

# LÍMITES BIOFÍSICOS: ¿EL COLAPSO DE LA CIVILIZACIÓN ES YA INEVITABLE?

Carlos de Castro Carranza  
Profesor de Ecología y Desarrollo y de Física Aplicada  
Universidad de Valladolid  
Septiembre de 2011

**Palabras clave:** Colapso, Crisis, Sostenibilidad, Solidaridad, Adaptación, Radicalidad.

## 1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo en crisis, según Ban Ki Moon (2008) a finales de 2008 sufríamos crisis económica, energética y alimentaria en un contexto de graves problemas ambientales como el cambio climático. Hoy, en 2011, esas crisis no han desaparecido y la última no ha hecho sino que recrudecerse.

Históricamente han existido civilizaciones que colapsaron por causas fundamentalmente debidas a crisis ambientales, con lo que tenemos precedentes históricos de los que aprender (Diamond 2006).

Distintos documentos firmados por conjuntos de científicos o Academias de Ciencia han advertido desde hace tiempo de los peligros que enfrentamos la humanidad como conjunto. Si extraemos unos párrafos del documento elaborado por la UCS (Union of Concerned Scientists) de Estados Unidos en 1992, nos daremos cuenta de la “radicalidad” de los científicos (UCS 1992):

*“Los seres humanos y el mundo natural están en un camino de colisión. Las actividades humanas hacen mucho daño, a menudo irreversible, sobre el medio ambiente y sobre fuentes de recursos naturales críticas. Si no se revisan, muchas de nuestras prácticas actuales ponen en riesgo serio el futuro que deseamos para la sociedad humana y los reinos animal y vegetal, y pueden alterar el mundo vivo de tal forma que seamos incapaces de sostener la vida en la manera que la conocemos ahora. **Se necesitan urgentemente cambios fundamentales** si es que queremos*

*evitar nuestro presente camino de colisión. **No disponemos de más de una o unas pocas décadas** para revertir los peligros que ahora tenemos si queremos evitar que el progreso de la humanidad quede enormemente disminuido...*

*Nosotros, los abajo firmantes, (...), así pues, advertimos a toda la humanidad de lo que está ahí enfrente. Un gran cambio en nuestras formas de actuar sobre la Tierra y la vida se requiere si se quiere **evitar una miseria humana generalizada** y no se quiere mutilar de forma permanente nuestro planeta.”*

Este documento lo firmaron en noviembre de 1992 unos 1700 científicos de 71 países diferentes, entre ellos más de la mitad de los premios Nóbel de ciencia vivos en ese momento. Un documento de la misma organización (UCS 1997), también alarmante sobre Cambio Climático, lo firmaron 104 de los 178 premios Nóbel de ciencia y unos 1500 científicos en 1997.

Puesto que nos advertían los científicos en 1992 de que disponíamos de una o unas pocas décadas y ya han pasado dos y no sólo hemos revertido los cambios sino que los estamos acelerando como veremos, ya podemos concluir que muy probablemente sea inevitable “que el progreso de la humanidad quede enormemente disminuido”.

La ciencia y los científicos están viviendo pues una especie de complejo de Casandra (Casandra obtuvo el don de la profecía del dios Apolo pero luego éste la condenó a no ser creída).

Este complejo se acrecienta cuando las advertencias de los científicos han sido ignoradas de forma efectiva y lo siguen siendo. Recientemente una encuesta (Goodwin 2010) en EEUU concluyó que el 97% de los científicos de ese país sabían que el cambio climático existe y es debido principalmente a las acciones humanas, sin embargo, sólo el 50% de la población y el 50% de los congresistas republicanos creen eso.

