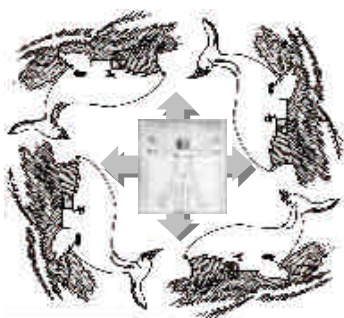


3. FLUJOS NATURALES Y LÍMITES AL CRECIMIENTO



¿Qué podría pasar si tú fueras el mundo,
una piel de asfalto y hormigón,
si en el mar de tu boca se vertiera despaño
por amor residuos tóxicos
si abrasaran tu pelo como queman los bosques
y enterrarán tu espalda entre miles de botes?

¿Qué podría pasar si tú fueras la tierra
tu mirada un horizonte gris
si trataran tu cuerpo como polvo de arena
poco a poco hasta llegar al fin
si llenaran tu pecho de papeles pegados
que después con el humo se caerán a mi lado?

...

¿Qué podría pasar si estuviera en tus manos
el futuro y la imaginación
de un planeta que gira en un camino enredado
por la guerra, el hambre y el dolor
si aún te fuera posible encontrar la salida
para darle cobijo a lo que queda de vida?

¿Qué podría pasar...
si aún te fuera posible entender que es de todos
y que todos los hombres pueden más que uno solo?

Extractos de la canción de Rosana Arbelo, “Si yo fuera tu amante”,
1998

3. FLUJOS NATURALES Y LÍMITES AL CRECIMIENTO

3.1. Visión del cambio global a través de los flujos naturales

“Estamos conectados... a través de la vida y de Gaia y a través de la materia, del agua de los océanos y ríos que compartimos, de cada molécula que nuestros cuerpos ganan y pierden”

Carlos de Castro, tomado del cuento: “Conexión” (pag. 167) de “La Revolución solidaria”

CUADRO 3.1. Interacciones moleculares.

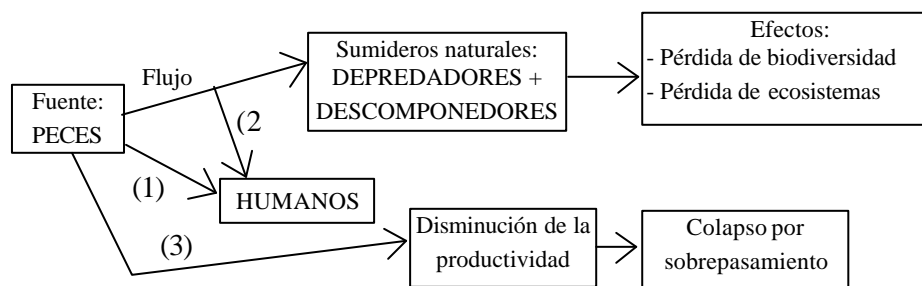
Una molécula de agua puede estar en cualquier parte del planeta cada 2000 años aproximadamente. Los ciclos naturales la mueven de un sitio a otro continuamente. En este ciclo los seres vivos intervienen haciendo pasar dicha molécula de unos a otros. Lo mismo pasa con los átomos de carbono, de nitrógeno etc. esenciales para la vida. El ser humano renueva todas sus moléculas y átomos muchas veces a lo largo de su vida, cada dos semanas aproximadamente renovamos nuestras moléculas de agua. En cada instante pues nuestros cuerpos poseen miles de moléculas que pertenecieron a Buda o a Julio Cesar, o a una ballena de hace un millón de años o a un árbol de hace cien millones de años. Las tasas de uso, flujo y reciclaje de los átomos que usa la naturaleza están tan íntimamente unidas al funcionamiento de ella que cualquier distorsión en ellos provoca efectos en cualquier punto del sistema biosfera. Así,

los átomos de carbono, antes de abandonar la biosfera, son reutilizados por ella unas 200 veces, pasando de organismos vivos al agua, al suelo o al aire y de nuevo a otros seres vivos; es decir, si se quiere, la tasa de reciclaje del carbono es del 99,5%. Esto era así hasta la intervención humana en la que liberamos a la biosfera en forma de CO₂ una parte del carbono que hace millones de años se retiró de ella (en forma de petróleo, carbón y gas natural en sedimentos). La tasa de reciclaje del nitrógeno en la naturaleza es del 99,9%, flujo que estamos modificando especialmente con nuestras técnicas agrícolas (Volk 1998 pag. 65-75). Estas tasas de reciclaje de los materiales que usa la Naturaleza contrastan con las tasas de reciclaje de los seres humanos; la tasa de reciclaje de papel es del 36% (Signos vitales 98, pag 68), la de materia orgánica es del 11% para los países industrializados (Signos vitales 98, pag, 110).

La teoría Gaia afirma que todos los flujos naturales son regulados por los ecosistemas. Sin embargo, el ser humano está interviniendo en esa regulación de forma negativa, bien contaminando las fuentes y sumideros naturales (el agua, la atmósfera...), bien acaparando el propio flujo (en general, obligando a que éste sea muy rápido: agua, tierras removidas...). Todo ello trae efectos negativos directos sobre la biodiversidad y cambios y deterioro en los ecosistemas, que a su vez suponen un desequilibrio de los flujos. Deterioro y desequilibrios que afectan también al propio ser humano.

Veamos un ejemplo de como esa intervención en los flujos puede suponer un “sobrepasamiento” de un ecosistema hasta llevarlo al colapso:

En el siguiente esquema vemos cómo el acaparamiento del flujo (2) y stock (1) de los peces lleva al colapso de las pesquerías (algo que ya ha ocurrido con muchas pesquerías y que puede ocurrir con las más importantes¹):



Cuando la presión sobre la fuente de recursos (en este caso los bancos de pesca) es elevada, se produce una disminución rápida de la productividad (3), la economía actual reacciona rápidamente a esa pérdida de productividad incrementando la presión sobre los recursos. La realimentación es positiva: menos recursos implican mayor presión (mediante nuevas técnicas de pesca, flotas pesqueras más grandes y mayor número de barcos); el sistema nos conduce a una mayor disminución de los recursos; así hasta que se llega al colapso de la pesquería y a la pérdida del ecosistema. El sistema humano reacciona entonces buscando un nuevo caladero que explotar (una nueva “seta”, ver cuadro 1.2. del capítulo introductorio).

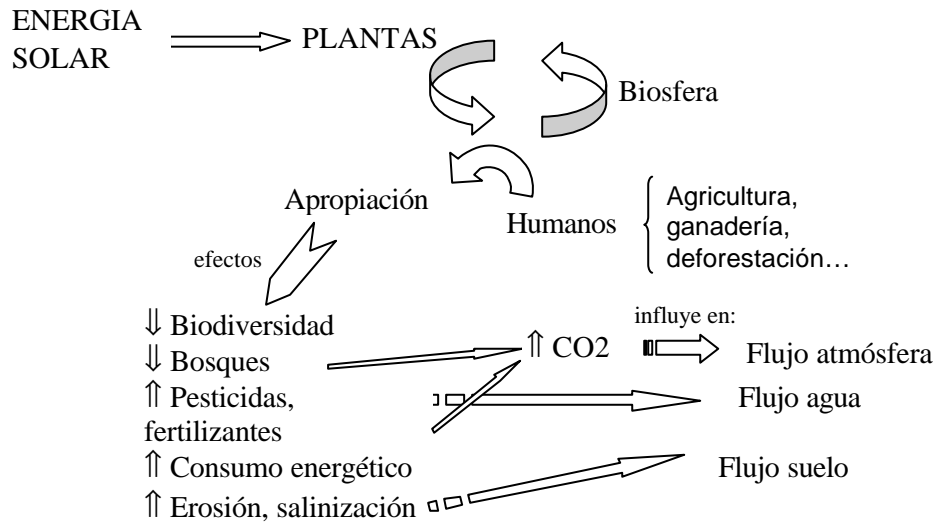
¹ Las capturas de pescado per capita se han reducido un 9% desde 1988 (La situación del Mundo, 1997). Un informe de la FAO (Fishery statistics: catches and landings. Roma, 1994) señala que en los 17 caladeros más importantes ya se pesca por encima de su capacidad de carga. Ver www.fao.org y www.worldwatch.org

Veamos un ejemplo concreto (E. Matthews y A. Hammond, www.wri.org): la excesiva pesca del bacalao en algunos caladeros ha llevado a este pez al borde de la extinción. La intervención humana como reacción positiva ha sido proteger esta pesca para su recuperación biológica. Sin embargo, al no ir a la raíz del problema, la presión de pesca aumentó simultáneamente sobre las sardinias. Las sardinias entonces empezaron su declive, con lo que el krill que éstas depredaban, se incrementó en número, presionando éstos a su vez sobre los copépodos, y causando a su vez su declive. Como los copépodos son la fuente también de alimento de los alevines de bacalao, el resultado final es que la protección directa sobre el bacalao no ha servido para su recuperación.

En la actualidad estamos interviniendo en los flujos naturales más básicos e importantes: En el flujo energético a través de la acaparación de los productos de la fotosíntesis. En el flujo atmosférico a través, por ejemplo, de la emisión de CO_2 . En el flujo del agua dulce tanto en las fuentes como en los sumideros. Y en el flujo del suelo, removiendo materiales (ver esquemas más adelante).

