

SOSTENIBILIDAD 360°: Pinceladas para entender un concepto

Francisco GUERRERO¹; África YEBRA-RODRÍGUEZ¹;
Lorenza OLIVARES-BREMOND²; Raquel JIMÉNEZ-MELERO¹; Frank
WILKER³; Carmen Rosario MESA-BARRIONUEVO¹;
Nicolás RUIZ-REYES¹

¹Universidad de Jaén

²Tierras Vivas. Plaza Atarazanas, 2. 23002 Jaén

³Naturandaluz. Travesía de Peñuelas, 25. 23004 Jaén

fguerre@ujaen.es, ayebra@ujaen.es, lorenza.olivares@tierrasvivas.es, rmelero@ujaen.es,
frankwilker@telefonica.net, crmesa@ujaen.es, nicolas@ujaen.es

360° SUSTAINABILITY: Outlines to understand a concept

Resumen: En este trabajo se analiza el concepto de ser humano en un planeta de recursos limitados (el planeta finito). Como consecuencia de su relación con el medio en el que vive, los autores profundizan en sus dimensiones biológica, histórica y socio-económica con un enfoque holístico en una red interdependiente que se ha denominado *en 360°*. Bajo el punto de vista de la sostenibilidad y sus tres dimensiones, la observación comparativa de la importancia de los tres contextos en la sociedad actual *versus* una sociedad sostenible arroja resultados predecibles, aunque no por ello menos sorprendentes. El pilar económico del desarrollo sostenible prima sobre los pilares natural y social. E incluso la revalorización de los contextos naturales pasa casi exclusivamente por la asignación de un valor económico añadido (tangible y cuantificable) y menos por el beneficio social que conlleva la sostenibilidad *per se*. La incorporación de la sostenibilidad en todos los niveles (y en todas las dimensiones) de nuestra sociedad es una tarea complicada que a pasos muy pequeños comienza a implantarse a través de la información, la educación y el voluntariado ambiental. Y es que, al final, “*somos lo que hacemos*”.

Abstract: In this paper the concept of human being in a planet of limited resources (finite planet) is analyzed. As a result of the relationships with the environment in which we live, the authors delve into the biological, historical and socio-economic dimensions of the human being with a holistic approach in an interdependent network that has been called *in 360°*. From the point of view of sustainability and its three dimensions, the comparative observation of the importance of the three contexts in today's society *versus* a sustainable society yields predictable (but not surprising) results. The economic component of sustainable development is considered to be more important than the natural and/or the social components. And even the revaluation of natural contexts happens almost exclusively by assigning a (tangible and measurable) added economic value, but in few cases by recognizing the social benefit involved in the sustainability *per se*. The incorporation of sustainability at all levels (and in all dimensions) of our society is a complicated task that begins to be implemented little by little through information, education and environmental volunteerism. Because at the end “*we are what we do*.”

Palabras clave: Desarrollo Sostenible. Globalización. Indicadores. Educación Ambiental
Sustainable Development. Globalization. Indicators. Environmental Education

Hombre y naturaleza, una relación en crisis

La relación entre el ser humano y la naturaleza ha sufrido enormes cambios a lo largo de nuestra historia. Desde finales del Plioceno (hace unos 2 millones de años) hasta hace unos 9000 años las sociedades humanas eran fundamentalmente cazadoras y recolectoras. Se trataba de sociedades escasamente organizadas que influían poco en una naturaleza de gran complejidad, madura y con escasa producción neta¹ (Odum, 1969). A partir de ese momento comienza una civilización primitiva agrícola, que da posteriormente paso a una civilización con una agricultura más avanzada, la cual abre las puertas a otra de carácter industrial y finalmente en la actualidad a una de carácter más tecnológico. En este largo camino hasta nuestros días las sociedades se han ido haciendo cada vez más organizadas, con una mayor capacidad para explotar y controlar una naturaleza que se ha ido empobreciendo, disminuyendo su complejidad, e incrementando su producción neta.

Hace un par de siglos, el célebre economista británico Thomas Robert Malthus (1798) manifestó su preocupación por el crecimiento en progresión geométrica (exponencial) de la población humana frente al crecimiento en progresión aritmética (lineal) de la producción de alimentos. Esta dualidad le llevó a pronosticar una catástrofe, conocida como Ley de Malthus, que llevaría a la extinción de la especie humana en torno al año 1880. Obviamente somos fiel reflejo de que tal predicción no se cumplió; gracias entre otras cosas, a la explotación de nuevos recursos naturales (acrecentada en las últimas décadas con la globalización²); y a una mejora tecnológica que permitió incrementar la obtención de los recursos ya explotados. Ambos aspectos permitieron cambiar el modelo aritmético de producción de alimentos o de recursos en otro de tipo geométrico o exponencial (figura 1).

Más recientemente, Kahn y Wiener (1967) analizaron los cambios a los que se vería expuesta la humanidad en un periodo de cincuenta años, entre 1970 y 2020. Estos autores auguraron que el crecimiento exponencial actualmente existente en la utilización de los recursos naturales [tanto energéticos como no energéticos (Odum y Odum, 1981; Steffen et al., 2007, 2011)]; llevaría a invalidar cualquier control que se tratara de poner al incremento de la natalidad. De este modo, un exceso de producción de alimentos exacerbaría los problemas de superpoblación, generando lo que denominaron como “*problema malthusiano inverso*”, el cual ocasionaría graves problemas políticos, económicos, sociales, y como no, también de carácter ambiental.

En este orden de cosas, la Ecología nos enseña que en la naturaleza las especies siguen diferentes estrategias evolutivas, diferenciando entre dos tipos, que conocemos como especies *r*-estrategas y especies *K*-estrategas (tabla 1). A la vista de estas características y de los crecimientos poblacionales de ambos tipos de especies, mostrados en la figura 2, nos debemos plantear la siguiente pregunta: ¿a cuál de ellas pertenece la especie humana?

Parecería evidente que los seres humanos somos una especie *K*-estratega. Sin embargo, nuestro crecimiento poblacional, y el uso que hacemos de los recursos, así como los procesos que intervienen en nuestra vida cotidiana (gastos de agua, empleo de fertilizantes, uso de medios de transporte, etcétera), siguen un modelo de tipo exponencial. Parece pues que tenemos la “*etiqueta ecológica*” de especie *K*-estratega, pero nuestro comportamiento, sobre todo desde los últimos 150-200 años (desde la revolución industrial), se asemeja más al de una especie *r*-estratega.

1 la producción neta (cosecha en términos de Odum, 1969) hace referencia a la energía disponible en un organismo o ecosistema para crecimiento y reproducción.

2 proceso económico, social y cultural a gran escala que consiste en la creciente intercomunicación e interdependencia de todo el planeta (“*derrota de lo local frente a lo global*”).

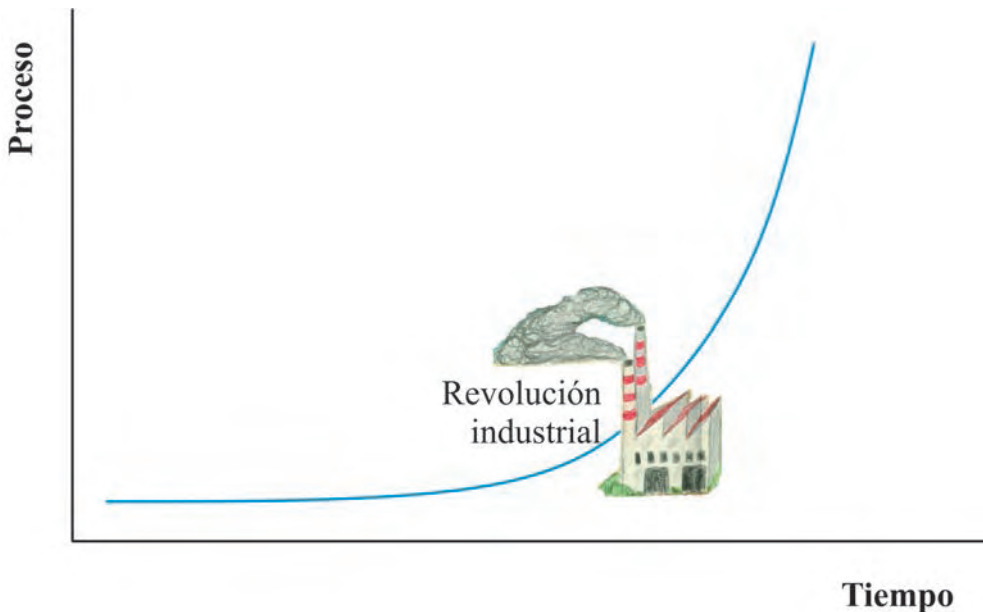


Figura 1.- Modelo exponencial de crecimiento de cualquier proceso existente en las relaciones humanidad-naturaleza. El momento de inflexión en este modelo coincide con la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX.

Variable	“r”	“K”
Ambiente físico	Impredecible	Predecible constante
Tamaño población	Fluctuante	Constante
Tiempo de vida	Breve ≤ 1 año	Largo ≥ 1 año
Tamaño corporal	Pequeño	Grande
Crecimiento	Rápido	Lento
Reproducción	Temprana	Tardía
Descendientes	Muchos y pequeños (sin cuidado parental)	Pocos y grandes (con cuidado parental)

Tabla 1.- Resumen de algunas características de las especies r y K estrategias (tomado de Rodríguez, 2010).

Y es aquí donde surge el verdadero problema actual: “somos dependientes de unos recursos que se agotan”. Si observamos en la naturaleza especies con este mismo compartimento, podremos comprobar que el crecimiento exponencial indefinido no es posible y que dichas poblaciones sucumben tras el agotamiento de los recursos disponibles (figura 3).