Para corroborar el argumento de autoridad dado anteriormente vamos a introducirnos en las bases del concepto de los límites al crecimiento de la expansión humana. La teoría de sistemas dice que un sistema en expansión que se acerca a sus límites de sostenibilidad tiene una de tres posibilidades, la aproximación al límite adoptando un estado estacionario, el sobrepasamiento del límite y posteriores oscilaciones en torno a los nuevos límites y el sobrepasamiento del límite y posterior

colapso (ver figura 1). Aquí se defiende que, para el sistema humano en la civilización actual, el primer caso es ya imposible puesto que ya hemos sobrepasado en varios parámetros importantes los límites de sostenibilidad y se argumenta que el tercer caso (colapso) o una mezcla entre el segundo y el tercero son las salidas más probables; además, nos encontraríamos ya en o cerca del máximo y, por tanto, esto nos exige una reflexión urgente de cómo nos vamos a adaptar al descenso (al cambio de civilización).

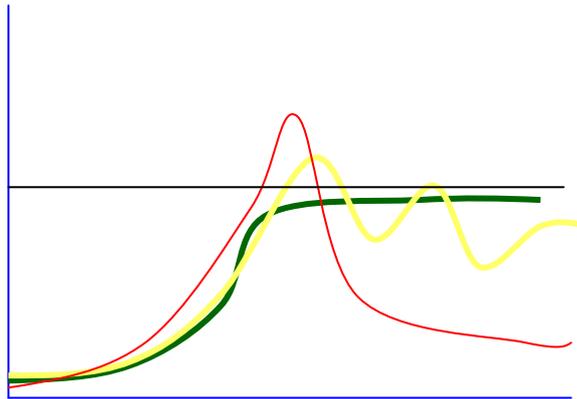


Figura 1. Gráficas que representarían un sistema complejo que se acerca a un límite de sostenibilidad, por ejemplo, el uso de recursos naturales renovables o la población de una especie. En el eje de ordenadas se representaría el valor que tomaría esa variable, siendo la línea horizontal negra el límite máximo sostenible que impondría la naturaleza del sistema. El eje de abscisas representaría el tiempo. En el caso humano la gráfica puede representar varios siglos. En el caso de la línea verde se alcanzaría un estado estacionario, por ejemplo, uso de energía o población estables. En el caso de la línea amarilla, se sobrepasa el límite lo que obliga tarde o temprano al sistema a retroceder, si el sistema no “aprende” volvería a crecer pero esta vez, dado el sobrepasamiento inicial, el límite puede haber decrecido por erosión de la base de recursos, por lo que las oscilaciones que se producirían pueden ir descendiendo. La línea roja representaría lo que denominamos aquí colapso, que implica un fuerte descenso hasta que se llega a un nuevo estado (pueden pasar varias décadas e incluso siglos).

## **2. LOS PROBLEMAS QUE ENFRENTAMOS**

### **2.1. La visión metabólica del sistema humano:**

El sistema humano o civilización<sup>1</sup> se desarrolla en la biosfera de la cual además depende completamente. Desde una perspectiva en analogía con el metabolismo de un organismo, nuestra civilización necesita la entrada de materia y energía para alimentarse, e invariablemente éstas proceden de la biosfera. Y además, emitimos energía y materia de vuelta a la biosfera. Tanto las formas actuales de captar la energía y la materia, como los efectos de las emisiones de energía y materia que desechamos, generan problemas sobre la biosfera. A su vez, el sistema humano ocupa ya tanto espacio dentro de la propia biosfera, que de nuevo, las funciones y procesos de la biosfera, que también pueden verse como un metabolismo orgánico, están disminuidas o perjudicadas. En este sentido, si consideramos ambos sistemas como organismos con uno depredando y perjudicando al otro, los humanos seríamos análogos a un parásito o un cáncer de la biosfera. En la figura 2 podemos visualizar de forma simplificada éstas ideas. A su vez, las obvias y enormes desigualdades humanas dentro de la esfera humana, generan conflictos internos, entre los pueblos y personas ricas y aquella mayoría que tiene pretensiones de serlo.

---

<sup>1</sup> Entiendo que mayoritariamente el mundo se mueve por una única civilización global, si bien, existen en grupos pequeños y minoritarios otras civilizaciones y culturas.

