua dulce, la pesca de captura, la purificación del aire y agua, la regulación del clima regional y local, los riesgos naturales y las plagas. Los cambios que se han hecho en los ecosistemas están aumentando la probabilidad de cambios no lineales y potencialmente bruscos, que tienen consecuencias importantes para el bienestar humano. Algunos ejemplos de estos cambios son la aparición de enfermedades, las alteraciones bruscas de la calidad del agua, la creación de "zonas muertas" en las aguas costeras, el colapso de las pesquerías y los cambios en los climas regionales. Además la degradación de los servicios de los ecosistemas podría empeorar considerablemente durante la primera mitad del presente siglo y ser un obstáculo para la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (objetivos de Naciones Unidas para el año 2015): reducir la pobreza, el hambre y las enfermedades; y para lo que la sostenibilidad ambiental es fundamental.

Los últimos datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente indican que en Europa más de 15.500 especies (de 38.000 evaluadas) están en peligro de extinción, incluyendo mamíferos, aves, anfibios, gimnospermas y millones de microorganismos no conocidos. La pérdida de hábitats naturales es generalizada, solamente del 1-3% de los bosques europeos son bosques naturales sin impacto (EEA, 2006). Además, los sistemas naturales están siendo cada vez más 'homogeneizados', con dominio de las especies ubicuistas ('weedy species') sobre las especialistas (Mace, 2005), lo que se hace más patente a niveles locales y regionales (Onaindia & Amezcaga, 2000; Onaindia *et al.*, 2004).

Relacionado con esta situación hay gran evidencia de la degradación de los Servicios de los Ecosistemas en Europa, lo que incluye: incremento en la frecuencia y gravedad de las inundaciones (agravado por la deforestación de las cuencas y canalizaciones de los ríos), pérdida de fertilidad de los suelos, colapsos esporádicos de las poblaciones de polinizadores (posiblemente causado por los pesticidas), extensión de las plagas de cosechas y plantaciones forestales (facilitadas por los monocultivos) y la fijación de carbono en los suelos (cambio global).

### • Hemos de valorar el Capital Natural

El capital natural es básicamente nuestro medio ambiente y se define como el stock de bienes que provienen del medio ambiente (como el suelo, los microbios y la fauna, la atmósfera, los bosques, el agua, los humedales), que proveen de un flujo de bienes y servicios (Pimentel *et al.*, 1992). Los flujos de bienes y servicios son vitales para la economía, por eso cada vez más los científicos basan la idea de sostenibilidad en la necesidad de asegurar el suministro (actual y/o potencial) de los servicios de los ecosistemas, que son indispensables para el mantenimiento de nuestra sociedad.

La degradación de los servicios de los ecosistemas representa la pérdida del "capital natural", aunque esto no está representado en los índices convencionales de medida de la renta. Por ejemplo, un país puede talar todos sus bosques y acabar con la pesquería y aumentar su PIB (Perrings, 2005).

Muchos de los servicios se consideran gratuitos e ilimitados, sin embargo, los beneficios no comercializados son generalmente más altos y, a veces, más valiosos que los comercializados. Cuando se tienen en cuenta los servicios de los ecosistemas, el valor actual neto del ecosistema natural y gestionado de manera sostenible, es frecuentemente mayor que el del sistema convertido o gestionado

de manera intensiva. Por ejemplo, en uno de los estudios más exhaustivos realizados hasta la fecha, en el que se examinan los valores económicos comercializados y no comercializados relacionados con los bosques de ocho países mediterráneos, se constató que la madera y la leña suponían por lo general menos de un tercio del valor económico total de los bosques de cada país. Los valores relacionados con productos forestales no maderables, las actividades recreativas, la protección de cuencas, la captura de carbono y la utilización pasiva (valores que no dependen de los usos directos), suponía entre un 25% y un 96% del valor económico total de los bosques (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

En la actualidad, dada la degradación del medio ambiente, en muchas ocasiones el factor limitante para el desarrollo de muchas actividades económicas es el capital natural tanto o más que el capital manufacturado. Por ejemplo, en el caso de la pesca, la disponibilidad de pesca se ha convertido en factor limitante más que la tecnología de pesca o el número de barcos. Igualmente la producción de madera está limitada por la disponibilidad de bosques más que por las serrerías, el petróleo está limitado más por la disponibilidad de yacimientos geológicos y por la capacidad atmosférica de absorber CO<sub>2</sub> que por la capacidad de refinado.