¿Hasta que punto somos conscientes de esta situación? El más famoso disertador sobre aritmética, población y energía, el profesor Albert Allen Bartlett, era un claro defensor de la no-conciencia de la humanidad sobre esta problemática, y así lo manifestaba cuando decía que “la mayor carencia del ser humano es su incapacidad para entender las implicaciones de la función exponencial”. La sociedad humana, como cualquier otra especie, es totalmente dependiente de recursos energéticos que se agotan, de modo que no es viable mantener el flujo de energía necesario para sostener nuestro actual modelo económico y social. A partir de ese momento el descenso es catastrófico, habiéndose denominado a esta situación como

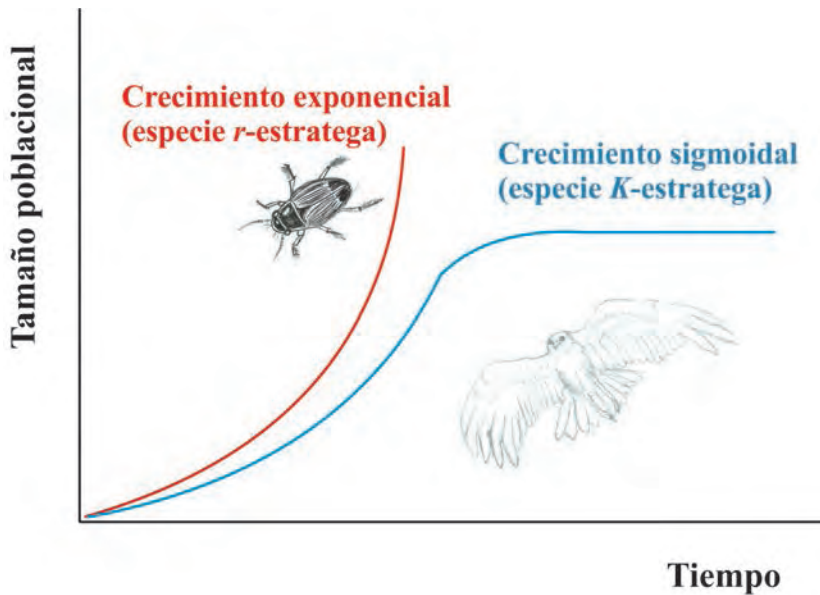


Figura 2.- Tipos de crecimiento característicos de especies *r* y *K* estrategias.

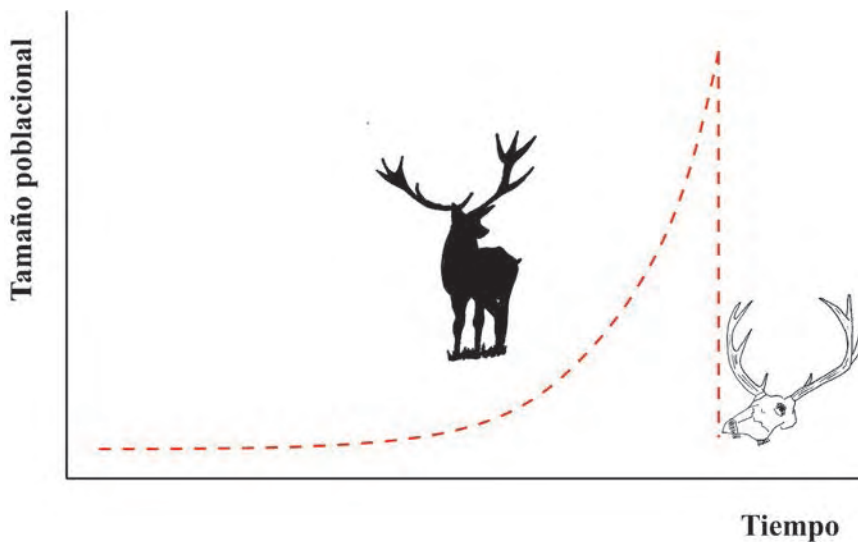


Figura 3.- Crecimiento exponencial y caída del tamaño poblacional tras el agotamiento de los recursos disponibles (simulación realizada con los datos tomados del crecimiento de la población de renos de la isla de Saint Matthew – <http://irreductible.naukas.com/2011/02/08/los-renos-de-la-isla-de-saint-matthew/>).

“efecto Séneca” (Randers, 2012), en honor al gran filósofo hispano, que en sus Cartas a Lucilio escribía:

“Supondría cierto consuelo para nuestra debilidad, y la de nuestro mundo, si todas las cosas perecieran tan lentamente como se crean; pero ocurre que los incrementos se producen de forma indolente, mientras que el camino a la ruina es veloz”.

La realidad es que estamos generando una ingente cantidad de transformaciones en nuestro planeta que ha llevado a algunos científicos a proponer un cambio, denominando Antropoceno a la época actual en la que vivimos, en sustitución del Holoceno, época de la historia geológica terrestre del periodo Cuaternario (Crutzen & Stoermer, 2000; Crutzen, 2002). Estas transformaciones se manifiestan a gran escala en lo que se conoce como cambio global, es decir, el conjunto de cambios generados por la humanidad con especial relevancia a aquellos procesos que más afectan al funcionamiento del planeta: tasa de pérdida de biodiversidad (terrestre y marina); cambio climático; cambio en los usos del suelo; debilitamiento de la capa de ozono, uso global del agua dulce; acidificación de los océanos; interferencias con el funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y del fósforo; carga atmosférica de aerosoles y polución química (véanse Rockström et al., 2009a, b). Rockström y sus colaboradores establecieron valores umbrales de seguridad para cada uno de estos procesos, de modo que actúen como fronteras o límites de seguridad a escala planetaria. Lamentablemente, tres de estos procesos (pérdida de biodiversidad, cambio climático y ciclo biogeoquímico del nitrógeno) ya han superado dichos límites. Por tanto, y como bien indican estos autores, aunque la Tierra ha pasado a lo largo de su historia por innumerables cambios, la estabilidad reinante durante los últimos 10.000 años está en riesgo de ser alterada, y con ello estaremos poniendo en peligro la persistencia de la humanidad tal y como hoy la conocemos.

La Tierra, un planeta finito

La biosfera desempeña tres funciones principales relacionadas con la actividad económica de la especie humana (Jacobs, 1996): (i) proporciona recursos; (ii) asimila nuestros residuos y (iii) proporciona servicios medioambientales. La crisis ambiental que vivimos pone en peligro estas funciones o beneficios, como consecuencia de tres procesos (Garrido, 2013): (i) el agotamiento de los recursos, es decir la finalización en la disponibilidad de los recursos materiales (energéticos y no energéticos) por sobreexplotación; (ii) la saturación por la generación de excedentes (residuos) no asimilables por el metabolismo de los ecosistemas; y (iii) el colapso de los ecosistemas, producto del agotamiento y la saturación.

Como solución al agotamiento de los recursos, en muchos círculos se esgrime que la economía actual y la tecnología, con un incremento en la eficiencia, serán capaces de resolver todos los problemas ambientales, de modo que el paradigma tecnocrático ejercerá un dominio sobre la economía y también sobre la política (Rodríguez, 2010; Anta, 2013). Sin embargo, estas teorías también tienen sus detractores. El economista y filósofo inglés Williams Stanley Jevons concibió un teorema, la paradoja de Jevons o efecto rebote, la cual indicaba que el aumento de la eficiencia tecnológica generaba un incremento de la producción y del consumo. De este modo la generación de nuevas tecnologías que incrementen la eficiencia energética (E) conllevan la disminución del consumo instantáneo (C), pero incrementan el uso del modelo (N), lo que finalmente genera un aumento final del consumo global (Garrido, 2013):

$$E_f > E_i \longrightarrow C_f < C_i \text{ (para una unidad)}$$

$$C_i \cdot E_i \cdot N_i \longrightarrow C_f \cdot E_f \cdot N_f \text{ (globalmente)}$$

Por tanto, si no somos capaces de solucionar el problema del agotamiento, tan sólo nos queda la solución de la austeridad (Garrido, 2013). Este viejo postulado³ ha obtenido recién-

³ merece la pena recordar, entre otros, a Mahatma Gandhi cuando escribía que “*la Tierra proporciona lo suficiente para satisfacer las necesidades de cada hombre, pero no la codicia de cada hombre*”.

temente mayor preponderancia social gracias a su aparición en la carta encíclica *Laudato Si*, sobre el cuidado de la casa común (Francisco, 2015; Chica Arellano, 2015):

“nadie pretende volver a la época de las cavernas, pero sí es indispensable aminorar la marcha para mirar la realidad de otra manera, recoger los avances positivos y sostenibles, y a la vez recuperar los valores y los grandes fines arrasados por un desenfreno megalómano”.

En relación al segundo de los problemas, el de saturación, las soluciones pasan indiscutiblemente por la concienciación de la sociedad y el establecimiento de lo que se ha dado en conocer como decrecimiento (Latouche, 2008). Esta estrategia trata de disminuir de forma controlada y progresiva la producción, con el objetivo de equilibrar la relación entre la humanidad y la naturaleza. Se basa en lo que se ha dado en llamar como pilares del decrecimiento o modelo de las 8R's: reducir, reciclar, reutilizar, redistribuir, relocalizar, reestructurar, reevaluar y reconceptualizar. Si partimos del hecho de que el agotamiento de los recursos naturales y la contaminación son en esencia el mismo problema (Jacobs, 1996), parece obvio que las empresas deberían implementar una economía circular, no lineal; basada en el principio de «cerrar el ciclo de vida» de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía. La economía circular propone un comportamiento basado en la propia observación de la naturaleza, que va más allá del “reducir, reutilizar, reciclar, etc...”. Para McDonough y Braungart (2002) se trata de rediseñar la forma en la que desarrollamos nuestra actividad industrial con respecto al entorno natural, de manera que el diseño inteligente de los productos se base en cerrar su ciclo de vida en un proceso de biomímesis⁴, es decir ser capaces de entender y aplicar a los problemas de nuestra sociedad, soluciones procedentes de la naturaleza (figura 4).

La economía circular tiene en cuenta, además de la concepción sostenible de la regla de las 8R's, el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de un producto; la necesidad de primar el uso (compra-venta de servicios) en lugar de la posesión (compra-venta de bienes), y la revalorización de residuos que no se pueden reciclar a través de usos alternativos o usos energéticos.