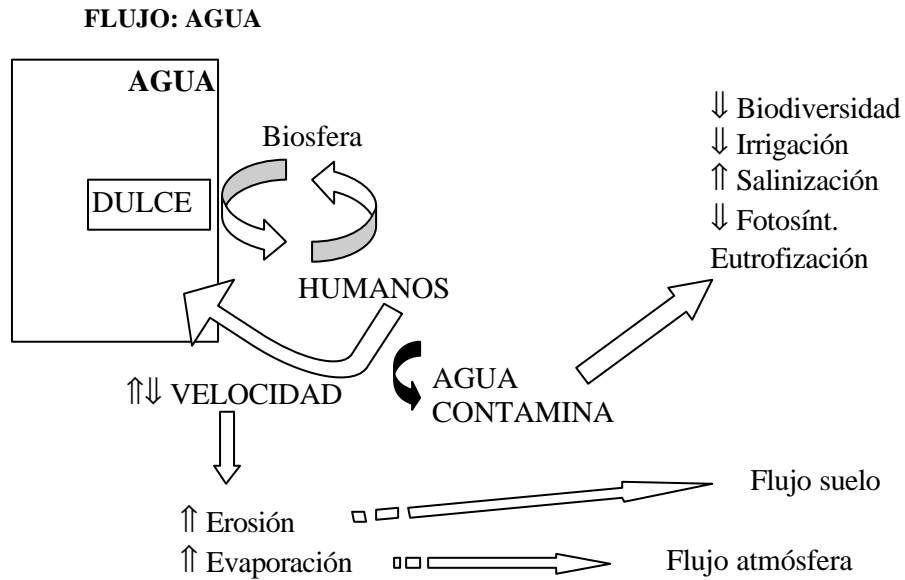
Detengámonos en uno de los flujos, el flujo de energía: La última fuente de energía con la que funcionan casi todos los ecosistemas es la energía procedente del sol. Esta energía es aprovechada por las plantas a través de la fotosíntesis. De esta forma, el flujo energético total que circula en la biosfera es aquel que anualmente es capaz de fijarse en las plantas a través de su crecimiento (npp). Parte de él (y así llegar a un equilibrio) se trasvasa al resto de seres vivos, ya sean herbívoros y descomponedores, ya sean carnívoros y sus descomponedores. El ser humano interviene en este proceso de forma directa e indirecta (por ser omnívoro). Además de las necesidades alimenticias directas, el ser humano interviene en este proceso al modificar los ecosistemas (por ejemplo deforestando o haciendo carreteras), o con el sistema agrícola y ganadero del que disponemos.

Vitousek et al. (1986) calcularon que el uso directo o indirecto que hacemos del flujo total energético, o mejor de la cantidad de energía fotosintética fijada, anualmente en zonas terrestres es de un 40%. Es decir, quedaría un 60% para el resto de animales y ecosistemas naturales o salvajes. Los efectos de este uso intenso de los productos, debidos principalmente a las técnicas y usos de la agricultura y ganadería intensiva (ver esquema), suponen flujos de realimentación de efectos negativos sobre otros flujos. Así, la erosión y salinización que se suele producir con las técnicas agrícolas actuales, suponen un cambio en el flujo del agua (se retiene menos) y en su calidad, estos efectos a su vez suponen una pérdida de actividad fotosintética que revierte de nuevo negativamente en el flujo energético.

FLUJO: ENERGIA

Los seres humanos modificamos la velocidad del flujo del agua dulce sobre la superficie de la Tierra de dos maneras principalmente: ralentizamos el flujo mediante grandes presas; éstas hacen que para algunas cuencas de ríos el agua tarde meses en llegar al mar, cuando el flujo natural era de semanas y en el caso de algunos ríos (e.g. Amarillo) gran parte del año no llega ni siquiera el agua a su destino, y por otro lado en ocasiones aceleramos el flujo mediante la deforestación, la erosión y las canalizaciones.

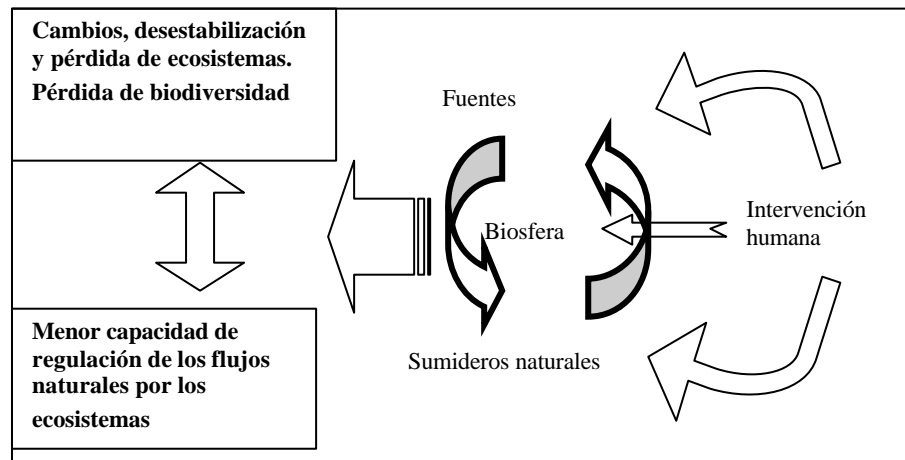
Además de modificar la velocidad intervenimos en este flujo de agua dulce contaminándola. El aumento de velocidad en los ríos incrementa la erosión de la cuenca incidiendo negativamente en el flujo del suelo. La pérdida de velocidad en los pantanos genera un incremento de la evaporación y así, un cambio en la humedad y climatología local; afectando al flujo atmosférico. Por otro lado, la contaminación del agua, por las industrias, el exceso de fertilizantes agrícolas y los vertidos de las ciudades no tratados, provoca pérdidas de biodiversidad, eutrofización etc.



La quema de combustibles fósiles, la emisión de metales tóxicos, la liberación de gases destructores de la capa de ozono y la emisión de compuestos orgánicos, partículas en suspensión etc. son las intervenciones principales del ser humano en el flujo hacia la atmósfera. Además de perjuicios para la salud de humanos, plantas y animales estos flujos de contaminantes se acumulan en la atmósfera con impactos negativos sobre los ecosistemas.

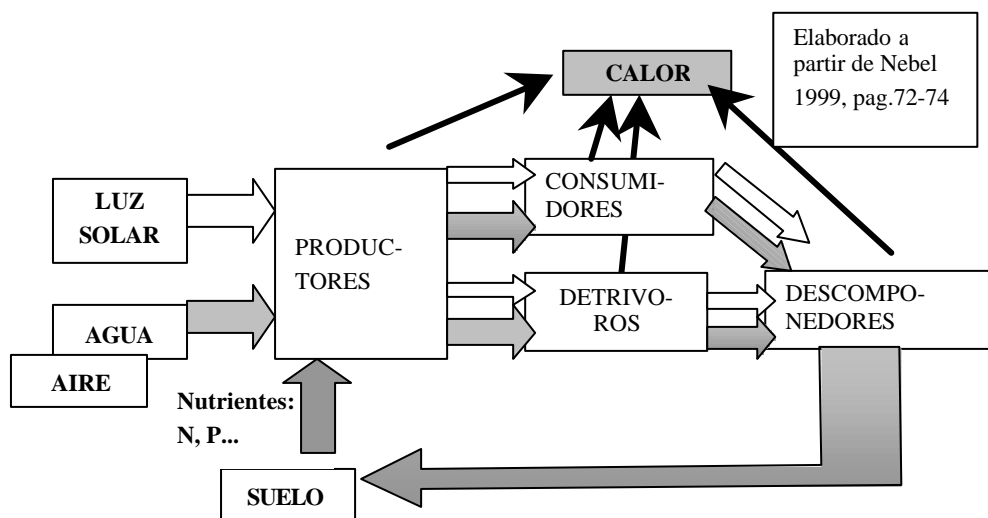
En los flujos del suelo intervenimos modificando sus características, removiendo gran cantidad de materiales (unas 18tn/persona-año a escala mundial) y contaminando los suelos con metales tóxicos, residuos peligrosos, salinización, erosión etc.

En resumen, la intervención humana sobre la biosfera, tanto en las fuentes de recursos naturales como en los sumideros de nuestros residuos, provoca el deterioro de los ecosistemas y su capacidad de regulación de los flujos naturales.



En cambio los flujos de materia naturales son muy eficientes.

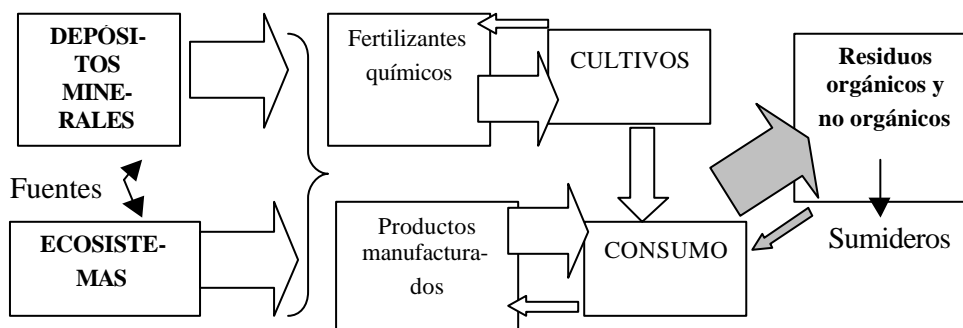
CICLOS DE ENERGÍA Y MATERIA NATURALES



La intervención humana en los ciclos naturales es ineficiente en dos sentidos. Por un lado, es ineficiente porque usa recursos excesivos, cooptando las necesidades de los propios ecosistemas (problema en las fuentes) y genera demasiados desperdicios (problema en los sumideros): e.g. que usemos del orden de la mitad de la productividad primaria neta terrestre es claramente un

signo de ineficiencia cuando nuestra tecnología actual bien aplicada nos permitiría quizás usar menos del 10% de esa productividad. Por otro lado, pero intrínsecamente unido al problema anterior, la intervención humana es ineficiente porque, a diferencia de los ciclos de la naturaleza, nuestros ciclos son abiertos, con tasas de reciclaje y reutilización despreciables frente a las tasas de la naturaleza (ver cuadro 3.1.), en este sentido, nuestra mejor tecnología hoy está lejísimos de la “tecnología” de Gaia.

CICLOS HUMANOS



Los principios en los que se basa la sostenibilidad de los ecosistemas deben ser factores a imitar para conseguir la sostenibilidad del mundo humano en la naturaleza. La razón es simple, la biosfera lleva funcionando con cierto grado de identidad durante miles de millones de años (¡esto es sostenibilidad!) porque ha sido fiel a los siguientes principios (Nebel, 1999):

- 1.- Los ecosistemas se libran de los desechos y reponen los nutrientes reciclando todos los elementos.
- 2.- Los ecosistemas aprovechan la luz solar como fuente de energía (salvo poquísimas excepciones).
- 3.- En los ecosistemas hay un equilibrio entre producción y consumo, nunca se consume excesivamente.
- 4.- En los ecosistemas se mantiene la biodiversidad.