Cuando los bosques naturales y las poblaciones de peces empiezan a ser limitantes, se comienza a invertir en plantaciones de bosques y en cultivos de peces. En este caso, tenemos una nueva subcategoría de capital natural producido o manufacturado, que es el "capital natural cultivado" como los productos de la agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería. Esta categoría es vital para bienestar humano ya que provee de la mayoría de los alimentos. El hecho de que tengamos la capacidad para cultivar el capital natural aumenta considerablemente la capacidad de expansión del capital natural y de los servicios que éste genera. Aunque el capital natural cultivado (agricultura), se componga de capital manufacturado (tractores, gasoil, fertilizantes) y capital natural (suelo orgánico, agua), el factor limitante final es el capital natural.

La metodología de valoración del capital natural es complicada, porque la evaluación del capital natural requiere el conocimiento del cambio de las magnitudes biofísicas y ecológicas debidos a las actividades humanas y su aporte al bienestar humano (Farber et al, 2006). Los intentos de reconciliación entre ecología y economía, es decir, entre el estudio de la casa y el estudio de la administración de la casa, han generado los grandes enfoques de la Economía Ambiental y la Economía Ecológica, que abordan la integración de las funciones de los ecosistemas, generadores de bienes y servicios, en el análisis económico.

La importancia de los servicios ambientales que proporcionan los sistemas queda de manifiesto en las estimaciones llevadas a cabo por Costanza y colaboradores, que indican que el conjunto de servicios analizados para todo el planeta se acercan a un valor medio anual de 33 billones \$ USA/año (10<sup>12</sup> \$), teniendo en cuenta que la estimación está sesgada por la incertidumbre de los métodos aplicados y por la ausencia en el análisis de algunos biomas y servicios. Si comparamos esta cifra con el Producto Interior Bruto del conjunto del planeta en esos momentos (18 billones de \$ USA/año) podemos hacernos una idea de lo que los sistemas ecológicos suponen en la economía, casi el doble del PIB (Pimentel *et al.*, 1992). Se ha calculado igualmente el valor a nivel mundial de los polinizadores y su importante efecto en las cosechas, que ha resultado ser de \$65-70 mil millones/año (Kevan & Phillips, 2001).

A pesar de la dificultad y de la incertidumbre de los métodos aplicados para la estimación del valor de los ecosistemas, es necesario valorar convenientemente el aporte que los sistemas ecológicos hacen a la economía, con el objetivo de no descapitalizar a una sociedad que depende de éste auténtico capital natural.

Vemuri y Costanza (2006) van más allá, y proponen un índice Nacional de Bienestar National Well-Being Index (NWI) que incluya el valor del capital natural. Estos autores realizan un trabajo sobre la relación entre índices de desarrollo y grado de satisfacción de la población. Los autores demuestran que el Índice de Desarrollo Humano (que incluye el capital humano y el construido o manufacturado) y un índice del valor de los servicios de los ecosistemas (valor por km<sup>2</sup>, como un aproximación al valor del capital natural) son factores muy importantes en la explicación del grado de satisfacción de bienestar a nivel de los países estudiados (explicando juntos el 72% de la varianza).

### • Sostenibilidad Ecológica es una condición “sine qua non”

La época en la que el capital natural era considerado relativamente infinito para la escala humana y como un bien gratuito, debe dar paso a la consideración del capital natural como un factor limitante al desarrollo, esta es la idea subyacente en el concepto de sostenibilidad ambiental o ecológica. La sostenibilidad ecológica significa el mantenimiento del capital natural, es decir, vivir dentro de la capacidad productiva del planeta. La sostenibilidad ecológica es una necesidad desde el punto de vista humano y busca mejorar el bienestar humano, protegiendo las fuentes de materias primas utilizadas y asegurando los sumideros de residuos.