Ahondando aún más en la idea de la sostenibilidad económica, recientemente ha nacido una corriente económica, la economía del bien común, que propone un cambio hacia un nuevo sistema basado en los mismos valores que las relaciones humanas: confianza, cooperación, aprecio, solidaridad, etcétera (Felber, 2012). Este modelo económico trata de cambiar los principios de competencia y ánimo de lucro por los de cooperación y solidaridad, reemplazando el beneficio financiero por otro dirigido hacia el bien común. Las empresas deben realizar una matriz del bien común en la que se cuantifican diecisiete indicadores (sumatorio total máximo hasta 1000 puntos) de cinco valores (dignidad humana; solidaridad; sostenibilidad ecológica; justicia social y participación democrática y transparencia) y cinco grupos de contacto (proveedores; financiadores; empleados; clientes y ámbito social). Las empresas con mejores balances recibirían incentivos y ventajas legales que ayudarían a cubrir sus costes más elevados y por ende serían capaces de ofrecer productos éticos a precios inferiores a los que no lo son.

Finalmente, para hacer frente al colapso tenemos que referirnos a lo que se conoce como “*resiliencia ecosistémica*”, es decir, la capacidad de un sistema para absorber perturbaciones y reorganizarse, manteniendo en esencia las mismas funciones y estructuras. La resiliencia depende, entre otros, de tres factores: la diversidad, la modularidad (conectancia), y

4 El concepto de biomímesis, imitar a la naturaleza a la hora de construir sistemas productivos para hacerlos compatibles con la biosfera, fue propuesto hace años por insignes ecólogos como Ramón Margalef y Howard T. Odum (Riechmann, 2003).

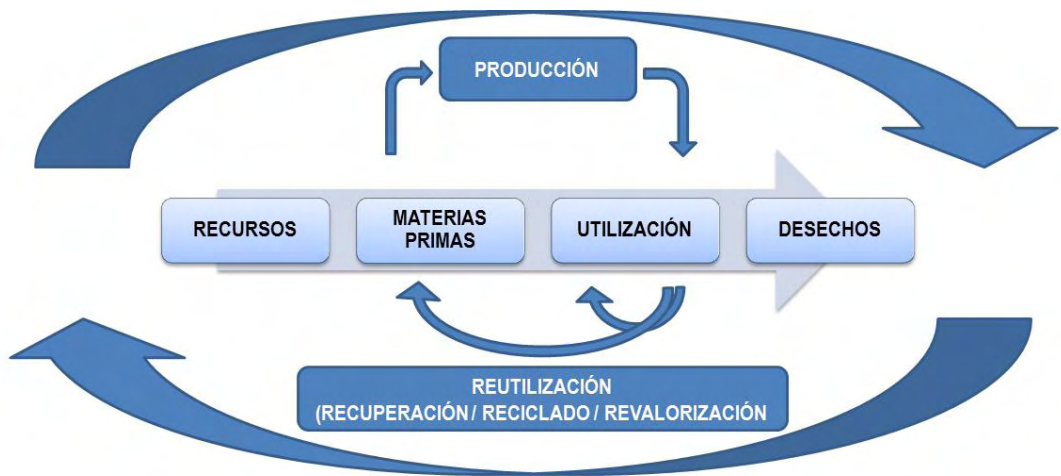


Figura 4.- Esquema general de la economía circular (biomímesis) en la que el diseño inteligente de los productos se basa en cerrar su ciclo de vida. Modificado de Jiménez Herrero (2012).

la retroalimentación. La pérdida del primero de ellos (recordemos que ya hemos comentado cómo la pérdida de diversidad ha superado los límites planetarios – Rockström et al. 2009a, b) lleva a una disminución en la capacidad de reacción de los sistemas naturales. Del mismo modo, un sistema más modular, con mayor número de conexiones entre sus componentes, presenta menor vulnerabilidad y permite una reorganización más efectiva frente una perturbación. En tercer lugar, la presencia de mecanismos de control o feed-backs (mecanismos de retroalimentación), también contribuyen a dar estabilidad al comportamiento de los sistemas.

El modelo actual de crecimiento globalizado se ha olvidado de todo ello. La sobreexplotación de los ecosistemas conduce a una simplificación y desorganización de los mismos, de modo que tan sólo ecosistemas poco maduros son capaces de soportar una explotación continua (Bernáldez, 1981). Thomas Homer Dixon se quejaba de ello en su libro *The upside of down: catastrophe, creativity and the renewal of civilization* (2007):

“En un sistema resiliente, los nodos individuales (personas empresas, comunidades y también los países enteros) son capaces de obtener apoyo y recursos de otros lugares, pero asimismo son autosuficientes como para satisfacer sus necesidades esenciales ante una emergencia. Sin embargo, en nuestra carrera hacia la hiper-comunicación y la globalización de todas las redes económicas y tecnológicas del mundo, nos hemos olvidado de la segunda parte de este postulado”.

En este mismo sentido, recientemente Barnosky et al. (2012) han puesto de manifiesto los cambios tan bruscos e irreversibles que se están generando en los ecosistemas cuando éstos son conducidos hacia umbrales críticos.

El reconocimiento por parte de la sociedad de nuestra responsabilidad en este cambio ha permitido el afianzamiento del concepto de sostenibilidad, un primer paso necesario y fundamental en pro de la conservación de nuestro planeta y de nuestra supervivencia en el mismo (Cumbre de la Tierra – Río de Janeiro, 1992).

Sostenibilidad, ¿hemos inventado algo?

El concepto de desarrollo sostenible surge en el siglo XX como alternativa al modelo vigente de desarrollo, buscando una aproximación entre la conservación de los recursos naturales, el desarrollo social y el crecimiento económico. Aparece en nuestro vocabulario a raíz de la presentación del informe *Nuestro Futuro Común* de las Naciones Unidas, más conocido como informe Brundtland (1987), en el que se indicaba que el desarrollo sostenible debe ser capaz de:

“satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”.

Sin embargo, las ideas en las que se trata este concepto no son nuevas, sino que han estado presentes en la historia de la humanidad desde hace mucho tiempo. Desde siempre desarrollo y conservación se han mostrado en continuo conflicto, existiendo voces que han tratado de hacernos ver la necesidad de conservar la naturaleza o si queremos, la necesidad de llevar a cabo una explotación racional de la misma (Guerrero y Mesa-Barrionuevo, 2013a). Ejemplos de ello lo encontramos en la obra “Diálogos” de Platón, cuando se queja amargamente de los procesos de deforestación acaecidos en el sur de Grecia; en la teoría sobre la óptima gestión de los recursos forestales descrita en 1713 por el jurista alemán Hans Carlowitz (Marquardt, 2006) o en las manifestaciones del gran filósofo alemán Friedrich Engels a finales del siglo XIX en las que advertía de la magnitud y sobre todo de la trascendencia de nuestras acciones sobre el medio natural:

“... no nos debemos llevar del entusiasmo ante nuestras victorias sobre la naturaleza. Después de cada una de estas victorias, la naturaleza toma su venganza. Bien es verdad que las primeras consecuencias de estas victorias son las previstas por nosotros, pero en segundo y tercer lugar aparecen consecuencias muy distintas, totalmente imprevistas y que, a menudo, anulan las primeras. Los hombres que en Mesopotamia, Grecia, Asia Menor y otras regiones talaban los bosques para obtener tierra de labor, ni siquiera podían imaginarse que, al eliminar con los bosques los centros de acumulación y reserva de humedad, estaban sentando las bases de la actual aridez de esas tierras.” “... nuestro dominio sobre la naturaleza no se parece en nada al dominio de un conquistador sobre el pueblo conquistado, que no es el dominio de alguien situado fuera de la naturaleza, sino que nosotros por nuestra carne, nuestra sangre y nuestro cerebro, pertenecemos a la naturaleza, nos encontramos en su seno, y todo nuestro dominio sobre ella consiste en que, a diferencia de los demás seres, somos capaces de conocer sus leyes y de aplicarlas adecuadamente.”

Las leyes a las que hace mención Engels son ampliamente conocidas por la Ecología. El reto parece, pues, estar en querer y ser capaces de gestionarlas adecuadamente. Entre ellas, y volviendo a las estrategias evolutivas antes mencionadas, está el adecuar nuestro crecimiento a la disponibilidad de recursos, de modo que en ecosistemas maduros, con competencia y recursos limitados, las poblaciones tienden a mantener en el tiempo un tamaño constante en torno a un valor asintótico, la denominada capacidad de carga (K – figura 5), un modelo que caracteriza el crecimiento de las especies K -estrategas.

Además de ello, tanto en el contexto de la teoría ecológica, como en el de la teoría socio-lógica y económica, es factible el uso de términos (algunos de ellos previamente comentados) tales como homeostasis, estabilidad, madurez, diversidad, resistencia, o resiliencia, ya que todos ellos confluyen no sólo en el concepto de desarrollo sostenible sino también en el

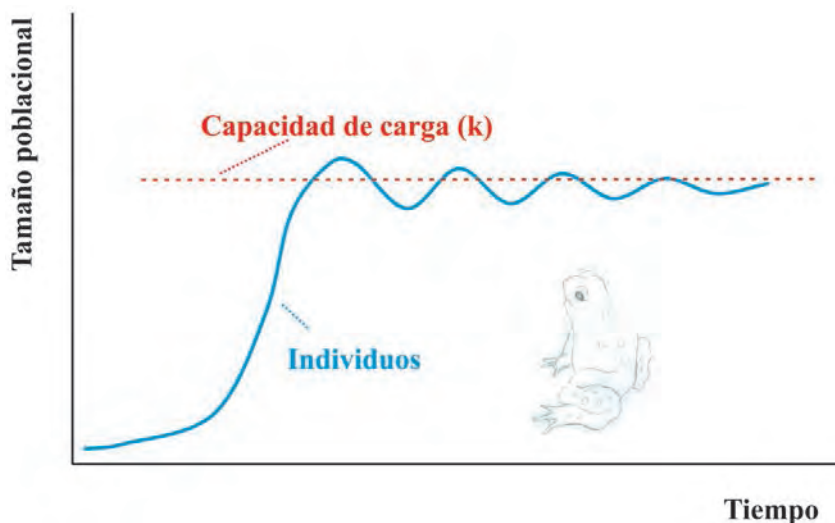


Figura 5.- Crecimiento logístico o sigmoide, en el que el tamaño poblacional se encuentra limitado por la disponibilidad de recursos (capacidad de carga).

modelo de funcionamiento de los sistemas – véase la Teoría General de Sistemas (TGS) de Ludwig Von Bertalanffy (1976)⁵.

¿Cumple nuestro modelo de sociedad este conjunto de principios ecológicos?