Un 5º y 6º principios, aún no consensuados entre los científicos pero que también pueden ser trasladados a las actividades humanas por su racionalidad y porque la sostenibilidad de la biosfera también se apoya seguramente en ellos, son:

5.- La complejidad aumenta en todas las escalas (según la definición de diccionario esto es desarrollo): a nivel de especies, de la bacteria a los mamíferos, a nivel de la biosfera aumenta su capacidad de interacción y regulación con el entorno físico.

6.- Las interacciones entre los organismos y los ecosistemas no están basadas solamente en la competencia sino también en la cooperación. Y quizás esta última es mucho más importante que la primera (Goldsmith, 1999; Castro, 2001)

Siguiendo estos principios, la humanidad debe pues:

a.- Cerrar sus ciclos aplicando un esfuerzo tecnológico grande para reutilizar y reciclar todos sus materiales.

b.- Cambiar su sistema energético hacia energías solares renovables².

c.- Cambiar su sistema económico hacia un sistema más “económico” en necesidades de consumo, hacia un sistema más frugal, en el que no se necesiten tantos “inputs” de energía y materia (es el concepto de desmaterialización de la economía que veremos).

d.- Hacer un esfuerzo muchísimo mayor para mantener la biodiversidad que nos queda dejando a su vez que la propia naturaleza recupere la biodiversidad perdida con el tiempo. Si la biodiversidad es fuente de estabilidad y de riqueza en la naturaleza, lo mismo es aplicable a la diversidad (cultural) humana.

e.- Los seres humanos estamos simplificando la complejidad al sustituir un bosque por un monocultivo cerealista por ejemplo. Y esta simplificación hace más difícil a la naturaleza cumplir los principios anteriores y a nuestra civilización ser sostenible. Las experiencias en agricultura ecológica intentan revertir esta simplificación.

f.- Si el motor del funcionamiento y estabilidad (sostenibilidad) de la biosfera es la cooperación entre sus partes; muy probablemente la cooperación y no la competencia, debería ser el principio rector de nuestras economías. Principio que se opone frontalmente a la idea de “competencia en un mercado libre” del capitalismo.

² La única otra posible fuente energética sostenible podría ser la fusión nuclear, pero a parte de hipertecnológica, centralizada y probablemente cara, seguramente entraría en conflicto con el primer principio debido a los desechos nucleares.

Cuadro 3.2. Gestión ambiental.

Una crítica a la gestión ambiental tal y como se entiende hoy sería el reconocimiento de que como gestores de un ambiente que nos saca enormes ventajas *tecnológicas* (compárese las tasas de reciclaje de la naturaleza con las humanas), estamos seguramente haciendo el “ridículo” con nuestra soberbia implícita de “mejorar el medio ambiente”. A lo que podemos aspirar por ahora es a librarlo de nosotros mismos para que él mismo se regenere

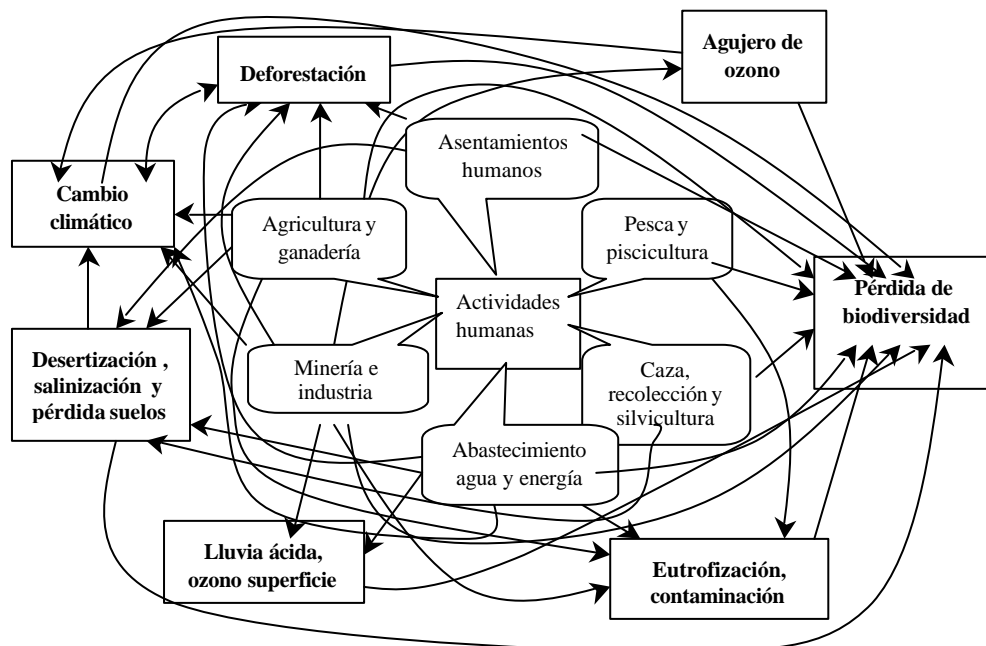
solo, seguro que lo hará mejor y más eficientemente. ¿Qué ingeniero o gestor ambiental podría diseñar un ecosistema que cumpla los anteriores principios? Nuestra tecnología actual aún está muy lejos de poder imitar el funcionamiento de un ecosistema; pensemos en la estación espacial orbital o en experimentos como el biosfera II –ver cuadro 5.4-. Estos ejemplos deberían ser lecciones de humildad.

3.2. Los límites del crecimiento

“Necesitamos a la naturaleza más de lo que la naturaleza nos necesita a nosotros.... Por desgracia, el orgullo del Homo sapiens no tiene límites.” Sadruddin Aga Khan, premio de Derechos Humanos de la ONU en 1978, (en Porrit 1991, pag. 44)

3.2.1.- La insostenibilidad del modelo actual

Un resumen de las actividades humanas causantes de los impactos ambientales lo podemos ver en el complejo esquema siguiente:



Tomado de Castro 2001, pag. 28

En él vemos los impactos ecológicos de las distintas actividades humanas. Actividades que en el epígrafe anterior veíamos como causantes de la distorsión en los flujos de la naturaleza y que ahora vamos a ver como causantes de una aproximación a la capacidad de soporte de la biosfera. La red que vemos es muy compleja y está íntimamente unida a todas nuestras actividades. Como vemos en el esquema, podemos intuir la dificultad de resolver un problema como el cambio climático pues en él están influyendo tanto las actividades agrícolas y ganaderas como la minería e industria química, tanto la forma de abastecernos de energía, como la deforestación y la pérdida de suelos fértiles. Todas las actividades humanas señaladas están conduciendo a la pérdida de biodiversidad.

Este es pues uno de los mejores indicadores de sostenibilidad al ser influido por todas las actividades humanas.

La Tierra tiene sus límites. Los físicos están acostumbrados a formular leyes restrictivas³. Así que, si la naturaleza del mundo que nos rodea nos impone límites y unas reglas de juego, no nos debería extrañar que la naturaleza biológica, los ecosistemas, nos impongan restricciones.

Por supuesto, algunas de esas restricciones vendrán directamente de las leyes físicas, pero otras vendrán de leyes biológicas, ecológicas, etc.

¿Cuáles son las restricciones ecológicas? La mayor y principal es la capacidad de carga que puede soportar la naturaleza, carga que en buena medida viene dada por la forma de hacer la economía.

La crisis de los ecosistemas naturales hemos empezado a ver en estas páginas, es una crisis global. Como global dijimos que es la crisis humana (en sus vertientes política, económica, social, cultural y ética).

La crisis humana es realmente la desencadenante de la crisis de los ecosistemas y puesto que no parece haber límites visibles⁴ a la injusticia, egoísmo e insensatez dentro de la sociedad humana (basta con contar el número de pobres) quizás sea la crisis de los ecosistemas naturales la que marque la pauta de la evolución futura de la sociedad.

Puesto que la Tierra es finita, el crecimiento de cualquier objeto físico (población, coches, fábricas...) no puede crecer para siempre. Sin embargo, estos "objetos" no son los verdaderos límites al crecimiento. Los límites al crecimiento se encuentran en el flujo de recursos naturales (energía y materia) que extraemos de las fuentes, y el flujo de residuos y contaminación que devolvemos a los sumideros de la biosfera (recuérdese por ejemplo la tabla de fuentes y sumideros del CO₂), o más precisamente: la biosfera nos proporciona una cantidad de fuentes y sumideros limitados -en unos casos- y nos permite una tasa máxima de recolección y deposición limitada -en otros casos-.

En este tema vamos a tratar de demostrar que:

El mundo esta caminando insosteniblemente; aproximándose muy rápido a los límites absolutos de la capacidad de carga de la biosfera. Las tendencias actuales llevan a un sobrepasamiento de dicha capacidad de soporte humano. Esto nos llevará a un cambio radical (revolución global) de nuestra civilización. Si nos dejáramos llevar por las tendencias actuales, simplemente se produciría el colapso y

³ No se puede superar la velocidad de la luz, no podemos llegar al cero absoluto de temperatura, no podemos construir máquinas 100% eficientes...

⁴ La posibilidad de que existan límites sociales o humanos la analizaremos más adelante

destrucción de la civilización que tenemos, si actuamos, lo más probable es que cambiemos totalmente los modos y maneras de interactuar con la naturaleza y entre nosotros mismos.

3.2.2.- Factores que influyen en el impacto de nuestro entorno

Quizás la forma más sencilla, que solo pretende ser cualitativa, de caracterizar el impacto ecológico sea a través de (Ehrlich 1990):

$$I = N \cdot c \cdot T$$

Donde I, el impacto, será proporcional al producto del nº de personas N, del consumo per capita de recursos y generación de residuos c, y del tipo de tecnología empleada.

Para disminuir el impacto, o procurar que no sobrepase el máximo, habría que actuar en los tres términos población, consumo y tecnología.