Una definición fundamental de la sostenibilidad ambiental o ecológica está contenida en regla del *input-output*. La *regla del output* implica que las emisiones de una determinada actividad deben de estar dentro de los límites de la capacidad de asimilación del medio ambiente local para absorber la emisión sin sufrir una degradación de la capacidad futura de absorción de nuevas emisiones. La *regla del input* tiene dos supuestos, renovables y no renovables: a) *renovables*: la tasa de explotación de los recursos renovables debe de estar en función de la capacidad regenerativa del sistema natural que los genera; b) *no renovables*: la tasa de explotación de los recursos no renovables debe ser igual a la tasa a la cual se desarrollen sustitutos renovables por la investigación e inversión. Parte de los ingresos derivados de la utilización de recursos no renovables deberían ser invertidos en el desarrollo de sustitutos renovables (Goodland & Daly, 1996).

Las prácticas sostenibles intentan prevenir el desequilibrio de la biosfera y mantener el ambiente en condiciones favorables para la humanidad, incluidas las futuras generaciones. Algunos autores proponen un sistema económico basado en las leyes de la Ecología, considerando que una economía basada en los principios ecológicos es esencial para un uso sostenible del planeta (Cairns, 2006). El concepto de *sostenibilidad fuerte* requiere el mantenimiento del capital natural, ya que es considerado como insustituible. El Desarrollo Sostenible significa de una manera simple, vivir en este planeta como si quisiéramos vivir en él para siempre (Porrit, 2005).

### • Hay una total interrelación entre Sostenibilidad Ecológica y Sostenibilidad Social

En la lógica explicativa de los componentes del sistema socio-ecológico, además del capital natural, ya definido, el capital humano, junto con el social y el manufacturado, completan el patrimonio de una comunidad. El capital humano y social incluye a las personas, la educación, sanidad, las instituciones, la cohesión cultural, etc., y el capital manufacturado incluye las carreteras, casas, industrias y productos construidos en general. Los aspectos sociales y económicos (pobreza, derechos humanos), son fundamentales para un Desarrollo Sostenible, aunque una condición para la sostenibilidad es



aprender a vivir dentro del ecosistema natural y de sus límites, ya que si no podemos asegurar nuestra supervivencia biofísica, no podemos satisfacer ninguna otra aspiración.

Planteado de una manera global, la sostenibilidad ecológica y la social son las dos caras de una moneda, ya que por una parte la sostenibilidad social depende de la sostenibilidad ecológica: Si continuamos degradando la capacidad de la naturaleza de producir los servicios de los ecosistemas (filtración de las aguas, estabilización del clima, etc.) y de los recursos (alimentos, materiales), tanto los individuos como las naciones se verán afectados por crecientes presiones y aumento de conflictos, amenazas a la salud pública y a la seguridad personal. Por otra parte la sostenibilidad ecológica depende de la social: con una población cada vez mayor que vive en un sistema social que no permite la satisfacción de sus necesidades, es cada vez más difícil proteger el ambiente natural. Los bosques son talados para la agricultura, los pastos son sobreexplotados, los acuíferos degradados, los ríos y mares sobre utilizados, aunque una parte de la naturaleza sea conservada en pequeñas zonas de reserva o parques naturales. Además hay que tener en cuenta que el comportamiento humano y la dinámica social que resulta de ello, es lo que subyace en el fondo de los problemas sociales y ecológicos.

El Desarrollo Sostenible es el proceso por el que podemos llegar a la sostenibilidad. La definición de Brundtland (1987) : "el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades", tiene implicaciones éticas en cuanto a la solidaridad transgeneracional, con las generaciones futuras, pero también hay que añadirle una solidaridad intrageneracional, con las generaciones presentes de los lugares más desfavorecidos.

Un objetivo fundamental en la consecución de la sostenibilidad es la formación del capital humano, en lo que se refiere a educación, la salud y la creación de empleo. Es necesario crear sinergias entre el desarrollo y el medio ambiente, en estrategias del tipo *win-win*: invirtiendo en las personas, formación y salud y en la promoción del uso eficiente de los recursos.