Para entender esta relación, Odum (1969) señaló que los principios de la sucesión ecológica podrían ser de amplia aplicación en la relación entre el ser humano y la naturaleza; debiendo entenderse este proceso de sucesión como un proceso de acumulación de información e incremento de la complejidad (Margalef, 1978). La tabla 2 muestra algunos de los principios de la sucesión ecológica (Odum, 1969), diferenciando entre las etapas iniciales y etapas maduras de un ecosistema. En la misma se puede observar como tanto la diversidad, como la complejidad de las cadenas tróficas, los mecanismos homeostáticos (resistencia a los cambios en el ecosistema), y el reciclado interno (relacionado directamente con las tasas de renovación) se incrementan a lo largo del proceso de maduración de un ecosistema. Del mismo modo, en este proceso hay una minimización del coste energético (disminución del cociente Producción : Biomasa), que conduce a un incremento de la eficiencia y a una disminución de la disipación energética. Si extrapolamos estos principios a nuestro modelo de sociedad actual, observaremos como todos o la gran mayoría de los atributos del ecosistema, de nuestra sociedad en este caso particular, se están comportando de manera opuesta a lo que debería ser un proceso de maduración de un ecosistema (la biosfera en términos generales). No podemos por tanto estar más de acuerdo con la siguiente frase (<http://www.entransicion.com.ar/node/2>):

“la humanidad ha mutado, desde una economía local, pausada, agrícola y autosuficiente [con bajo flujo de energía, mayor tiempo de renovación y alta diversidad], hacia una vertiginosa realidad global, acelerada, industrial, urbana y totalmente dependiente de recursos que se agotan [con alto flujo de energía (consumo), bajo tiempo de renovación y menor diversidad (globalización)]”.

⁵ la teoría general de sistemas busca regularidades o propiedades que sean comunes a todos los sistemas: sistemas sociales, sistemas económicos o ecosistemas, ya que todos ellos están gobernados por el mismo conjunto de leyes.

Atributo del ecosistema	Etapas de desarrollo	Etapas maduras
Cociente producción/biomasa	alto	bajo
Diversidad	baja	alta
Redes tróficas	lineales	ramificadas
Ciclos de vida	breves, simples	largos, complejos
Ciclo de nutrientes	abiertos	cerrados
Tamaño de los organismos	pequeño	grande
Producción	cantidad	calidad
Interacciones entre especies	poco desarrolladas	desarrolladas
Formas de crecimiento	crecimiento rápido (selección de la r)	controles de retroalimentación (selección de la K)
Estabilidad (resistencia a perturbaciones externas)	pobre	buna
Entropía	alta	baja
Información	baja	alta

Tabla 2.- Algunos principios generales de la sucesión ecológica (tomado de Odum, 1969).

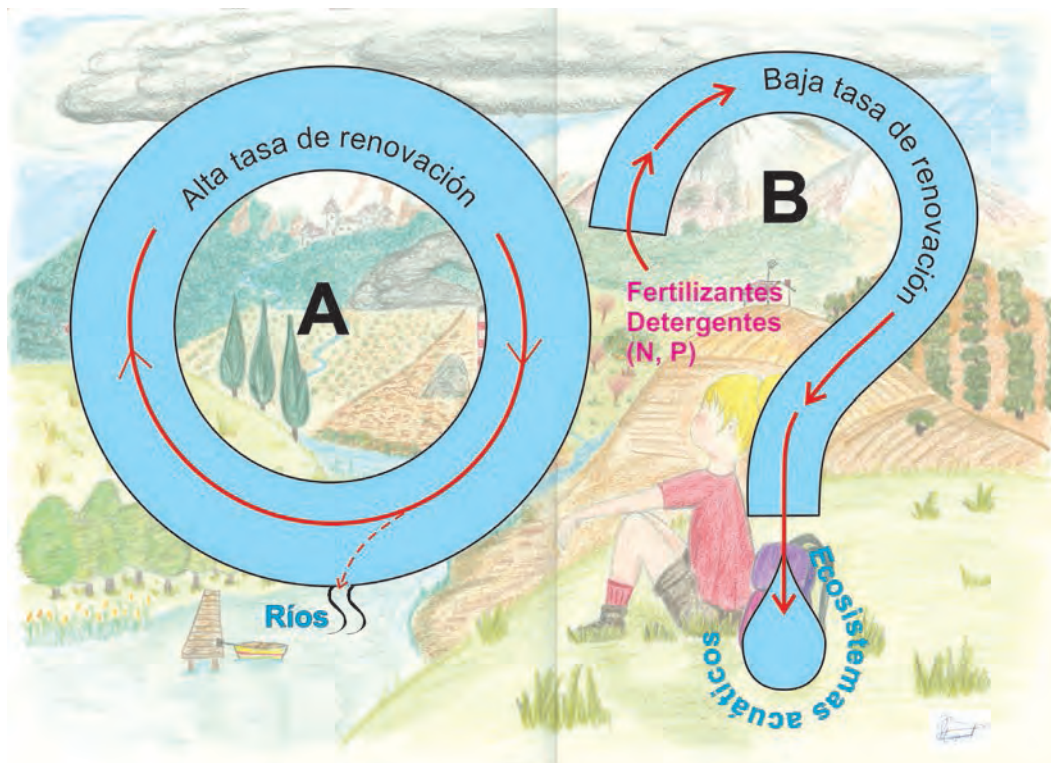


Figura 6.- Modelos tradicional (A) y nuevo (B) del flujo de nutrientes hacia los ecosistemas acuáticos. Modificado de Vallentyne (1978).

Otro ejemplo parecido era mostrado hace casi cuarenta años por el famoso limnólogo americano John R. Vallentyne (1978) al hablar del comienzo de los procesos de eutrofización cultural de los ecosistemas acuáticos⁶. Para Vallentyne el inicio de este proceso fue generado por la eliminación de residuos mediante su transporte por agua a finales del siglo XIX. La figura 6 muestra el cambio generado, desde una sociedad en la que el flujo de nutrientes seguía una dinámica circular, con alta tasa de renovación y menor flujo energético (figura 6A) a un nuevo modelo en el que se prima un mayor flujo energético y menor renovación de los residuos generados (figura 6B). Vallentyne indicaba a su vez que este cambio de modelo generó cambios sustanciales que originaron (i) el incremento de la eutrofización de los ecosistemas acuáticos; (ii) el aumento de los costes del tratamiento de residuos; y (iii) el incremento en la producción de fertilizantes para reponer aquellos extraídos y ahora liberados a los ecosistemas acuáticos.

Parece factible pues afirmar que el modelo de desarrollo actual no es viable y por ende, que tenemos la obligación de tratar de conseguir un modelo de desarrollo distinto, basado en el desarrollo sostenible. Un modelo que tenga en consideración la estrecha conexión existente entre economía, sociedad, y naturaleza, ya que como decían Brown y colaboradores (1992): “puede ser que los déficits económicos dominen los encabezados de los periódicos, pero los déficits ecológicos dominarán nuestro futuro”.

Naturaleza, economía, sociedad, los tres pilares del desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible se fundamenta en los tres pilares, el económico, el ambiental y el social (figura 7A), a los que últimamente se ha sumado un cuarto pilar, el cultural. El principal problema que encontramos hoy en día para la aplicación del concepto de desarrollo sostenible, además de las múltiples interpretaciones que del mismo existen, es la dificultad de encontrar indicadores para su cuantificación global. Como señala Dourojeanni (2000), ninguno de los tres objetivos o pilares del desarrollo sostenible se mide con parámetros compatibles. Podemos eso sí evaluar todos ellos por separado, a partir de indicadores económicos el primero, a través de parámetros sociales el segundo y a partir de factores físicos o biológicos el tercero, pero no existe un indicador global del desarrollo sostenible, ni fórmulas de conversión entre los mismos que permitan una evaluación conjunta. Esto ha llevado a este autor a plantearse redibujar el triángulo de Nijkamp situando los tres contextos en tres planos diferentes, indicando eso sí, la posibilidad de intercambios entre ellos (figura 7B).

La ubicación de los tres contextos en distintos planos nos debe llevar a pensar si además de ello todos tienen actualmente la misma importancia. La respuesta es claramente negativa. Nuestro modelo social premia mucho más el contexto económico que los contextos sociales y ambientales (figura 8A – modelo Mickey Mouse – SANZ, 2009). Por el contrario, en una sociedad regida bajo los principios de la sostenibilidad, los contextos ambientales y sociales deberían de tomar preponderancia sobre el contexto económico, que debería estar supeditado a ellos (figura 8B – modelo diana – SANZ, 2009). En ella la economía es un subconjunto de la sociedad; y ambos (economía y sociedad) están regidos por los aspectos ambientales.

Además de ello, y aunque ya hemos comentado que la existencia de intercambios entre los tres contextos es factible (figura 7B); la realidad demuestra que éstos son bastantes escasos. Así por ejemplo, las ciencias económicas no han tenido aún muy en cuenta en sus balances el valor añadido que la naturaleza aporta a un territorio o a un país. Del mismo modo, hay gran parte de la sociedad que aun ignora la trascendencia de la pérdida de los recursos naturales (Guerrero, 2009). Para superar el primero de estos obstáculos hace ya algunos

⁶ La eutrofización cultural consiste en el enriquecimiento en nutrientes (nitrógeno, fósforo) de las aguas naturales a consecuencia de las actividades humanas, lo cual conlleva cambios en la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas acuáticos.