Tanto N como c han tenido una tendencia de crecimiento rápido durante el siglo XX, prácticamente exponencial. Son los factores que nos han acercado precisamente a los límites de soporte de la naturaleza. La población humana seguirá aumentando probablemente hasta pasada la primera mitad del siglo XXI. Es una “variable” que está ralentizando su aumento y se espera su estabilización antes de que finalice el presente siglo. Se proyecta (ver www.fao.org) sobrepasar los 8000 millones de personas para mediados de siglo. Casi todo el crecimiento futuro de la población se dará en los países empobrecidos, siendo factores asociados a la pobreza (acceso a conocimiento y métodos anticonceptivos, factores socioeconómicos etc.) los que hacen aumentar dichas poblaciones.

Mucho más problemático es el aumento del consumo per cápita, en especial en los países ricos y en algunos de los llamados en vías de Desarrollo (en otros países empobrecidos está disminuyendo el consumo per cápita). Este crecimiento en el consumo es hoy consustancial a todos los modelos económicos que se están ensayando en el mundo (la inmensa mayoría modelos capitalistas). Y, como veremos, es quizás la clave de la cuestión de la sostenibilidad.

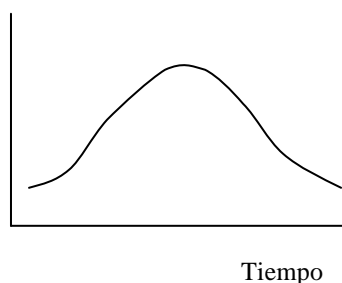
De estos tres factores asociados al impacto ambiental, el factor tecnológico⁵ es el único que ha venido disminuyendo.

⁵ Más concretamente el impacto por bien consumido, algo que no sólo depende de la tecnología aplicada; esto es así para que las dimensiones cuadren: Impacto (I) = Personas (N) · Consumo/personas (c) · Impacto/consumo (T)

Del término T, surge todo el mundo de las “tecnologías apropiadas” y de la “transferencia de tecnología”. De cómo disminuir T hablaremos más adelante (véase el factor 4), pero como dijimos al principio, existen leyes restrictivas, y hay limitaciones a la eficiencia. Por tanto, T tiene un límite, aunque no sepamos dónde se encuentra y si estamos lejos o cerca de él. De los tres factores es el único que en las próximas décadas tiene tendencia a decrecer, y en él se basan todas las visiones de desarrollo sostenible que veremos más adelante.

Muchas veces se maneja el concepto de impacto ecológico por unidad de producto consumido (nuestra T de la ecuación). Una de las herramientas más utilizadas es el concepto de Intensidad Energética que es la relación entre la utilización total de energía (se supone que ésta está ligada directamente al

Intensidad = Energía/PNB



impacto ecológico) y el producto nacional bruto. Lo que significa que cuanto más alta es esa intensidad energética menos productivos (en \$) son los recursos que se están empleando.

Las primeras fases de industrialización de un país son más intensivas en recursos (y por tanto con más impacto) que las fases posteriores.

En muchos países del Sur, la eficiencia disminuye (fase ascendente de la curva de intensidad) y además, buena parte del descenso actual en la intensidad energética en los países ricos se debe a que la industria pesada (intensiva en energía y contaminadora) se ha trasladado a aquellos países.

Y en cualquier caso, si el crecimiento económico y de consumo de los recursos es superior al crecimiento de su productividad, el impacto sobre el medio ambiente seguirá creciendo. De forma absoluta, las curvas de Intensidad en occidente están descendiendo en la actualidad a un ritmo de un 1% anual, pero como el crecimiento de recursos se sitúa entorno al 3%, significa que el impacto sigue aumentando de forma exponencial (Weizsacker).

Otro ejemplo de la productividad de los recursos (también se le denomina así al concepto de impacto ecológico por bien o producto) es la emisión de CO₂ por cada mil dólares que genera la economía de un país. Así, el CO₂ emitido por el uso de energía es de 0.27 toneladas por cada 1000\$ (calculados a partir del PIB mediante los tipos de intercambio a \$ de Estados Unidos⁶) en los países

⁶ A partir de aquí cuando nos refiramos al PIB o al PNB de un país sin especificar nada más lo estaremos haciendo bajo el criterio de los tipos de intercambio a \$ de Estados Unidos, concretamente al método de cálculo llamado *Atlas* y que utiliza el Banco Mundial.

ricos y las economías de transición y de 0.41 toneladas/1000\$ para los países pobres. Si bien esto podría indicar que la tecnología de los primeros países es más eficiente, el tema se complica significativamente cuando usamos las tasas de intercambio del PIB teniendo en cuenta la Paridad del Poder Adquisitivo (PPA⁷), resulta que el CO₂ emitido es de 0.26 tn/1000\$ en los primeros países y de 0.16 tn/1000\$ en los países del Sur. Según esto, la “eficiencia” tecnológica de países como Estados Unidos es menor que la de países como Brasil, Indonesia o Egipto.

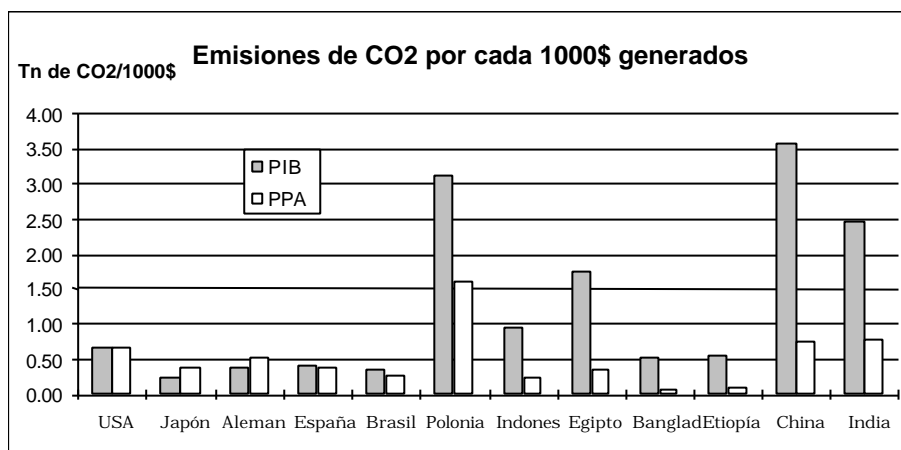


Fig. 3.1. Elaborado a partir de tablas del Banco Mundial (BM 2001) y del World Resources Institute (WRI 2001).

⁷ La PPA (o PPP en inglés: Purchasing Power Parity), es una forma de ponderar cada economía teniendo en cuenta qué puede comprar en su propio país un ciudadano. Para los no economistas: se tiene en cuenta que en España con 2 euros compramos un kilo de pollo y en Suiza 300 gramos escasos. Cuando hablemos del PPA de un país o PIB o PNB real, nos estaremos refiriendo al PIB o PNB de ese país usando el método de cálculo del PPA.

3.2.3.- Indicadores de insostenibilidad

Vamos a ver distintos indicadores de insostenibilidad. Es importante destacar que estos indicadores son independientes unos de otros en cuanto a metodología y tipo de recurso o impacto que estudian.

El informe Meadows: Más allá de los límites del crecimiento

En 1992 se publica un estudio para el “Club de Roma”. Este trabajo es continuación de uno de 1972 (“Los límites del crecimiento”) en el que se argumentaba cualitativamente la aproximación a los límites de la biosfera. En el estudio de 1992, aquella intuición trata de cuantificarse a través de un modelo de ordenador. Este modelo, basado en la teoría de sistemas, simula el sistema Tierra como un proceso dinámico entre fuentes de recursos, sumideros de desperdicios y la actividad humana. Aunque las hipótesis de las que parte son lógicamente discutibles, las conclusiones de la pasada estándar, en la que la sociedad se supone se mantiene en su camino histórico sin cambios políticos fundamentales, son muy pesimistas: el sistema humano alcanzaría su límite de sobrepasamiento alrededor del año 2030, a partir de este año vendría el colapso (disminución de la población mundial de forma brusca y de todos los niveles materiales de vida).

No es hasta simular un cambio de política, en la que la eficiencia tecnológica juega un papel importante, cuando las conclusiones del modelo permiten la supervivencia de nuestra civilización. Concretamente se supone que la población y la producción industrial son estabilizadas y se desarrollan tecnologías para conservar los recursos naturales, proteger la tierra agrícola, los rendimientos del suelo y la reducción de la contaminación, todo ello a partir de 1995 (por supuesto llevamos años de retraso pues esto no se está haciendo aún). (pag. 238-239). Weizsäcker (1996) reelaboran este mismo modelo suponiendo que aumente la eficiencia de la productividad de los recursos en un 5% anual concluyendo que la producción industrial y el nivel de bienestar se podría estabilizar sin llegar al colapso por lo menos hasta el 2100. Una solución que para estos autores es perfectamente alcanzable.

La avalancha de los materiales

El ser humano mueve tal cantidad de materiales sobre la Tierra que se ha convertido en una fuerza geológica para muchos materiales (movemos el mismo

orden de magnitud que el resto de los seres vivos de metano y compuestos de nitrógeno), incluso es la fuerza geológica más importante para algunos flujos especiales como son ciertos metales tóxicos. Así, las emisiones humanas a la atmósfera superan con creces las emisiones naturales (biológicas y geológicas).