La necesidad de la sostenibilidad surge debido en parte a que el mundo está empezando a reconocer que los actuales modelos predominantes de desarrollo económico no son generalizables. Los actuales niveles de consumo *per cápita* y de producción de residuos de los países desarrollados (OCDE) no es generalizable a toda la población actual del Planeta y mucho menos a la población de las futuras generaciones, sin liquidar el capital natural del cual depende la futura actividad económica. La necesidad de la sostenibilidad surge también del reconocimiento de que el derroche y la desigualdad de los modelos de desarrollo, proyectados a un futuro no muy lejano, conducen a una situación de imposible desde el punto de vista ambiental o biofísico. La transición hacia la sostenibilidad es urgente porque el deterioro de los ecosistemas a nivel global impone un límite temporal. No tenemos tiempo para soñar en crear nuevos espacios, colonizar la luna o construir ciudades bajo el mar, debemos salvar lo que tenemos del único medio ambiente que tenemos e invertir en la regeneración de lo que está degradado (Goodland & Daly, 1996).

La utilización de los recursos naturales ha producido en general un aumento del bienestar humano, pero no todas las regiones ni todos los grupos de personas se han beneficiado de la misma manera, de hecho, a muchos les ha perjudicado. Los costos de la degradación se pueden pasar a otros grupos o a las generaciones futuras. Origen de conflictos. Mientras el 20% de la población mundial goza de un bienestar material sin precedentes, al menos otro 20% está en condiciones de pobreza absoluta. De hecho, el 20% de los más ricos ganan 60 veces más que el 20% más pobre y esta brecha se ha doblado en los últimos 30 años (Wackernagel & Rees, 1996).

La pasada década precisó en definiciones y en cálculos cuantitativos, por ejemplo en el cálculo de la huella ecológica para el planeta. Se define la huella ecológica como la cantidad de superficie necesaria para obtener los recursos (alimento, agua, superficie urbana, energía) y absorber las emisiones (dióxido de carbono), de toda la sociedad humana. Se compara con la tierra disponible, y se concluye que como media el uso de los recursos es aproximadamente el 20% superior a la capacidad de carga de la Tierra. La demanda humana excede la capacidad del planeta desde el año 1980, superándola en la actualidad en un 20% (Wackernagel, 2002), en Europa por ejemplo, como media, la huella ecológica duplica la capacidad de carga (WWF, 2005).

Para llegar a la sostenibilidad global debe aumentar el nivel de consumo de los más pobres y a la vez disminuir la huella ecológica global. Conseguir esto es un reto realmente difícil, que necesita que se introduzcan cambios significativos en todos los ámbitos de la política, instituciones y prácticas.

### • Existen soluciones en clave ecológica

La naturaleza ha dado origen a lo largo 3,8 billones de años de evolución a estructuras de diseño inteligente que podemos imitar para propósitos humanos. *La Biomímica* estudia los modelos de la naturaleza e imita o se inspira en sus diseños y procesos para resolver los problemas humanos, consiste en aprender como diseñar tecnologías sostenibles adaptando estructuras desarrolladas por la naturaleza. Es una nueva forma de ver y valorar la naturaleza, que introduce una visión basada en lo que podemos aprender del medio natural (Benyus, 2002).

*La Biomímica* analiza las mejores ideas de la naturaleza, como la seda y los ojos de las arañas, las células de las conchas y del cerebro humano, la función fotosintética y el ADN, y los adapta para diversos usos humanos. Existen diversos ejemplos de aplicaciones industriales que son resultado de investigaciones basadas en la biomímica. Entre los interesantes diseños industriales inspirados en la naturaleza hay que destacar por ejemplo la pintura Lotusan; creada por una empresa alemana inspirada en la estructura microscópica de la hoja del loto, que impide que se adhiera cualquier tipo de partícula.