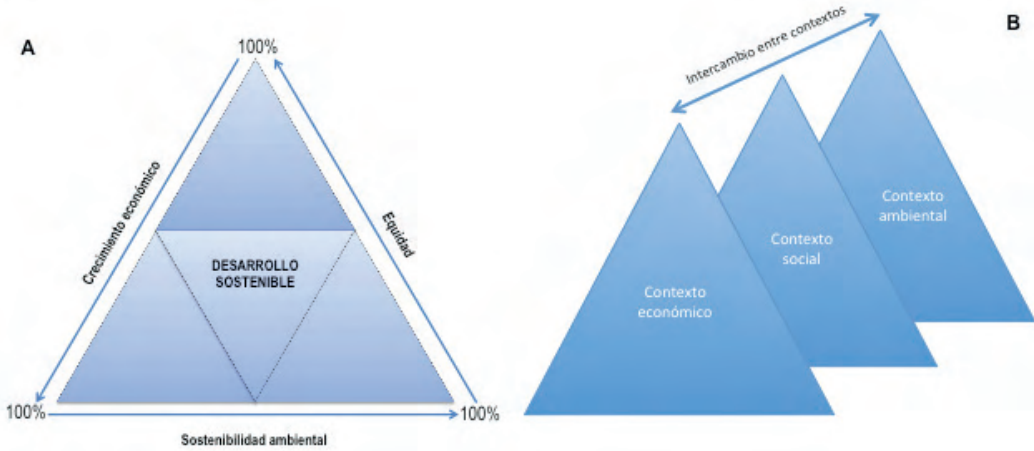


Figura 7A-7B.- Triángulo de Nijkamp que muestra la relación existente entre los tres pilares del desarrollo sostenible (A) y su modificación en tres contextos separados aunque interconectados (B). En la primera figura los lados del triángulo representan cada uno de los pilares en los que se fundamenta el desarrollo sostenible. Las flechas marcan el sentido del logro de cada uno de estos pilares, y el área central (triángulo interno) delimita la zona de equilibrio para la consecución del desarrollo sostenible. Modificado de Dourojeanni (2000).

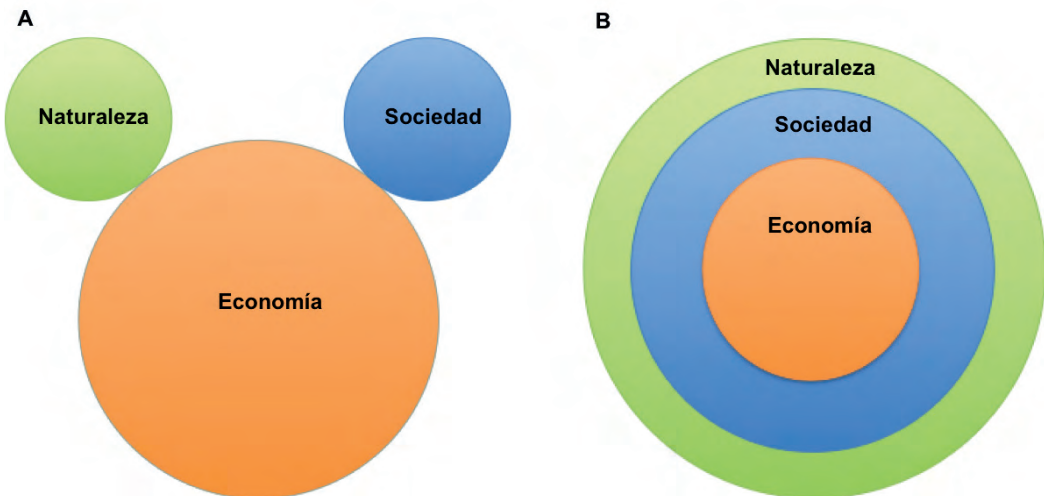


Figura 8A-8B.- Esquema comparativo de la importancia de los tres contextos de la sostenibilidad entre la sociedad actual (A) y una sociedad teórica sostenible (B). Modificado de Sanz (2009).

años que la revista *Nature* publicó un trabajo en el que se realizaba una primera estimación del valor monetario de los principales ecosistemas del planeta (Costanza *et al.*, 1997). Este trabajo dio pie a otros muchos (véase por ejemplo Balmford *et al.*, 2002; Gómez-Baggettum *et al.*, 2010; Lomas, 2010) en los que se siguió profundizando en la valorización de los recursos naturales (ecosistemas y biodiversidad). Esta aproximación está íntimamente ligada al concepto de Valor Económico Total (VET), que trata de determinar la aportación al bienestar de la sociedad de los espacios naturales (Pearce, 1993; Campos, 1994). El Valor Económico Total de un espacio natural (figura 9) tiene en consideración los beneficios ambientales y comerciales, es decir considera los recursos naturales como externalidades del sistema económico, elementos que influyen en los precios del mercado (Lomas, 2010). Los espacios naturales aportan bienes y servicios directos, indirectos y opcionales (de futuro) que derivan del uso del mismo por la sociedad (valores de uso); así como beneficios intrínsecos o de existencia que no guardan relación con el uso que la sociedad hace de dicho espacio (valores de no uso – Randall, 1987). El Valor Económico Total trata de crear en la sociedad una conciencia sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas naturales. ¿Cuánto vale un bosque?, ¿un humedal?, ¿una zona de pastoreo de alta montaña?. Una vez que le hemos puesto precio a cada uno de estos ecosistemas, ¿podemos trasladar parte de ese valor a las actividades que ayudan a generarlo?

Este podría ser el caso de numerosas marcas que han ido apareciendo y que hacen referencia en su filosofía de diseño a un valor del producto asociado al entorno ambiental en el que se generan. Un ejemplo de ello podría ser la “Marca Parque Natural de Andalucía” (<http://www.marcaparquenatural.com/>):

“la marca Parque Natural de Andalucía es un distintivo de calidad que otorga la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía a aquellos productos artesanales y naturales, así como servicios turísticos (alojamiento, restauración y turismo activo) que se elaboran o prestan en el interior de los Parques Naturales Andaluces y sus áreas de influencia socioeconómica se aboga por hacer compatibles y complementarios los valores ambientales y económicos de los recursos naturales andaluces”.

Las empresas e instituciones tratan de hacer ver al mercado que al adquirir un producto artesanal o natural de la Marca Parque Natural de Andalucía están ayudando a la conservación del territorio, ya que estos productos han sido obtenidos utilizando los recursos propios de ese ámbito geográfico, haciéndolo de una manera sostenible y ayudando por ende a la conservación del territorio.

VALORES DIRECTOS	VALORES INDIRECTOS	VALORES DE OPCIÓN	VALORES INTRÍNSECOS
<ul style="list-style-type: none"> • Uso específico de un recurso específico en un lugar específico (alimento, medicamento, artesanía, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valor de uso sin contacto directo (hábitats, microclima, protección de ecosistemas, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Opciones económicas futuras (usos agrícolas y/o ganaderos, farmacéuticos, de ocio, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Valor del recurso <i>per se</i> (paisajístico, cultural, social, etc.)

Figura 9.- Esquema general del Valor Económico Total (VET) de los recursos naturales. Los espacios naturales aportan beneficios directos, indirectos, intrínsecos y de opción. Modificado de Emerton (2001).

En el mismo sentido, pero en este caso para poner en relación las vertientes económica y social, nos encontramos con promociones o campañas como “*Comercio Justo*”, una forma alternativa de comercio impulsada, entre otras, por la Organización de Naciones Unidas (ONU), que promueve y da valor a una relación comercial justa entre productores y consumidores. Entre los principios del comercio justo encontramos, entre otros:

1. el rechazo a la explotación infantil,
2. la igualdad entre hombres y mujeres,
3. el trabajo con dignidad, respetando los derechos humanos,
4. la obtención de un precio justo de compra que permita unas condiciones dignas de vida al productor,
5. una valoración de la calidad y de la producción sostenible, y
6. el cuidado del medio ambiente.

Un modelo similar es el que se asienta detrás de la agricultura, la ganadería y el consumo de productos ecológicos, principalmente a través de canales cortos de distribución. Ambos modelos nos animan a un activismo ambiental basado en nuestras decisiones de consumo a través de la cuales los ciudadanos tienen en sus manos un extraordinario poder, un acto

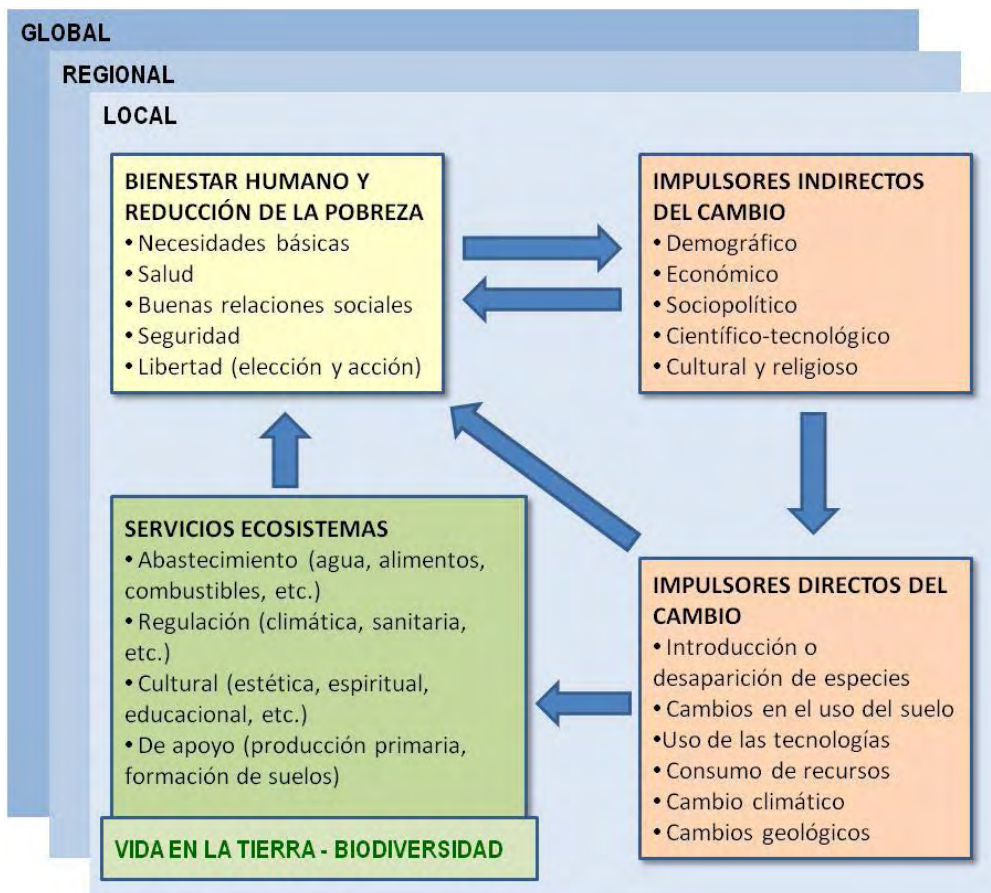


Figura 10.- Estrategias de intervención a diferentes escalas para el incremento del bienestar humano y la conservación de los ecosistemas de forma paralela. Modificado de Millennium Assessment (2003).

político de posicionamiento sobre cómo afrontar los retos del planeta. En este sentido la Federación Andaluza de Consumidores y Productores Ecológicos (FACPE) popularizó el slogan “*un carro de la compra es un carro de combate*”, tratando de hacer ver a la sociedad que un modelo de consumo basado en la austeridad (menos consumo) y con criterios ecológicos, éticos y justos, es un buen camino para modificar la situación actual:

“Cada compra representa apoyar a una empresa y cada vez que uno deja de comprar, por ejemplo a marcas que contaminan el medioambiente o explotan a los trabajadores, supone presionar a quienes causan estos daños para obligarles a cambiar sus pautas de producción y distribución”.