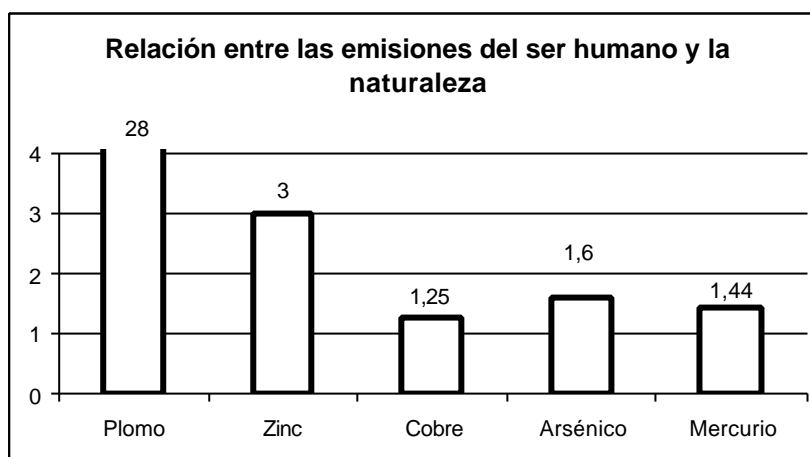


Fig. 3.2. Elaboración y datos a partir de J. Nriagu 1990

Estos metales se acumulan en los sumideros⁸ (aire, agua y suelos), durante miles de años antes de poder salir de la antroposfera (zona de influencia humana). Los efectos son obviamente negativos sobre los ecosistemas, que se las están viendo, por primera vez quizás en toda la historia de la vida, con niveles de concentración jamás conocidos para algunos metales. Así, los niveles de concentración en la atmósfera en ambientes rurales (lejos de las ciudades donde las concentraciones aún son mucho peores) superan con mucho las concentraciones que hubo antes de la revolución industrial. A escala de una generación humana, estas concentraciones son pues prácticamente irreversibles, sometiendo a las especies vivas a un factor ecológico de presión evolutiva sin precedentes⁹:

⁸ La naturaleza se muestra incapaz de absorber flujos que superan en varias veces sus emisiones. Nuestras emisiones de dióxido de carbono superan la capacidad de absorción cuando apenas son un 5% de las emisiones de la naturaleza. Nuestras emisiones de cobre son un 125% las emisiones de la naturaleza...

⁹ Algunos expertos piensan que el retroceso simultáneo de las últimas décadas de los anfibios en todo el mundo se debe en parte a la contaminación de la atmósfera. Los anfibios, al respirar por la piel, son muy sensibles a este tipo de contaminación.

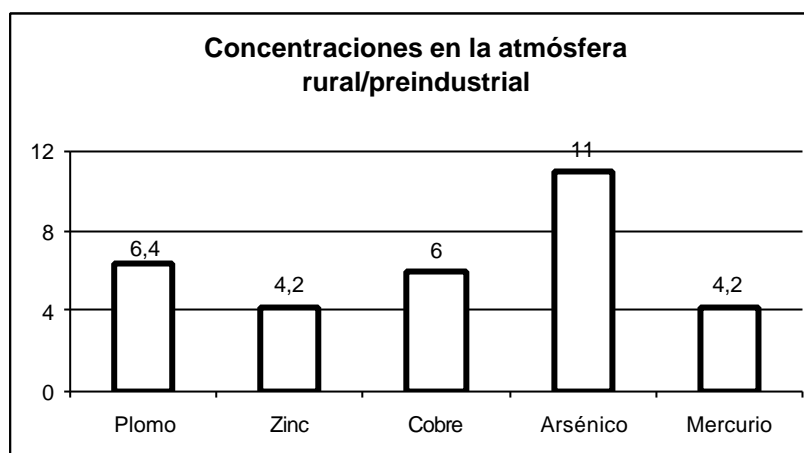


Fig. 3.3. Elaboración y datos a partir de J. Nriagu 1990

Las actividades mineras cuando extraen un metal remueven una cantidad enorme de materiales que no son considerados útiles. Así para obtener un kilogramo de cobre se mueven en la mina unos 250 kilogramos de materiales, para obtener un kilogramo de oro se mueven 350000 kilogramos de materiales. De hecho, como las concentraciones de metales son cada vez menores en las minas (lo que se llama la mena del mineral), según pasan las décadas de extracción, se remueven cada vez más materiales para obtener la misma cantidad de producto útil¹⁰.

El concepto de “mochila ecológica” o de “cantidad de materiales requeridos” (Schmitt-Bleek 1994) trata de cuantificar la cantidad de material total que se suma durante todo el ciclo de vida de los productos. Así fabricar un coche de menos de una tonelada, genera más de 15 toneladas de residuos sólidos (además de una gran cantidad de agua contaminada y emisiones a la atmósfera).

Los movimientos anuales debidos a la extracción de recursos minerales a nivel mundial son de unas 17 toneladas por persona y año (Naredo 1999). Cada persona de este mundo requiere remover de la Tierra trescientas veces su peso anualmente para mantener su nivel de vida. Por supuesto una vez más los ricos “necesitan” mucho más: el requerimiento total de materiales de un ciudadano de la Unión Europea es de unas 50 toneladas (Bringezu 2001 (tech.pdf)) y el de un norteamericano supera las 80 toneladas (Adriaanse 1997). Ni siquiera la eficiencia tecnológica de estos países está consiguiendo disminuir estas

¹⁰ Este es un factor que juega en contra de la tecnología, a pesar de que la tecnología mejora y sacamos cada vez mayores rendimientos en las minas, el impacto ecológico no se reduce pues los residuos generados aumentan muy rápido conforme la mena disminuye.

necesidades de materiales¹¹, todo lo más el crecimiento que se está dando es pequeño comparado con el crecimiento económico; lo que no es un camino sostenible.

La huella ecológica

En el epígrafe 3.2.2 veíamos que el consumo era uno de los factores que influían en el impacto sobre el entorno. Nuestro modo y cantidad de bienes consumidos supone una carga para el medio y podemos intuir que esta carga va a depender del grado de consumo. Según el PNUD (1998) como vimos en la introducción, una persona del mundo industrializado a lo largo de su vida produce una contaminación de 30 a 50 veces mayor que una persona del mundo en desarrollo (e.g. la quinta parte más rica emite el 53% del CO₂, la más pobre el 3%).

El impacto de un alemán, un japonés o un norteamericano es mucho mayor que el de un indio o un chino.

CUADRO 3.3. ¿Más rico más impacto medioambiental?

Lancemos la idea de que al menos el consumo es proporcional al impacto. ¿Dónde está la eficiencia tecnológica que se supone juega a favor de los españoles? Las emisiones de CO₂ son 30 veces mayores por persona, 10 veces más emite España que Bangladesh. Por el contrario, un Bangladeshí emite un 60% más de CH₄, Bangladesh 4 veces más que España. ¿Se compensan unos contaminantes con otros? No. Para algunos contaminantes no es ni siquiera

posible la comparación; por ejemplo, las emisiones de CFC's (destructoras de la capa de ozono) en los 80 y principios de los 90 eran 11 veces mayores en España que en Indonesia (60 veces per cápita), España sola emitía tanto como la India y China juntas, 40 millones de personas como 2000 millones... Los efectos del agujero de ozono no son ni mucho menos proporcionales a la renta.

Un accidente como el de Chernóbil no puede ocurrir en un país sin centrales nucleares. Muchos compuestos peligrosos sólo se fabrican y generan en países ricos

¹¹ De hecho, los requerimientos de materiales que extraemos dentro de la propia UE han disminuido (lo que significa un menor impacto sobre nuestro entorno directo), mientras que los requerimientos de materiales que provienen de terceros países especialmente del Sur han aumentado más que lo que han disminuido los otros (lo que significa que el menor impacto sobre nuestro entorno lo estamos haciendo a costa del medio ambiente de los países pobres).

(aunque algunos terminen como residuos en países pobres).

¿Son proporcionales a la renta los residuos clínicos y farmacéuticos, los residuos de materiales fotográficos, de disolventes orgánicos, de PCB's, etc.? De algunos de ellos no existen ni siquiera estadísticas en España.

Los residuos, por ejemplo, de PCB's de Estados Unidos son más de 2000 veces superiores a los de España quien a su vez supera en 550 veces a los generados en Nueva Zelanda, sin embargo, la economía americana es sólo 12,5 veces la española y la española 10,5 veces la neozelandesa. (WRI 1998). Hay tal desconocimiento de los contaminantes que generamos que es difícil analizar todo esto.

Establezcamos comparaciones entre niveles de consumo y contaminación de un país rico como España con países empobrecidos como Bangladesh e Indonesia.

Los más de 125 millones de bangladeshíes y los más de 200 millones de indonesios juntos suponen una población ocho veces y media mayor que la de España, pero impactan quizás menos que los 40 millones de españoles.

Los bangladeshíes viven 12 veces más "apretados" que los españoles. La carga que los 128 millones de bangladeshíes suponen sobre el territorio que ocupan es seguramente insostenible.

Nos extrañaríamos que Bangladesh, el país más densamente poblado del mundo, tuviera un día el doble de población que ahora (de hecho la población se estabilizará seguramente antes) y a la vez que pudiera sostenerse con sus propios recursos naturales.

Más nos debería extrañar que a los españoles nos pueda sostener España. Si cada español tiene una renta casi 12 veces superior a la de un bangladeshí y si el impacto es proporcional a la renta, entonces la misma dificultad tiene el territorio de Bangladesh como el territorio de España en soportar a sus ciudadanos. La renta real global de los españoles casi iguala a la renta global de los indonesios y bangladeshíes juntos. La diferente renta per cápita supone pues una diferencia en el nivel de consumo que se traduce en:

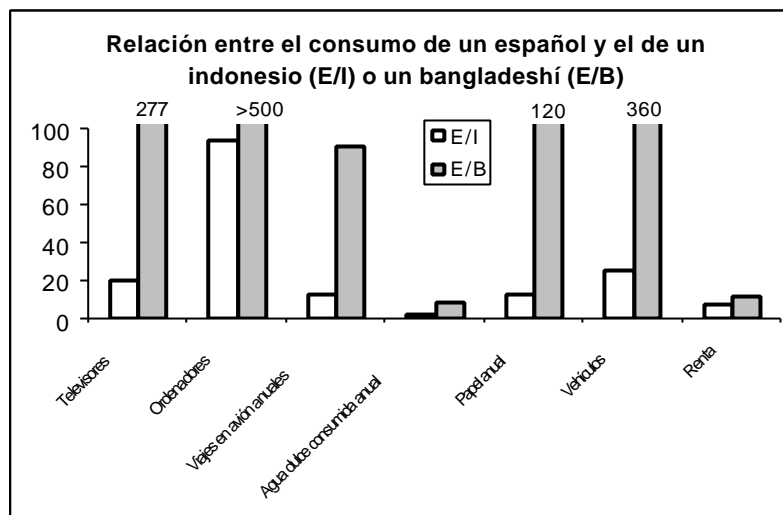


Fig. 3.4. Elaborado a partir de: BM 2000, PNUD 1998 y WRI 1998

Vemos que si el consumo de bienes materiales es mucho mayor por parte de un español, la contaminación asociada a ese consumo también lo será:

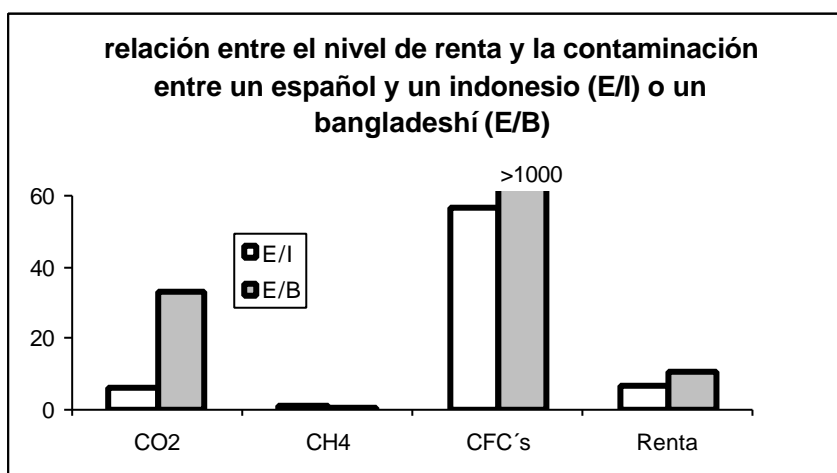


Fig. 3.5. Elaborado a partir de: BM 2000, PNUD 1998 y WRI 1998

El territorio español no soporta de hecho a los españoles, el territorio sobre el que impactan los españoles ocupa una superficie bastante mayor que la de España, sale de sus fronteras en forma de lluvia ácida, contribución al efecto

invernadero o al agujero de ozono o en forma de consumo de recursos de terceros países en especial del Sur: maderas tropicales, oro, café...

Todo recurso que un ciudadano consume debe ser producido en un territorio que ocupa una determinada extensión de acuerdo con el nivel tecnológico y la capacidad de dicho territorio de generarlo. Todo contaminante que se genera por ese consumo termina en el aire, agua o suelo ocupando un terreno. Desde este esquema, la capacidad de un territorio para proveer los recursos naturales que consumimos y de absorber los contaminantes que producimos, es la capacidad que dicho territorio tiene para sostenernos. Si no degradamos este territorio, esto nos puede permitir calcular el área de terreno que necesitamos para sostenernos de forma indefinida.

Un intento de cuantificar la sostenibilidad de los estilos de vida recurriendo al consumo admisible de recursos per capita, es el concepto de Huella o pisada ecológica que desarrollaron Willian Rees y su equipo de la Universidad de British Columbia en Vancouver.

Rees y Wackernagel definen la capacidad de carga humana como las tasas máximas de utilización de recursos y generación de residuos (la carga máxima) que puede sostenerse indefinidamente sin deteriorar progresivamente la productividad e integridad funcional de cualquier ecosistema. El tamaño de la población para ellos sería función de la tecnología y de la media del nivel de vida per capita.

La pregunta que se hacen es qué superficie de suelo productivo es necesaria para mantener una población determinada con un nivel de vida determinado de forma indefinida.

Los flujos y servicios ambientales son producidos por los ecosistemas. Es posible estimar el área de suelo/agua requerido por dicha población, así, se define la huella ecológica como el área de territorio productivo o ecosistema acuático necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico.

Frente a la huella ecológica está el concepto de Justa Proporción de Tierra, que se define como el territorio ecológicamente productivo “disponible” per capita en la Tierra y de Déficit Ecológico de una población, que es la diferencia entre la huella ecológica y el área geográfica que ocupa.

El cálculo que resulta es conservativo puesto que para medir la capacidad de absorción de los ecosistemas de la contaminación se tiene solamente en cuenta las emisiones de CO₂.

Así, los cálculos de Rees y Wackernagel dan un déficit ecológico muy elevado en los países industrializados. Los norteamericanos necesitarían al menos 2,2 veces su territorio para que éste les sostuviera indefinidamente, los japoneses necesitarían 6,5 “japoneses”, 2,2 los españoles, 2,5 los alemanes y 2,5

los holandeses; el propio gobierno holandés sugiere que, sólo para suelo agrícola, Holanda se apropia directamente de 3-4 veces su territorio -¡4 Holandas cultivadas para alimentar a los holandeses!- casi todo en territorio del Tercer Mundo.

Las extrapolaciones son fáciles, si todos viviéramos al estilo norteamericano, en la actualidad necesitaríamos 5 planetas Tierra más, además del que ya disponemos¹² para sostenernos indefinidamente, por suerte la mayoría del mundo está lleno de países no industrializados (aunque pueda sonar cruel hablar de suerte el que la mayor parte del mundo esté “subdesarrollado”). De hecho, según los últimos cálculos de la Huella Ecológica mundial, hemos superado en un 30% la biocapacidad sostenible de la Tierra (WWF 2001).

Se confirma así la intuición de que el camino de desarrollo global sigue un patrón insostenible. Pero, ¿cómo hemos podido superar la capacidad de sostenimiento de la Tierra sin entrar en un colapso inmediato? La respuesta es que la capacidad de sostén de los ecosistemas que hemos superado es la del flujo que estos nos pueden proveer, si temporalmente aún nos sostenemos es por la sencilla razón de que estamos usando las existencias de la naturaleza. Al superar lo que los ecosistemas pueden proporcionarnos anualmente utilizamos, para mantener nuestro consumo, esas existencias que al no reponerse suponen una degradación¹³ (erosión de tierras, deforestación, etc.).

La huella ecológica directa (los usos directos de materiales que necesitamos para mover nuestras economías sin tener en cuenta las emisiones de CO₂ que son la medida de sostenibilidad que mide el concepto de huella ecológica) de la humanidad es de un 66% de su capacidad. Esta sí es físicamente imposible que supere el 100%.

¹² La huella ecológica siendo como es un cálculo subestimado, plantea fuertes interrogantes éticos: ¿Tenemos derecho a vivir como lo hacemos? ¿Estamos robando literalmente el terreno a los países pobres y sus posibilidades de desarrollo? ¿Tenemos la obligación moral de disminuir nuestras tasas de consumo?

¹³ Una imagen útil es la de un caldero de agua en la que un grifo abierto tiende a llenarlo y un agujero a vaciarlo. Dependiendo del flujo del grifo y del tamaño del agujero, el sistema se equilibra en un nivel dado de agua (las existencias de agua). El flujo del grifo nos lo proporciona la naturaleza, los seres humanos usamos este flujo, pero al superar la cantidad que nos puede proporcionar, estamos bajando el nivel de agua del caldero (como si agrandáramos el agujero y cerráramos el grifo).

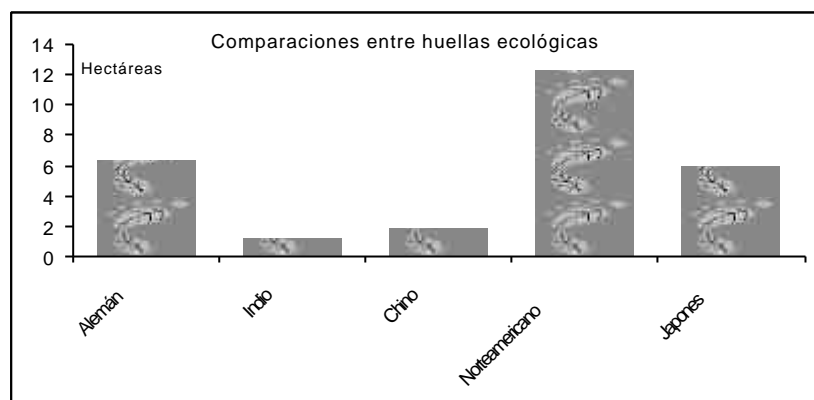


Fig. 3.6. Fuente: WWF 2001

Al observar el gráfico anterior podemos intuir que la Huella Ecológica está relacionada con los niveles de consumo o renta de los países. Veámoslo:

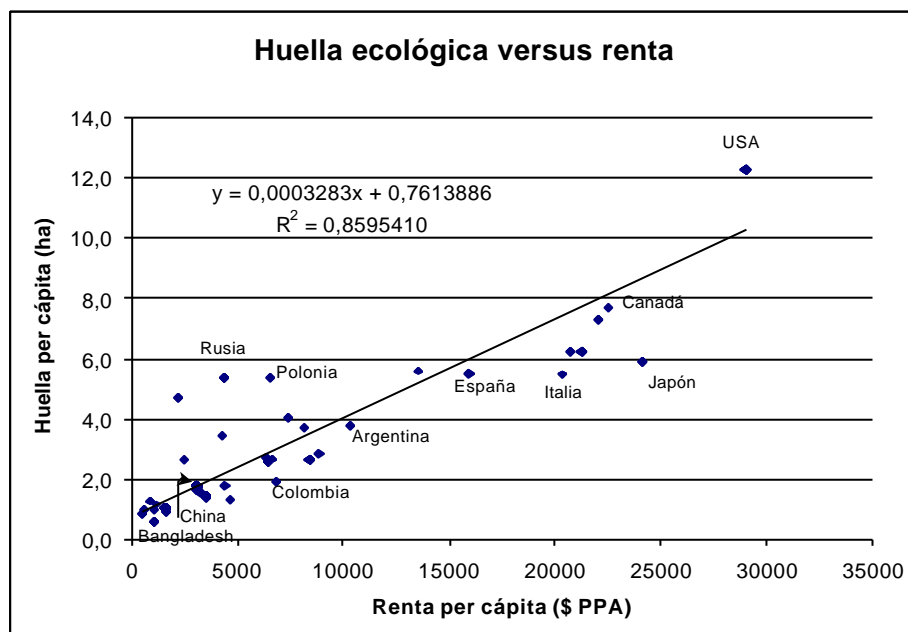


Fig. 3.7. Elaborado a partir de Wackernagel (2000). Están representados sólo los países de más de 20 millones de habitantes (un 80% de la población mundial), de tal forma que para hallar la recta de correlación se han pesado teniendo en cuenta el tamaño de la población. Así evitamos que un país como Luxemburgo tenga tanta importancia como China a la hora de hallar la correlación. Observamos que el coeficiente de correlación es muy bueno, indicándonos una clara proporcionalidad entre nivel de consumo y huella ecológica.