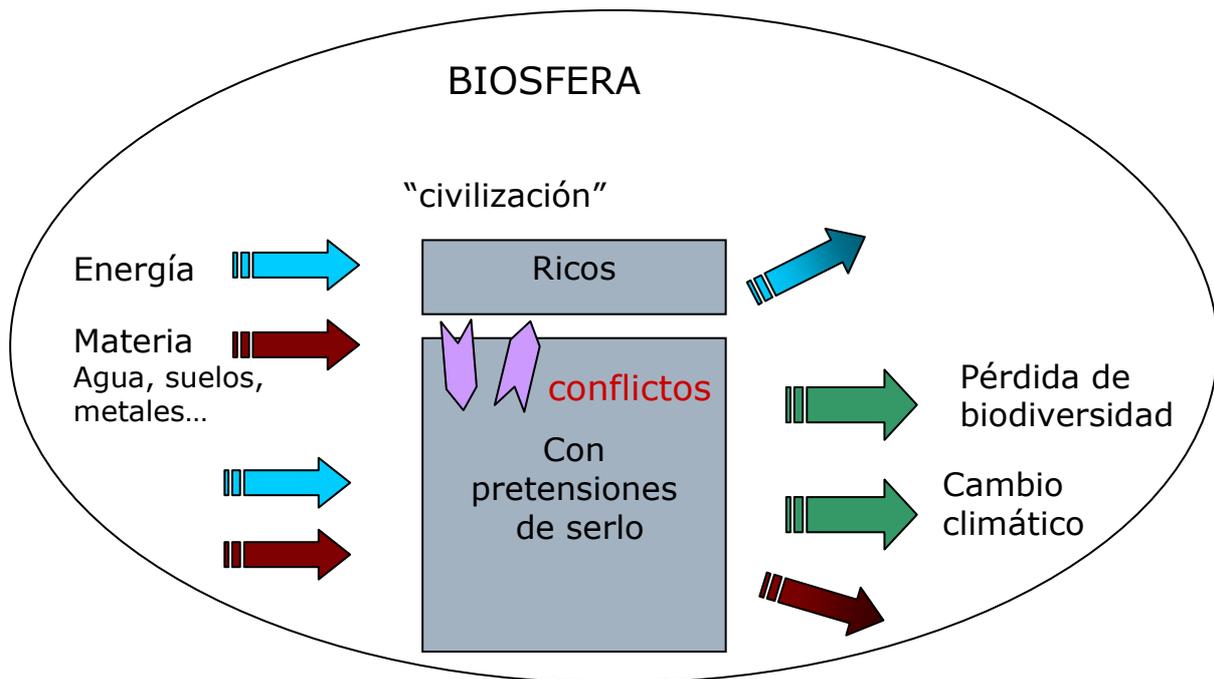


Figura 2. Metabolismo de la civilización humana dentro del metabolismo de la biosfera.

En la figura 2 vemos dos ejemplos significativos de los efectos del metabolismo humano sobre la biosfera: la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Junto con los problemas de acceso a la energía y la materia tendremos cuatro parámetros en los que analizaremos las razones de porqué el metabolismo humano actual puede conducirnos al colapso civilizatorio (por obesidad mórbida).

## 2.2. Crisis energético-económica

Algunos geólogos expertos en la exploración y extracción de petróleo llevan décadas advirtiendo de que el fin del petróleo barato se dará en las primeras dos décadas del presente siglo (Castro 2009, Castro et al. 2008, Castro et al. 2009). El petróleo no se puede explotar como si fuera una botella llena de agua en la que vamos vertiendo el agua según nuestras necesidades inclinando la botella más o menos hasta que la última gota se acabe. Extraer petróleo es más parecido a extraer agua de una esponja empapada. Vamos apretando la esponja y el agua va cayendo, más rápido

cuanto más apretamos. Pero llega un momento que es inevitable que el chorro de agua comience a decrecer, apretamos con la fuerza que apretamos.