El funcionamiento de los ecosistemas es base para el desarrollo de la denominada Ecología Industrial, en la que las relaciones entre los componentes, sobretudo en los flujos de materia y energía asemejan a los comportamientos de la naturaleza. En los ecosistemas industriales el reciclaje de los materiales es necesario para la pervivencia del sistema, imitando a los procesos cíclicos de la naturaleza (de la cuna a la cuna)(Bermejo, 2005).

Por otra parte, los modelos conceptuales creados para explicar el comportamiento de los ecosistemas, como el denominado modelo del *ciclo adaptativo* (Holling, 2001), puede ser aplicado para sistemas socio-económicos (Abel et al, 2006).

### • Necesitamos un cambio de mentalidad

Cuando se publica el denominado informe Meadows sobre los *Límites del Crecimiento* en 1972 (Meadows et al, 1972) ya se alertaba sobre los límites físicos del planeta en cuanto a la utilización de recursos naturales y a la capacidad de absorber las emisiones. Desde entonces, ya se propugnaba una profunda innovación social, a través del cambio tecnológico, cultural e institucional, para poder evitar el incremento de la huella ecológica de la humanidad por encima de la capacidad de carga del planeta

Tierra. Veinte años después los autores publican un nuevo informe, bajo las mismas premisas con una visión optimista, ya que coincide con la Cumbre de Río sobre Desarrollo y Medio Ambiente (Meadows et al. 1992). Sin embargo, en el último libro, se vuelve a constatar que la huella ecológica humana sigue creciendo a pesar del progreso de la tecnología y las instituciones. La demanda humana de recursos excede la capacidad del planeta y la supera en la actualidad en un 20% (Meadows et al., 2005). Según estos autores, la expectativa es que el mundo elegirá un futuro relativamente sostenible, pero solamente después de graves crisis globales que fuercen al cambio, *a posteriori*. Pronostican otra década para que sean claramente observables las consecuencias del exceso y dos décadas para que el hecho sea ampliamente reconocido. Planifican un nuevo libro para el año 2012, cuarenta años después del primero, en el que quizás cuenten con los suficientes datos para probar que tenían razón.

Las intervenciones que permiten llegar a resultados positivos incluyen: importantes inversiones en tecnologías ambientalmente adecuadas, una activa gestión adaptativa, acciones proactivas para abordar los problemas ambientales antes de que se hagan sentir en su totalidad las consecuencias, grandes inversiones en servicios públicos (como educación y salud), acciones decididas para reducir las disparidades socioeconómicas y eliminar la pobreza. Además la comunicación es esencial para una gestión sostenible de los recursos, ya que el desarrollo sostenible necesita ciudadanos informados, capaces de tomar decisiones correctas para resolver las complejas situaciones a las que nos enfrentamos. Es necesario un cambio de mentalidad, sobretodo en la manera de relacionarnos entre nosotros y con la naturaleza, para poder encaminar el largo camino hacia la sostenibilidad.

Según Darwin, los organismos que sobreviven son los mejor adaptados a las condiciones particulares de un contexto ambiental específico en un determinado momento histórico, posteriormente, otros biólogos, identifican la cohesión y la solidaridad de grupo como elementos igualmente cruciales para la supervivencia. En este mismo sentido, la científica Janine Benyus subraya las formas fascinantes de comportamiento de interdependencia y simbiosis entre los organismos, demostrando que el mutualismo y la *solidaridad* son también *la ley de la selva*.

*A modo de conclusión* podemos decir que el medio ambiente no es un bien de lujo. Los servicios de los ecosistemas contribuyen a la calidad de vida de innumerables maneras, directa e indirectamente y representan una gran parte del valor económico del planeta. Los servicios de los ecosistemas y el capital natural que los produce, han sido degradados por las acciones humanas hasta el punto de poner en amenaza la sostenibilidad de los sistemas y de la propia sociedad humana.