El índice del planeta vivo

La primera consecuencia de haber superado los límites de sostenibilidad de los ecosistemas es el deterioro rápido de esos mismos ecosistemas que nos soportan. La escala es ahora global (desde que el ser humano es tal ha deteriorado ecosistemas a escala local).

Un intento de medir el deterioro global lo ha llevado a cabo el WWF (2001) en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP-WCMC) a través del llamado índice del planeta vivo (IPV). Este índice “es la media de tres indicadores que siguen los cambios en el tiempo de las poblaciones de animales de los bosques, de los ecosistemas de agua dulce y de los medios marinos respectivamente”, se supone un índice 100 para 1970 de tal forma que la integridad de estos ecosistemas se mide con un índice relativo a esta fecha.

Para 1999 el índice marcaba 67, es decir, que en unos treinta años hemos perdido un tercio aproximadamente de las poblaciones de los animales en los principales ecosistemas. De alguna manera podemos identificar esta disminución en el índice como el decrecimiento de la capacidad de regulación y servicios de los ecosistemas. Esto no es muy estricto, pero como aún estamos lejos de poder medir esta capacidad de servicios de los ecosistemas, utilizaremos estos primeros intentos como válidos en primera aproximación. Así podemos pensar que en estos últimos treinta años (una generación humana) hemos podido perder un tercio de la capacidad de soporte de los ecosistemas (como si hubiéramos cerrado el grifo en la analogía que veíamos antes en más de un 30%).

Esta idea es muy importante. Por un lado usamos insosteniblemente los flujos de la naturaleza (por exceso de carga) y por otro deterioramos los ecosistemas de tal forma que ese flujo es cada vez menor. Ambas ideas suponen una aproximación muy rápida a los límites físicos (los ecológicos están ya superados) de soporte, a la intuición que veíamos en el modelo de ordenador.

Bien, podemos seguir pensando que son sólo estudios parciales que parten de hipótesis discutibles antes de convencernos de esa aproximación a los límites (lo que es poco precavido pues más vale equivocarse en pensar que nos podemos estar acercando a una catástrofe y actuar en consecuencia que no actuar, salvo que no queramos dar crédito a todo lo anterior).

3.2.4. Otros estudios

Veamos entonces las conclusiones de otros estudios:

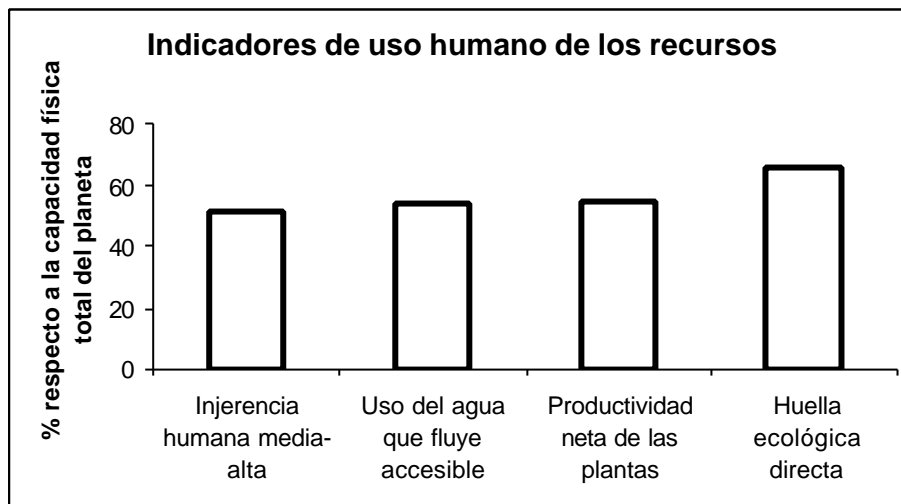


Fig. 3.8. Elaborado a partir de Hannah (1993), Postel (1996), Vitousek (1986) y Wackernagel (2000). La Injerencia humana media-alta es un cálculo en el que se considera la injerencia media o alta cuando los suelos terrestres no están cubiertos de vegetación natural y/o no tienen una densidad baja de población humana. El uso del agua accesible mide la cantidad de agua dulce que circula por ríos o está almacenada en lagos o pantanos que nos es accesible (no se tiene en cuenta agua que por estar muy lejos de asentamientos humanos no se puede conseguir de forma asequible). La productividad neta de las plantas es un estudio (extrapolado a la actualidad bajo la hipótesis de que este uso aumenta con el nivel de consumo global) que mide el uso directo o indirecto que los ecosistemas humanos tienen del total de energía química que a través de la fotosíntesis fijan el conjunto de todas las plantas terrestres (la llamada productividad neta). La huella ecológica directa ya la hemos estudiado; mide con una metodología distinta algo muy parecido en último término a la productividad neta de las plantas salvo que las unidades de medida son diferentes.

Estos cuatro estudios vienen a indicarnos lo mismo, el uso de recursos esenciales para el sostenimiento de los ecosistemas humanos supera en la actualidad el 50% del flujo de los ecosistemas naturales. El límite físico es obviamente el 100% (toda la naturaleza a nuestro servicio), el límite ecológico es inferior (si usamos toda la naturaleza la naturaleza deja de proveernos servicios esenciales y por tanto no podemos usar toda la naturaleza) y como ya hemos argumentado ya está superado.

La pregunta que viene ahora es directa.

3.2.5. ¿Hacia el sobrepasamiento y colapso?

Estos ejemplos son indicadores independientes de una tendencia hacia los límites físicos de soporte de la naturaleza.

La consecuencia intuitiva ya a lo largo de todas estas páginas la podemos ver a modo de resumen en la siguiente gráfica:

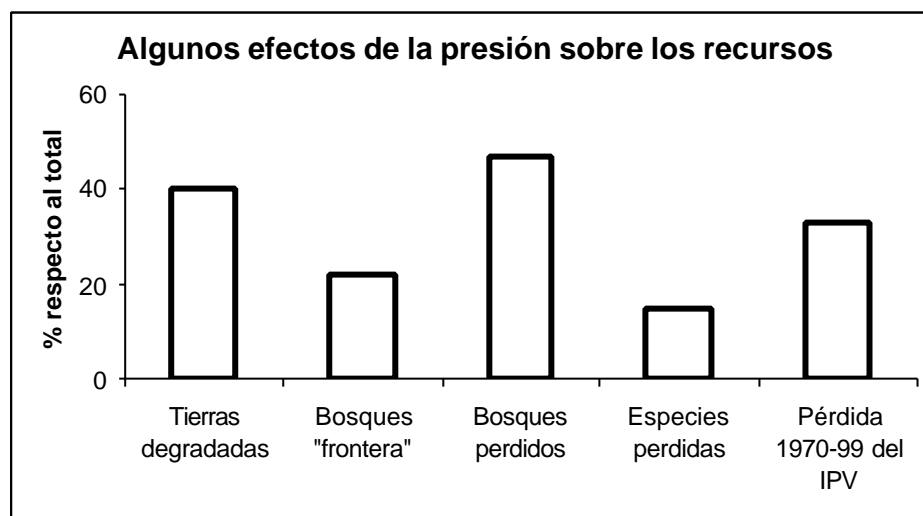


Fig. 3.9. Elaborado a partir de: IFPRI (2000) (tierras degradadas), WRI (2000) (bosques), WWF (2000) (IPV). Las tierras degradadas está tomado de www.cgiar.org/ifpri Los bosques frontera son los bosques naturales intactos y no perturbados por los seres humanos que quedan. Los bosques perdidos es el % de los bosques que han desaparecido respecto a los que pudo haber hace 8000 años. Las especies perdidas es un cálculo propio conservador ya discutido en el tema de biodiversidad. Y la pérdida en el índice IPV la hemos visto en el epígrafe anterior

Estas dos últimas gráficas nos llevan a hacernos las siguientes preguntas ¿cuándo siguiendo los pasos actuales llegaríamos al 100% del usos de recursos? ¿Cuándo vendría el colapso de la civilización? La respuesta que daba el modelo del ordenador era en torno al año 2030. Esto es ahora incluso intuitivo. Si como hemos ido razonando, el impacto y uso de recursos aumentan con el nivel de consumo global, y estos niveles se vienen a duplicar cada 30-40 años (ha sido así durante el siglo XX). La siguiente duplicación podría darse en ese tiempo, pero la siguiente duplicación nos llevaría a superar el 100%. La respuesta vuelve a ser, antes del año 2030.

Si usamos los indicadores anteriores para construir nuestro propio modelo de ordenador (muchísimo más sencillo que el que utilizan los Meadows) la conclusión vuelve a ser la misma (ver apéndice 4).

Sin embargo, hay algunos problemas fundamentales en todos estos cálculos:

Los ejemplos que hemos visto son conservadores. Una virtud de la ciencia como tal, es que cuando un científico pretende demostrar algo, se sitúa en una posición conservadora, es decir, tiene que mostrar al resto de la comunidad científica que sus cálculos no sólo están basados en suposiciones y datos razonables, sino que en el “peor de los casos” los resultados apuntan y corroboran su tesis inicial. Es decir, la metodología usada es: “al menos” el 38% de la productividad neta de las plantas terrestres era usada o compartida por el ser humano en 1986, “al menos” el 54% de los recursos accesibles (calculados éstos a su vez generosamente) de agua de los ríos son usados por el ser humano, etc.

Cuando extrapolan también lo hacen de forma conservadora. La razón es intrínseca a la forma de funcionar la comunidad científica y lo que se valora como científico por esta comunidad.

Si bien esta metodología puede ser buena para la ciencia ¿no sigue el principio de precaución! ¿Qué pasaría si en realidad algunos de esos cálculos pecaran por defecto? Cuando afirmo que, siguiendo las tendencias actuales de crecimiento, para el año 2030 se producirá el sobrepasamiento de muchos sistemas naturales, estoy siendo precavido científicamente, pero no estoy usando el principio de precaución desde el punto de vista humano. Podía ser más “razonable” en los cálculos y afirmar que el sobrepasamiento se producirá una década antes. O incluso, afirmar que el sobrepasamiento ya lo hemos comenzado (juzgue el lector los ejemplos anteriores) y que en breve se podría producir el colapso.