Para valorar la importancia de los ecosistemas en la contribución al bienestar humano se muestra un proyecto internacional que se desarrolló entre los años 2001 y 2005, conocido como “Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EEM)” (figura 10). El proyecto EEM considera a la población humana como parte de los ecosistemas. Los factores económicos, culturales y sociales provocan cambios en la población, que genera a su vez modificaciones en los ecosistemas que acaban afectando al bienestar humano (Rodríguez, 2010). Los servicios que prestan los ecosistemas: de soporte (procesos básicos del funcionamiento de los ecosistemas tales como la producción primaria); de abastecimiento (los bienes que los ecosistemas reportan a la sociedad, como por ejemplo, los alimentos); de regulación (regulación del clima o implicaciones en el secuestro de carbono) y culturales (servicios inmateriales que los ecosistemas ofrecen a la sociedad, como los valores estéticos o recreativos, entre otros) están disminuyendo a nivel mundial, evidenciando que nuestro crecimiento en el bienestar social se ha producido a costa de una importante reducción del capital natural del planeta (Rodríguez, 2010). Este proceso de crisis ecológica es consecuencia de un comportamiento no sostenible, lo que implica un claro perjuicio para las generaciones futuras.

Finalmente, como último ejemplo, citaremos la *ecolonómia*, un reciente enfoque de negocio (Druon, 2015), que trata de aunar los tres pilares del desarrollo sostenible a través de estrictos principios éticos y ambientales, que permitan un negocio sostenible y económicamente rentable. Para Druon “tiene más sentido económico hacer negocios ecológicamente”, de modo que éstos deben (i) minimizar los daños ambientales; (ii) minimizar los problemas personales (estrés, interrupción de la vida familiar, etcétera) y (iii) aumentar la productividad de la empresa. Aunque este modelo parezca utópico, el propio Druon lo ha puesto en práctica en su empresa Pochecho, una pequeña empresa de fabricación de sobres comerciales situada en la ciudad francesa de Lille, que a día de hoy ha conseguido duplicar su producción, con un ahorro de 200.000 euros/año.

¿Cómo evaluamos el desarrollo sostenible?

A pesar lo comentado hasta el momento, es interesante señalar que existen algunos indicadores que tratan de cuantificar los cambios generados como consecuencia de nuestro desarrollo. Una primera aproximación fue establecida por Ehrlich y Holdren (1971) a través de una sencilla ecuación:

$$I = P * F$$

Donde *I* es la valoración del impacto derivado del consumo humano, *P* la población y *F* una función que mide el impacto *per cápita*, y que está claramente influenciado por la tecnología. Según de qué tipo de tecnologías estemos hablando, éstas pueden incrementar el consumo *per cápita* o bien lo contrario, generar una disminución del mismo (las llamadas tecnologías limpias – Rodríguez, 2010).

Otro indicador, éste de carácter más universal por su alta empleabilidad, ha sido la denominada huella ecológica, una medida del impacto ambiental generado por la presión humana sobre los recursos naturales relacionándola con la capacidad de la Tierra para regenerar estos recursos (biocapacidad). En sentido estricto, la huella ecológica mide la superficie terrestre productiva (en hectáreas) que necesita un individuo, un pueblo, una ciudad o un país para satisfacer sus necesidades, la generación de recursos que se consumen y la capacidad para absorber los residuos generados por los mismos. Bajo este indicador, en el año 2005, los habitantes de países tales como los Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Kuwait, Dinamarca, Australia, Nueva Zelanda o Canadá necesitaban más de 7 hectáreas por persona para mantener su modo de vida. El problema fundamental de estos datos es que la biocapacidad del planeta se sitúa en 1,8 hectáreas por habitante, pero se necesitan 2,7 hectáreas, lo que está provocando un exceso en el consumo de recursos y un incremento en la generación de residuos. Según algunos escenarios modelados por las Naciones Unidas si la población y el consumo continúan en la misma línea que hoy en día, para el año 2030 se necesitarán el equivalente a más de dos planetas para mantenernos. A escala regional, contexto español y andaluz, la huella ecológica también es poco alentadora ya que los cálculos realizados para los españoles nos situaban con una necesidad de 5,7 hectáreas por habitante (valor que nos coloca en el contexto global en el puesto número 12 de los países con mayor huella ecológica), y de 4,57 hectáreas por andaluz. Debemos por tanto hablar entonces de déficit ecológico, un concepto que se determina por la comparación entre la huella ecológica y la capacidad de carga, y que aparece siempre que aquélla supera a ésta. Además de todo esto, si comparamos la huella ecológica per cápita de los distintos países con su índice de desarrollo humano (IDH), un indicador elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, ningún país del mundo es actualmente ecológica y socialmente sostenible (véase figura 11).

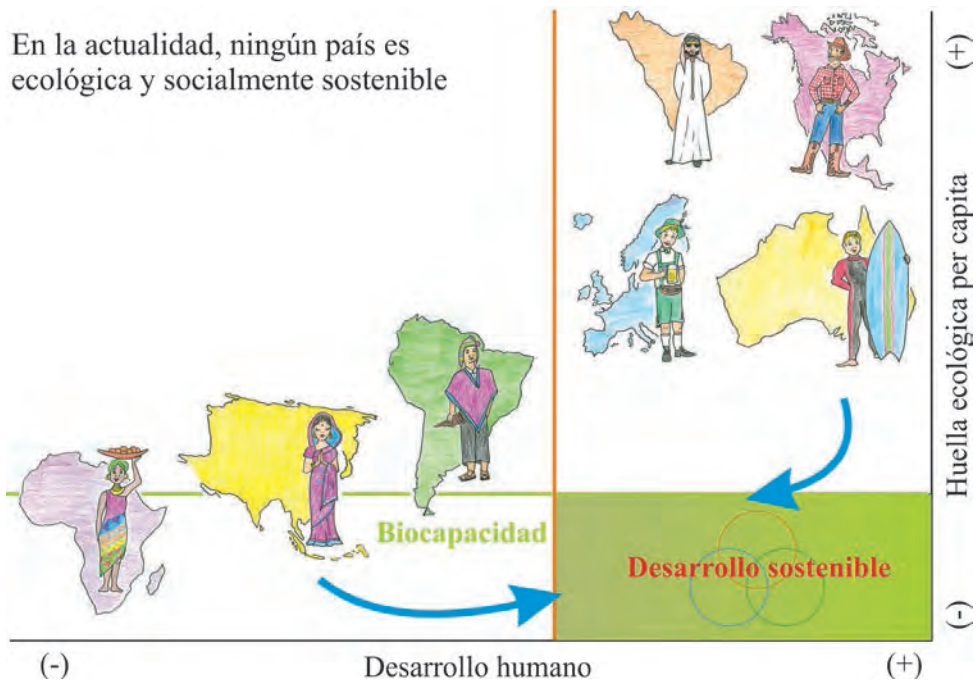


Figura 11.- Huella ecológica de diferentes regiones del mundo comparada con el índice de desarrollo humano. Las flechas muestran la tendencia que deben de seguir los países para la obtención de un mundo sostenible, en términos sociales y ambientales.

Otro estimador asociado al de huella ecológica es el de mochila ecológica, que fue creado por el Instituto Wuppertal para valorar la cantidad de materiales que se generan durante el ciclo de vida de cualquier producto, desde la fase de extracción hasta su destrucción como residuo, es decir “desde la cuna a la tumba”. Según este indicador se calcula que un coche genera un total de quince toneladas de materiales, un ordenador unos mil quinientos kilos, y un móvil unos setenta y cinco kilos. Este concepto trata de reflejar la importancia de lo que no se ve, la parte oculta del iceberg, es decir la generación de materiales que nadie aprecia ni valora, pero que provocan un problema ambiental de gran magnitud.

En el fondo, detrás de estos dos conceptos podemos entrever un cambio reciente en la percepción de las interdependencias existentes entre la actividad económica y el patrimonio natural, que han ido desde una primera y más ancestral visión en la que la naturaleza se utilizaba únicamente como un factor de producción, una concepción lineal de la relación hombre-naturaleza; hasta una visión más actual, en la que se tienen en cuenta la biocapacidad, así como todos los residuos y procesos implicados en el proceso productivo (recorremos en este sentido las diferencias anteriormente comentadas entre la economía lineal y la economía circular).