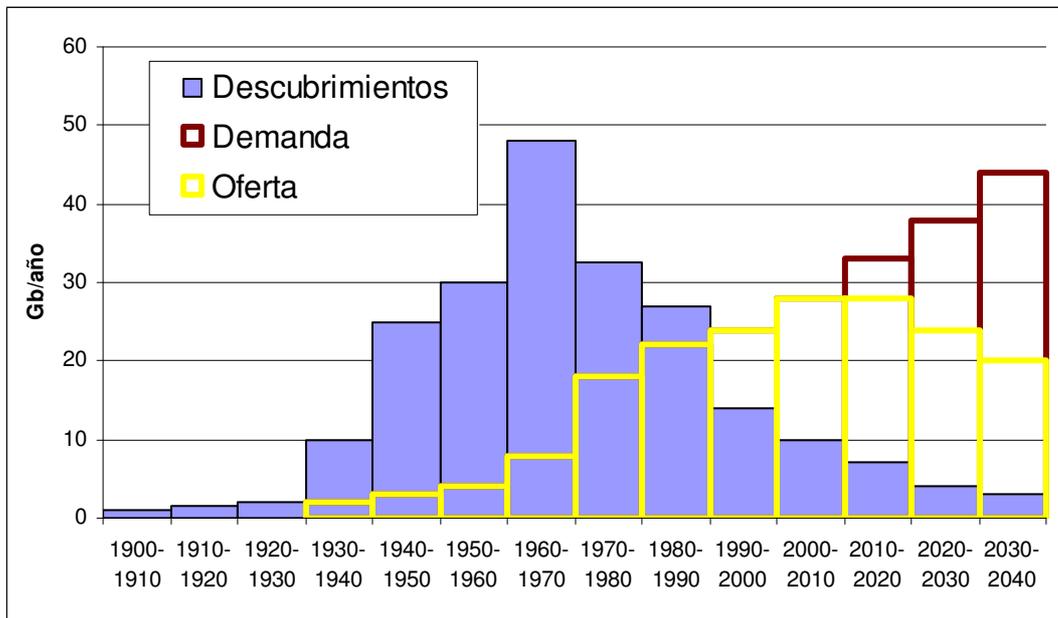


Figura 3. Evolución por décadas de los descubrimientos de petróleo, de la extracción máxima posible (oferta) y de la demanda esperada por agencias internacionales de la energía y de la economía.

Pues bien, esos mismos expertos que advirtieron de este simple hecho, han calculado que antes del año 2015 la cantidad de petróleo que extraeremos será cada vez menor (Castro et al. 2008, Castro et al. 2009, Campbell and Laherrere 1998). Es más, si la demanda de petróleo sigue creciendo, antes de esa fecha habría un desajuste entre ella y lo que las empresas del petróleo nos pueden ofrecer. Esto ocurriría en algún momento entre el año 2000 y el 2015.

Los economistas nos dicen que cuando la oferta disminuye relativamente a la demanda, los precios invariablemente suben, hasta que obligan a la demanda a ajustarse a la oferta posible.

¿Es esto lo que ha ocurrido?

Bien, en la gráfica siguiente vemos como los precios del petróleo han ido subiendo en lo que llevamos de siglo XXI.