Si la ciencia nos es útil para hacer una prospectiva y poder así corregir tendencias indeseadas (como lo es para el caso del agujero de la capa de ozono, ver apéndice) ¿por qué utilizar una metodología que, por conservadora, puede ser intrínsecamente peligrosa?

Otro defecto de los anteriores cálculos es que siendo independientes unos de otros, no tienen en cuenta las interacciones posibles entre los distintos flujos o indicadores que miden. Las causas-efectos ya hemos visto que no son directas entre agente y objeto. El problema del agua está unido a los problemas de la avalancha de materiales y al acceso y productividad de las tierras. Los flujos

(recordar los esquemas de flujos) están conectados entre sí, de tal forma que el deterioro de uno de ellos incide negativamente en los demás, multiplicando su tendencia al sobrepasamiento.

Por otro lado, cuando he extrapolado directamente hacia el futuro estoy usando en parte el principio de precaución, supongo que las formas de uso de los recursos no van a ser modificadas, por ejemplo por un incremento en la eficiencia de la productividad de los recursos, ya sea por cerrar nuestros ciclos y/o integrarlos adecuadamente en los flujos naturales, ya sea por otros cambios sociales y políticos. Es decir, nadie pretende aquí predecir el futuro, pero sí discutir hipótesis acerca de “que podría pasar si...”; aunque el “si” no se vaya a dar, las lecciones que podemos extraer pueden ser muy útiles.

CUADRO 3.4: Otro ejercicio de extrapolación

Como ya he comentado, la extrapolación directa (algo poco científico pero útil para darnos cuenta de la necesidad y prontitud del cambio) nos llevaría a que si la economía global sigue creciendo con las formas y hábitos presentes y al ritmo que lo ha venido haciendo últimamente, llegaríamos al 100% del uso de los recursos naturales antes de 30 años, eso suponiendo que el porcentaje de la riqueza natural que tenemos ahora se mantuviera.

Pero si creemos en el informe ya citado del WWF y suponemos que la pérdida en riqueza natural sigue aumentando al ritmo que lo hace ahora, el resultado increíble (o muy difícil de creer, reconozco) pero sencillo de obtener, es que el límite del crecimiento se daría en menos de 15 años (ver figura).

Es utópico pensar que el sistema biosfera puede aguantar este ritmo al que la sometemos por más de una generación; luego es ésta, nuestra generación, la que debe resolver el problema.

Reducir el impacto puede venir por una Revolución tecnológica. Pero es difícil creer que ella sola esta vez pueda con el problema simple de la siguiente duplicación en el impacto. Muchos pensadores creen que se necesita aplicar simultáneamente una Revolución social sin precedentes en la Historia (Meadows et al.).

Partiremos de la idea de que en el año 1995 usábamos el 50% de los flujos disponibles (agua, fotosíntesis, etc.) y una parte del stock (pues la riqueza natural está disminuyendo).

El stock disponible está bajando (no hacemos las cosas sosteniblemente) de tal forma que el flujo disponible también lo hace: al perder la riqueza natural de forma global, la naturaleza dispone de un flujo menor de recursos; Por ejemplo, al sobreexplotar una pesquería esta pierde stock y el flujo de peces anual que se puede extraer empieza a disminuir también.

Según el WWF hemos dicho que en el periodo 1970-99 se ha perdido un 33% de la riqueza natural.

El uso de flujos crece con el consumo global y disminuye si la eficiencia en el uso de los recursos aumenta.

El Límite de crecimiento máximo se da cuando la curva de uso de los recursos llegue al valor de los recursos disponibles en disminución.

Con todas estas ideas si suponemos que las pérdidas de riqueza siguen la misma tendencia que en los últimos 25 años al igual que el consumo global, y la eficiencia no aumenta espectacularmente, podemos hacer una representación gráfica proyectando linealmente estos comportamientos:

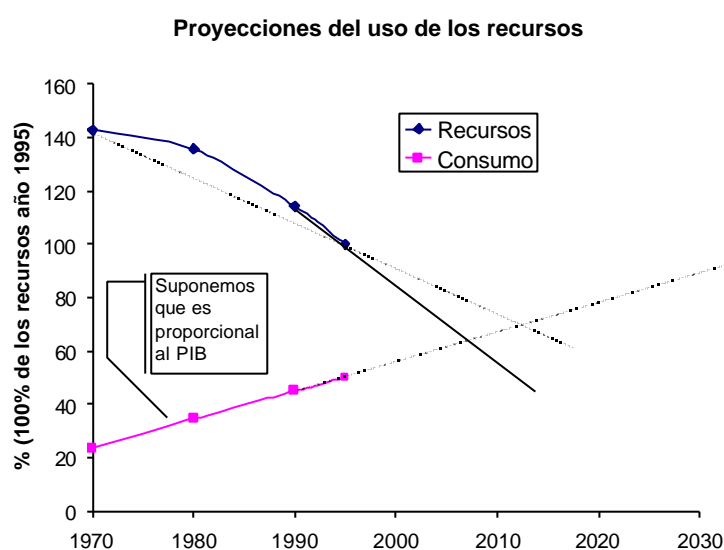


Fig. 3.10.

Siguiendo las visiones de hipotéticos futuros, en el informe “Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. Geo-3” (PNUMA-2003) se presentan cuatro modelos o perspectivas futuras para las próximas tres décadas de acuerdo a cuatro hipótesis:

- La hipótesis de “la Seguridad primero” en la que domina en el desarrollo mundial una visión universal que sitúa en primer plano los principios de mercado y las preocupaciones sobre la seguridad, en especial a raíz de los ataques terroristas en Estados Unidos y la respuesta armada en Afganistán (e Iraq más recientemente).
- La hipótesis de “los Mercados primero” en la que la mayor parte del mundo adopta los valores y las expectativas que prevalecen en los países industrializados de hoy. La riqueza de las naciones y la intervención

favorable de las fuerzas del mercado dominan las agendas social y política y se deposita la confianza en un mayor grado de globalización y liberalización.

- La hipótesis de “la Política primero” en la que los gobiernos adoptan iniciativas contundentes en un intento por alcanzar metas sociales y ambientales específicas. Los tratados internacionales de normas no vinculantes y los instrumentos vinculantes que afectan al medio ambiente y al desarrollo se integran en planes rectores unificados y su categoría jurídica se eleva a un nivel superior.
- La hipótesis de “la Sostenibilidad primero” en la que un nuevo paradigma del medio ambiente y el desarrollo surge en respuesta al desafío de la sostenibilidad respaldado por valores e instituciones nuevos y más equitativos. Prevalece una situación en la que hay una mayor visión de futuro, donde los cambios radicales en la forma en que las personas interactúan entre sí y con el mundo que las rodea estimulan y respaldan las medidas basadas en políticas sostenibles y la conducta empresarial responsable.

Haciendo un esfuerzo de síntesis y resumen, el futuro para principios de la década del 2030 lo podemos ver en el siguiente esquema:

Priorizamos:	Medio ambiente	Desarrollo humano	Desarrollo económico	Demografía
Seguridad				
Mercados				
Política internacional				
Sostenibilidad				

Empeorará bastante
 Empeorará
 Dobles tendencias
 Mejorará
 Mejorará bastante

Bibliografía:

- Adriannsee et al. 1997. "Resource Flows: the material basis of industrial economies". World Resources Institute, Wuppertal Institute.
- BM 2001. Informe sobre el Desarrollo mundial 2000/2001. Banco Mundial. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid
- Bringezu et al. 2001. "Total material requirement of the European Union" European Environment Agency. Copenhagen: www.eea.eu.int
- Castro 2001. "La Revolución Solidaria. Más allá del desarrollo sostenible. IEPALA. Madrid
- Ehrlich and Ehrlich 1990. "La explosión demográfica". Salvat. Barcelona, 1993
- Gadner (1998): "Signos Vitales 1998/99, informe del Worldwatch Institute" Bakeaz-Gaia. Madrid
- Goldsmith 1999. "El Tao de la Ecología". Icaria.
- Hannah 1993. En WRI 1996 "Informe del WRI 1996. Población y medio ambiente" pag. 171.
- IFPRI 2000: www.cgiar.org/ifpri
- Meadows et al 1992. "Más allá de los límites del crecimiento" El país-Aguilar. Madrid.
- Naredo y Valero 1999. "Desarrollo económico y deterioro ecológico" Fundación Argentaria-Visor. Madrid.
- Nebel (1999): "Ciencias ambientales. Ecología y desarrollo sostenible" Prentice Hall. México.
- Nriagu 1990. "Global metal pollution" Environment 32(7): 7-33
- PNUD 1998. "Informe sobre Desarrollo Humano 1998". Mundi Prensa.
- Porrit 1991. "Salvemos la Tierra". Aguilar. Madrid
- Postel 1996. "Human appropriation of renewable fresh water" Science, 271, 785-788
- Schmitt-Blek 1994. Tomado de Wiezsäcker 1996.
- Vitousek et al. (1986): "Human appropriation of the products of photosynthesis" Bioscience, 26(6):368-373
- Volk (1998): "Gaia toma cuerpo: fundamentos para una fisiología de la Tierra". Cátedra. Madrid
- Wackernagel and Rees 1996. "Our ecological footprint" The new society publishers. Canadá.
- Wackernagel et al. 2000. "Ecological footprints and ecological capacities of 152 nations: the 1996 update". Redefining progress (www.rprogress.org), Centro de estudios para la sustentabilidad (www.edg.net.mx/~mathisw) y WWF (www.panda.org).
- Weizsäcker et al. 1996. "Factor 4". Círculo de Lectores.
- WRI 1998. "Informe del World Resources Institute 1998/99. Environmental change and human health". World Resources Institute. Oxford.
- WRI 2001. "Informe del World Resources Institute 2000/2001. People and Ecosystems". UNDP, UNEP, WB y WRI. World Resources Institute. Washington.
- WWF 2000. "The living planet report 2000" WWF: www.panda.org