Implicaciones en nuestra sociedad

Aunque cada día hay más información a disposición de nuestros gobernantes y de la ciudadanía sobre la importancia del desarrollo sostenible, la incorporación real de estas actitudes a todos los niveles de nuestra sociedad es una tarea ardua y complicada. Para conseguir llegar a la población se trabaja en tres pilares fundamentales (Guerrero y Mesa-Barrionuevo, 2013b): (i) la información y comunicación ambiental; (ii) la educación ambiental y (iii) el voluntariado ambiental. Estos autores señalan igualmente que con la información y comunicación ambiental se pretende hacer conocer a la sociedad, desde una perspectiva técnica, los problemas medioambientales y la política de sostenibilidad ambiental. Con la educación ambiental se pretende despertar en la sociedad una conciencia que le permita identificarse

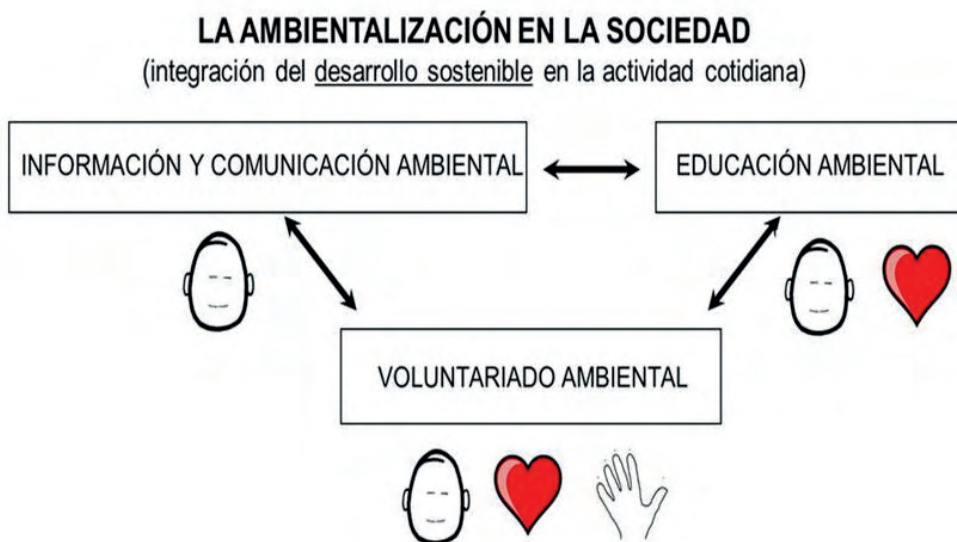


Figura 12.- Esquema del proceso de ambientalización de la sociedad a través de tres pilares básicos: información y comunicación ambiental; educación ambiental y voluntariado ambiental (tomado de Guerrero y Mesa-Barrionuevo, 2013b).

con la problemática ambiental anteriormente expuesta, tanto a nivel global como local. Se trata de conseguir una transformación de valores, un cambio de actitud. Y finalmente, el voluntariado ambiental constituye un programa de promoción de la acción altruista de la ciudadanía para la conservación y sostenibilidad del medio ambiente, una sensibilización a través de la acción. Con estos tres pilares se trabaja primero a nivel de “cabeza”, tratando que las personas asimilen y sean conscientes de los problemas ambientales que presenta el mundo actual; en segundo lugar a nivel de “corazón” despertando una conciencia y sentimientos, que finalmente lleven al tercer pilar, a nivel de “manos” mediante el voluntariado ambiental, que permita la realización o colaboración en un trabajo para conseguir la mejora de nuestro entorno (figura 12). Hay que ser conscientes de que conseguir todo ello no es fácil, motivo que trae el recuerdo de las palabras del poeta alemán Goethe cuando decía: “Pensar es fácil. Actuar es difícil. Actuar conforme al pensamiento propio es lo más difícil de todo”.

Estos tres pilares consiguen, en un proceso permanente de enseñanza, afianzar la adquisición de los conocimientos, valores, destrezas y experiencias que capacitan para la resolución de problemas ambientales (figura 13). Porque en el fondo, nuestros pensamientos, nuestros sentimientos y nuestras conductas se relacionan directamente, ya que somos lo que oímos, lo que pensamos y sobre todo lo que hacemos.

Aunque los tres pilares son básicos, es la educación ambiental la que presenta una mayor relevancia en el proceso de sostenibilización de la sociedad. Como señala María Novo (2009), “la educación ambiental es una genuina educación para el desarrollo sostenible”, ya que se trata de un movimiento educativo que lleva una trayectoria de más de 30 años trabajando sobre los vínculos existentes entre el medio ambiente y el desarrollo. La educación ambiental nace, como dicen Sureda y Colom (1989) a raíz del cambio de visión que realiza la humanidad sobre el escenario donde habita. Se trata de un “proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural” (Guerrero, 2003). Esta definición refleja a la perfección la confluencia en la educación ambiental de los aspectos sociales, culturales, ambientales, económicos y sobre todo emocionales, ya que si no hay emoción, como decíamos anteriormente, no hay aprendizaje, si no hay sentimientos nuestros aprendizajes serán pasajeros y por tanto no se afianzarán en nuestro comportamiento diario. La educación ambiental debe ser por tanto un activador de



Figura 13.- Esquema del proceso social de concienciación y capacidad de resolución de problemas ambientales.

la conciencia ambiental de la persona (Gomera, 2008). Debe ser un proceso permanente, abierto a todos los sectores sociales, incluidos los marginales y que promueva la actividad social, para conseguir junto a la actual educación social, la EDUCACIÓN en mayúsculas de la sociedad (figura 14).

Este proceso educativo nos debe ayudar también a pensar a escala global, al tiempo que actuemos, en primera instancia, a escala local, activismo que ha sido ampliamente utilizado en pro de la conservación y del desarrollo sostenible a través del famoso eslogan: “Think global, act local”. Y en este es donde se mueve hoy día más activamente nuestra sociedad. Es fácil encontrar manuales de buenas prácticas en nuestra vida cotidiana en los que se nos anima al ahorro de energía y agua; a una movilidad sostenible (compartiendo coche, utilizando el transporte público, desplazándonos en bicicleta o andando); a realizar un correcto reciclaje de nuestros residuos; a un cambio en los hábitos de consumo y así a un largo etcétera de pequeñas acciones basadas en la idea de que “*sin acción no hay participación*” (véase por ejemplo Figueroa *et al.*, 2006). Este tipo de acciones también se están empezando a extrapolar a las empresas, fundamentalmente a través de lo que se conoce como sistemas de gestión ambiental (SGA), definido como

“un sistema estructurado de gestión, integrado en la actividad de gestión total de la organización, que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener al día los compromisos en materia de protección ambiental que suscribe la organización, es decir, mantener la política ambiental de la empresa”, es decir se trata de “una herramienta de trabajo que, bien diseñada e implantada, nos ayuda a integrar la variable medio ambiente dentro del día a día de la organización” (Prieto González, 2011).

Seguramente, la mayoría de las empresas adoptan este desafío no por convencimiento real, sino más bien obligadas por una normativa legal cada vez menos tolerante con los abusos ambientales, por una cuestión económica que beneficia el desarrollo de estas acciones (recuérdese el anteriormente comentado valor añadido de aquellos productos que ayudan a la conservación ambiental), o bien por una cuestión de imagen. Sea como fuere, cada vez son más las que apuestan por obtener certificaciones ambientales. Estas certificaciones son realizadas por una entidad reconocida como independiente por las partes interesadas, que al mostrar su conformidad con los requisitos definidos en normas o especificaciones técnicas, otorgan un sello externo a la empresa en cuestión, que acredita el cumplimiento de este hecho. Entre las certificaciones más extendidas actualmente en el ámbito ambiental tenemos las normas ISO14000, el sistema EMAS (Eco-Management and Audit Scheme), y la más reciente ISO26000, que aún no tiene carácter certificador. En la actualidad multitud de empresas e instituciones están realizando memorias de sostenibilidad para evaluar su impacto ambiental, económico y social conforme a los diez principios establecidos por el Pacto Mundial de Naciones Unidas (<http://www.unglobalcompact.org/Languages/spanish/index.html>) o a los indicadores de la iniciativa GRI (Global Reporting Initiative; <https://www.globalreporting.org/languages/spanish/Pages/default.aspx>). Entre ambas iniciativas se están estableciendo paralelismos (<http://www.pactoglobal.org.ar/userfiles/file/GRIestableciendolaconexFINAL.pdf>) que se han ampliado hacia la ISO26000 (Pacto Mundial de las Naciones Unidas y Norma Internacional ISO26000, 2011; Global Reporting Initiative-ISO, 2014).

En todo este proceso, no pueden quedar fuera instituciones como las universidades ya que como señala Zúñiga-Vega *et al.* (2012), la dimensión ambiental debe ser considerada como un eje transversal articulador del quehacer universitario, que impregne los planes de

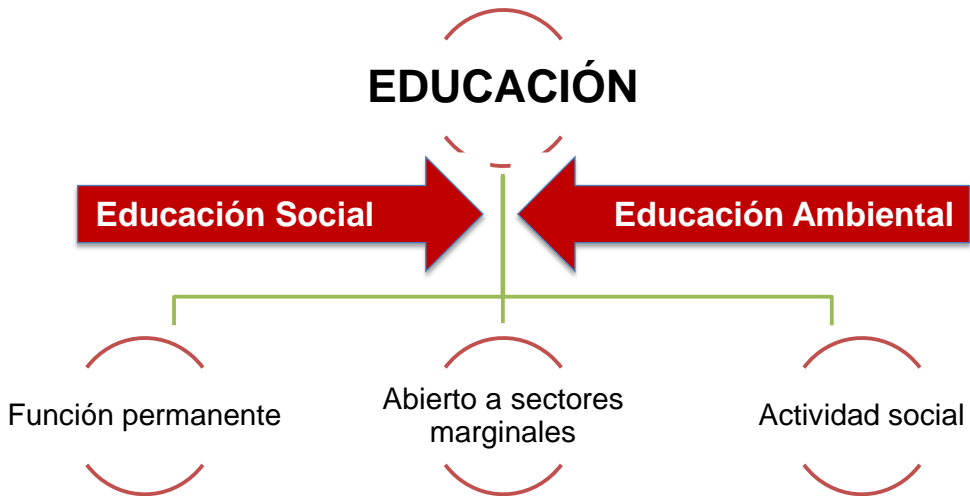


Figura 14.- El proceso educativo ambiental se apoya y soporta en el proceso social de concienciación y capacidad de resolución ante problemas ambientales.

estudio y enriquezca el currículo de los estudiantes con un enfoque que propicie valores y conductas, para abordar constructivamente su relación con el medio que le rodea. De este modo, la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) aprobó en el año 2001 el documento “Universidad: Compromiso Social y Voluntariado”. El mismo se inicia con la siguiente declaración de principios:

“El sistema universitario español representado por la CRUE considera que la Universidad debe asumir su papel protagonista en los procesos de desarrollo humano explorando y llevando a la práctica nuevas estrategias destinadas a conseguir una sociedad más justa y participativa...”.