Un futuro sostenible y deseable es posible, pero es necesario desarrollar una visión y comunicarla. Una razón para la esperanza es que como nosotros los humanos somos los causantes del problema, nosotros podemos solucionarlo (Diamond, 2006). ●

### Bibliografía

- ABEL N., CUMMING D.H.M., ANDEREIS J.M. 2006. Collapse and reorganization in social-ecological systems: Questions, some ideas, and policy implications. *Ecology and Society*, 11: U698-U722.
  - BEGON M., TOWNSEND C.R., HARPER J.L. 2006. *Ecology. From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing. London.
  - BENYUS J. M. 2002. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*.
  - BERMEJO R. 2005. *La gran transición hacia la sostenibilidad. Principios y estrategias de economía sostenible*. Editorial La Catarata. Madrid.
  - BRUNDTLAND, G.H. 1987. *Nuestro Futuro Común*. Organización de Naciones Unidas. New York.
  - CAIRNS J. 2006. Designing for nature and sustainability. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 13: 77-81.
  - 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., VAN DENBELT M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
  - DAILY G. 1997. *Nature's Services. Societal Dependence On Natural Ecosystems*. Island Press. Washington.
  - DIAMOND J. 2006. *Collapse. How societies choose to fail or survive*. Penguin Books. New York.
  - EEA. 2006. *European Environment State and Outlook 2005*. European Environmental Agency.
  - FARBER S., COSTANZA R., CHILDERS D.L., ERICKSON J., GROSS K., GROVE M., HOPKINSON C.S., KAHN J., PINCETL S., TROY A., WARREN P., WILSON M. 2006. Linking ecology and economics for ecosystem management. *Bioscience*, 56: 121-133.
  - GOODLAND R., DALY H. 1996. Environmental sustainability: Universal and non-negotiable. *Ecological Applications*, 6: 1002-1017.
  - HOLLING C.S. 2001. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4: 390-405.
  - HOOPER D. et al. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75: 3-35.
  - KEVAN P.G., PHILLIPS T. 2001. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation Ecology*, 5: 8.
  - KOELLNER T., SCHMITH O.J. 2006. Biodiversity, ecosystems function, and investment risk. *Bioscience*, 56: 977-985.
-

- MACE G. 2005. *The current status of global biodiversity*. Address to the International Scientific Conference: Biodiversity Science and Governance, Paris.
- MCCAULEYD. J. 2006. Selling out on nature. *Nature*, 443: 27-28
- MARGALEF R. 1992. *Ecología*. Editorial Planeta. Barcelona.
- MEADOWS D.H., MEADOWS D.L., RANDERS J., BEHRENS W.W. 1972. *The Limits to Growth: a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. Universe Books. New York.
- MEADOWS D.H., MEADOWS D.L., RANDERS J. 1992. *Beyond the Limits: Confronting Global Collapse, Envisioning a Sustainable Future*. Chelsea Green. Post Mills, VT.
- MEADOWS D.H., RANDERS J., MEADOWS D.L. 2005. *Limits to growth. The 30-year update*. Earthscan. London.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being, a framework for assessment*. Island Press.
- ODUM E.P. 1964. *Ecología*. (C.E.C.S.A.). México.
- ONAINDIA M., AMEZAGA I. 2000. Seasonal variation in the seed bank of native woodland and coniferous plantations in Northern Spain. *Forest Ecology and Management*, 126:163-172
- ONAINDIA M., DOMINGUEZ I., ALBIZU I, GARBISU C., AMEZAGA I. 2004. Vegetation diversity and vertical structure as indicators of forest disturbance. *Forest Ecology and Management*, 195(3): 341-354
- PERRINGS C. 2005. *Economics and the value of ecosystem services*. Address to the international scientific conference Biodiversity Science and Governance, Paris.
- PIMENTEL D., STACHOW U., TAKACS D.A., BRUBAKER H.W., DUMAS A.R., MEANEY J.J, O'NEIL J.A.S., ONSI D.E., CORZILIUS D.B. 1992. Conserving Biological Diversity in Agricultural/Forestry Systems. *BioScience*, 42: 354-362
- PORRIT J. 2005 . *Capitalism As If The World Matters*. Forum for the Future. London.
- REID W.B. 2006 . Nature: the many benefits of ecosystem services. *Nature* 443: 749.