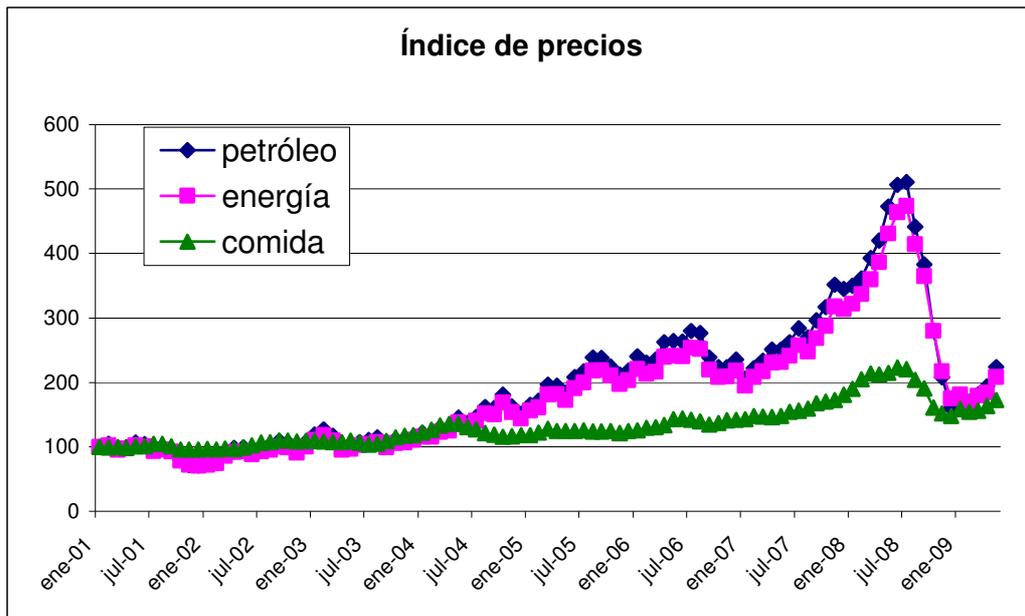


Figura 4. Evolución mensual de los precios del petróleo crudo, de la energía fósil (petróleo, gas natural y carbón) y de los alimentos. El índice 100 se toma en enero de 2001. Tras el pico del 2008 se observa un nuevo repunte de los precios en 2011 donde la energía está acercándose a los valores de 2008 y el precio de los alimentos ha batido récords.

En la figura 4 vemos como el precio del petróleo se dispara, duplicándose su precio para el año 2005, y volviéndose a duplicar a comienzos del año 2008. En junio de 2008 el mundo pagaba un petróleo 5 veces más caro que 5 años antes. Y esto afecta a todo lo demás, a todo. Porque la energía es lo que mueve el mundo, esto lo sabemos muy bien los físicos, pero no se le escapa a nadie.

En los años 2004 y 2005, visto cómo se había puesto el precio del petróleo, les preguntaron a muchos economistas de Estados Unidos por el precio que llevaría a una recesión a su economía (Annet 2005). Las respuestas oscilaron mucho, pero ninguno pensaba que la economía americana soportara precios muy por encima de los 90-100\$ el barril. Cosa que se superó a comienzos de 2008, llegándose en junio de ese año a los 148\$ el barril.

Debería ser pues evidente que algo ha tenido que ver con la crisis económica actual. Pero la gráfica anterior es mucho más instructiva, pues observamos que el precio del petróleo y de la energía van muy de la mano. En los precios de la energía entra el precio del petróleo, pero también el del gas natural y el del carbón. ¿Por qué corren de forma casi idéntica? Porque las máquinas del mundo se mueven con petróleo, y son las máquinas las que extraen, transportan y procesan el resto de materias primas energéticas y no energéticas. Así que si sube el petróleo suben el resto de

las energías (y esto incluye a la energía nuclear y a la solar fotovoltaica). Y con la energía, sube el precio del resto de las materias primas. Y con ella también sube el precio de los fertilizantes, y mucho, porque la fabricación de fertilizantes requiere muchísima energía. Y si sube la energía y los fertilizantes, sube el precio de los alimentos. Porque resulta que hemos montado un sistema agrícola y ganadero totalmente dependiente de fertilizantes, pesticidas y máquinas, muchas máquinas movidas por petróleo. Y como, además, demandamos mucho petróleo, algunos países como Estados Unidos, Brasil y regiones como la Unión Europea, llevan años promocionando el cultivo de “biocombustibles”. Cultivos que han terminado compitiendo con los cultivos alimentarios, haciendo que suba aún más el precio de los alimentos.