Posteriormente en el año 2002 surge un grupo de trabajo sobre ambientalización de la comunidad universitaria y prevención de riesgos laborales con el afán de cooperar y recopilar la experiencia de las universidades en estas materias. En el año 2009 este grupo pasa a conformar la comisión sectorial de la CADEP (Comisión Sectorial de Calidad Ambiental, Desarrollo Sostenible y Prevención de Riesgos; www.crue.org/Sostenibilidad/CADEP/). En esta misma línea, las universidades andaluzas firmaron en el año 2010 con la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía el proyecto Andalucía Ecocampus, el cual señala en sus directrices que:

“la Universidad como entidad docente e investigadora juega un papel clave en el proceso de la sostenibilidad, son instituciones creadoras de opinión y generadoras de los paradigmas metodológicos y de ahí la importancia de ser un referente de coherencia entre enseñanza impartida y las acciones que se desarrollan en ella. La Universidad, tiene que dotar a las personas de instrumentos de actuación, tiene que propiciar una transformación social a través de un aprendizaje activo y participativo, tiene que contribuir al desarrollo de un modelo de sociedad sostenible y fundamentalmente, tiene que capacitar para la acción proambiental, acción desde la actuación con conciencia e

intencionalidad”⁷.

La Universidad de Jaén ratificó el convenio Ecocampus el 1 de abril de 2016. En el mismo se recoge, en referencia a la Estrategia Andaluza de Educación Ambiental, que se inserta dentro del Plan Andaluz de Medio Ambiente, el cual

“recoge a las universidades andaluzas como escenarios preferentes de actuación, al mismo tiempo que establece las siguientes recomendaciones y líneas de acción: Información y Comunicación Ambiental, Educación Ambiental y Voluntariado Ambiental”.

Como vemos, el binomio UNIVERSIDAD-SOSTENIBILIDAD aparece claramente reflejado como un valor más del espacio de educación superior. Este es el camino, ayudemos a construirlo y caminemos por él concienciados de su necesidad.

Referencias

- Anta, J.-L. (2013). Hacia la búsqueda de una ecología (más) política. *Aula Verde. Boletín del Secretariado de Sostenibilidad de la Universidad de Jaén*, 4, 8-10.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R. E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., Turner, R. K. (2002). Economic reasons for conserving wild nature. *Science*, 297 (5583), 950-953.
- Barnosky, A. D., Hadly, E. A., Bascompte, J., Berlow, E. L., Brown, J. H., Fortelius, M., Getz, W. M., Harte, J., Hasting, A., Marquet, P. A., Martínez, N. D., Mooers, A., Roopnarine, P., Vermeij, G., Williams, J. W., Gillespie, R., Kitzes, J., Marshall, C., Matzke, N., Mindell, D. P., Revilla, E., Smith, A. B. (2012). Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*, 486 (7401), 52-58.
- Bernáldez, F. G. (1981). *Ecología y paisaje*. Madrid, H. Blume.
- Brown, L. R., Brough, H., Durning, A., Flavin, C., French, H., Jacobson, J., Lenssen, N., Lowe, M., Postel, S., Renner, M., Ryan, J., Starke, L., Young, J. (1992). *State of the World 1992: a worldwatch institute report on progress toward a sustainable society*. Nueva York, W. W. Norton & Co Inc.
- Brundtland, G. H. (1987). *World Commission on Environment and Development. Our common future* (Vol. 383). Oxford, Oxford University Press.
- Campos, P. (1994). Economía de los espacios naturales. EL valor económico total de las dehesas ibéricas. *Agricultura y Sociedad*, 73, 103-120.
- Chica Arellano, F. (2015). Ecología y cristianismo. Esbozo de algunas reflexiones de estos 50 años a la luz del magisterio del Papa Francisco. *Anales Valentinios*, 4, 305-328.
- Comisión Europea (2014). *Economía circular. Conectar, crear y conservar el valor*. Dirección General de Medio Ambiente.
- 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 den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- Crutzen, P. J., Stoermer, E. F. (2000). The Anthropocene. *IGBP Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, 415(6867), 23-23.
- Dixon, T. H. (2007). *The upside of down: catastrophe, creativity and the renewal of civilization*. Island Press.
- Dourojeanni, A. (2000). *Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable*. Santiago de Chile, División de Recursos Naturales e Infraestructura.

7 <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.220de8226575045b25f09a105510e1ca/?vgnextoid=2bef3b8e686e4310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=f34be156217d4310VgnVCM2000000624e50aRCRD>

- Druon, E. (2015). *Ecolonomy. Doing business and manufacturing differently*. Triarchy Press, Ltd.
- Ehrlich, P. R., Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171, 1212-1217.
- Emerton, L. (2001). Why forest values are important to East Africa? *ACTS Innovation*, 8, 5-6.
- Felber, C. (2012). *La economía del bien común*. Deusto S.A. ediciones.
- Figuroa, M. E. (Dtor.), Gavira, R., Castillo, J., Miquel Mena, D., Luque, T., Redondo, S., Luque Palomo, C., Suárez-Inclán, L. M. (2006). *Guía universitaria de buenas maneras ante el cambio climático. Cómo cuidar del medioambiente y luchar contra el cambio climático en nuestra vida cotidiana*. Sevilla, Ayuntamiento de Sevilla, Universidad de Sevilla y Unión Fenosa.
- Francisco, P. (2015). Encíclica Laudato Si.
- Garrido, F. (2013). Residuos: eficiencia + austeridad. *Aula Verde. Boletín del Secretariado de Sostenibilidad de la Universidad de Jaén*, 3, 6-8.
- Global Reporting Initiative-ISO (2014). GRI G4 Guidelines and ISO 26000:2010 How to use the GRI G4 Guidelines and ISO 26000 in conjunction.
- Gomera, A. (2008). *La conciencia ambiental como herramienta para la educación ambiental: conclusiones y reflexiones de un estudio en el ámbito universitario*. Centro Nacional de Educación Ambiental.
- Gómez-Bagghetum, E.; de Groot, R., Lomas, P. L., Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69, 1209-1218.
- Guerrero, F. (2009). El verde del paisaje de Jaén: una visión educativa. En: *En la piel del paisaje*, pp: 7-13. Universidad de Jaén, Jaén.
- Guerrero, F., Mesa-Barrionuevo, C. (2013a). Un aprendizaje sobre sostenibilidad: piensa global, actúa local. En: M. Jódar (ed.). *Y los sueños..... Cine son*, pp: 219-224. Universidad de Jaén, Jaén.
- Guerrero, F., Mesa-Barrionuevo, C. (2013b). El cine club universitario como herramienta didáctica para la educación ambiental infantil. En: M. Jódar (ed.). *Y los sueños..... Cine son*, pp: 107-111. Universidad de Jaén, Jaén.
- Guerrero, O. M. B. (2003). *Cultura y ambiente: la educación ambiental, contexto y perspectivas* (Vol. 2). Univ. Nacional de Colombia.
- Jacobs, M. (1996). *Economía Verde. Medio ambiente, desarrollo sostenible y la economía del futuro*. Ed. Icaria. Barcelona.
- Jiménez Herrero, L. M. (2012). Sostenibilidad y empleo. En: *La sostenibilidad como generadora de empleo*, pp: 6-21. Fundación Banco Santander.
- Kahn, H. y Wiener, A. J. (1967). *The year 2000. Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*. Macmillan, New York.
- Lomas, P. L. (2010). La biodiversidad, los ecosistemas y sus valores. *Boletín ECOS*, 12, 1-6.
- Margalef, R. (1978). *Perspectivas de la teoría general de sistemas*. Barcelona, Blume.
- Marquardt, B. (2006). Historia de la sostenibilidad. Un concepto medioambiental en la historia de Europa central (1000-2006). *Historia Crítica*, 32, 172-197.
- McDonough, W., Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York, North Point Press.
- Millennium Assessment (2003). *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for assessment*. Washington, Island Press.
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, número extraordinario 2009, 195-217.
- Odum, E. P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.
- Odum, H. T., Odum, E. C. (1981). *Hombre y Naturaleza. Bases energéticas*. Barcelona, Omega.
- Odum, H. T., Odum, E. C. (2001). *A prosperous way down*. University Press of Colorado, Boulder Co.
- Pacto Mundial de las Naciones Unidas y Normativa Internacional ISO26000 (2011). Una introducción a los vínculos entre los principios del Pacto Mundial de las Naciones Unidas y las materias fundamentales de ISO 26000. Ed. Oficina del Pacto Mundial de Naciones Unidas. Nueva York, Estados Unidos.
- Pearce, D. W. (1993). *Economic values and the natural world*. Londres, Earthscan.

- Prieto González, M. J. (2011). *Sistemas de gestión ambiental*. AENOR ediciones.
- Randall, A. (1987). *Resource economics*. New York, John Wiley & Sons.
- Randers, J. (2012) – 2052: A Global Forecast for the Next Forty Years – Chelsea Green Publishing
- Riechmann, J. (2003). Biomímesis. *El Ecologista*, 36, 28-31.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Stuart Chapin III, F., Lambin, E. F., Lenton, T. M. (2009a). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472-475.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Stuart Chapin III, F., Lambin, E. F., Lenton, T. M. (2009b). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14, 32.
- Rodríguez, J. (2010). *Ecología*. Madrid, Pirámide.
- Sanz (2009). Strong sustainability for New Zealand. Principles and scenarios. Sustainable aoteatua New Zealand Inc. Nakedize Ltd. Available online: <http://nz.phase2.org/strong-sustainability-for-new-zealand>
- Sureda, J., Colom, A. J. (1989). *Pedagogía ambiental*. Barcelona, CEAC.
- Steffen, W., Crutzen, P. J., McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio*, 36: 614-621.
- Steffen, W.; Persson, A., Deitsch, L., Zalasiewicz, J., Williams, M., Richardson, K., Crumley, C., Crutzen, P., Folke, C., Gordon, L., Molina, M., Ramanathan, V., Rockström, J., Scheffer, M., Schellnhuber, H. J., Svedin, U. (2011). The Anthropocene: from global change to planetary stewardship. *Ambio*, 40, 739-761.
- Vallentyne, J. R. (1978). *Introducción a la Limnología. Los lagos y el hombre*. Barcelona, Omega.
- Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Zúñiga-Vega, C., Arnáez-Serrano, E., Hernández-Rojas, L., García-Fallas, J., Rojas-Núñez, P., Arguedas-Quirós, S., Salmerón-Alpizar, X. (2012). Educación ambiental: una estrategia para ambientalizar el currículo universitario. *Biocenosis*, 26(1-2), 1-9.