Así llegamos a la siguiente crisis, la peor de todas, la alimentaria:

El precio de los alimentos subió espectacularmente entre finales del 2006 y junio de 2008. Esto fue debido a la confluencia de varios factores que ya hemos señalado, a ellos se une desde hace unas décadas un cambio climático y un maltrato continuo a los suelos del mundo que tienden a empeorar cada vez más rápidamente las cosas.

El que en tan poco tiempo el precio de los alimentos se duplicara, ha significado un incremento del número de hambrientos en el mundo espectacular. Pasamos de alrededor de 800 millones de personas que padecían hambre a alrededor de 1000 millones, ¡en sólo el año y medio que va del 2007 a mediados del 2008! Esta es una catástrofe humanitaria que no deberíamos olvidar aquí. En 2011 han sonado todas las alarmas en el este de África y si no se hace nada urgentemente, podríamos estar hablando de cifras de millones de muertos según la propia ONU.

Y lo peor es que las crisis se realimentan unas a otras: los hambrientos tratan de escapar de su situación emigrando primero a las ciudades próximas, luego a los países ricos, y terminan siendo los primeros en engrosar las filas de parados de ambos mundos ante la crisis económica.

Y la propia crisis económica hace disminuir la demanda, esto incluye a la energía y el petróleo. Así que es lógico que los precios bajen porque al disminuir la demanda la oferta puede ajustarse más fácilmente a ella. La caída “a plomo” de los precios del petróleo, de la energía, y de todo lo demás tras la primera crisis energética del 2008 es signo de la crisis económica, y el intento de volver a la salida por vía del crecimiento económico está volviendo a hacer que se disparen los precios del petróleo y del resto de materias primas, en lo que parece el típico caso de la línea

amarilla de la figura 1. Pero incluso en medio de la crisis económica los precios del petróleo no volvieron a los niveles típicos de comienzos de siglo, y ahora (septiembre de 2011) son más de 4 veces superiores.

Así pues, la economía mundial y el petróleo están fuertemente unidas, basta con ver la siguiente gráfica:

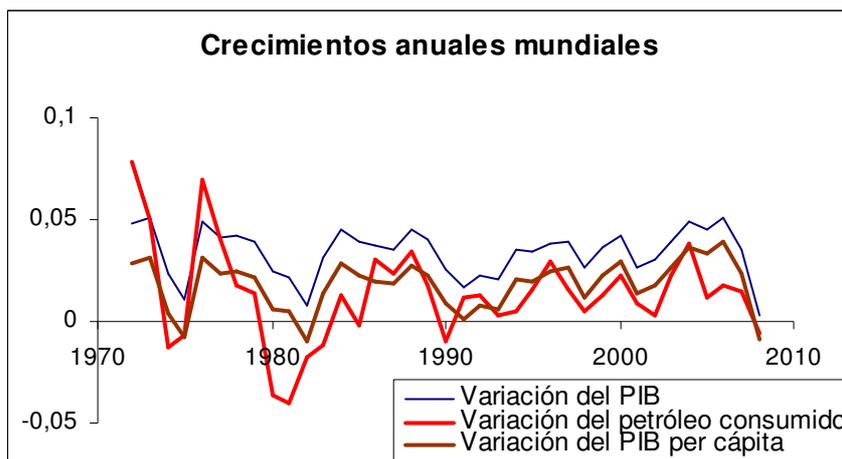


Figura 5. Evolución de las tasas de variación del Producto interior bruto mundial (PIB) y del consumo del petróleo (Castro 2009).

Por tanto, o rompemos muy rápidamente la relación entre crecimiento económico y demanda de petróleo o la oferta de este impedirá la salida de la crisis mundial económica durante los próximos años.

La tarea es hercúlea porque sustituir primero el descenso de oferta de petróleo, y para la próxima década de gas natural (también tiene su pico correspondiente de extracción posible máxima) por electricidad proveniente de carbón sería un suicidio climático (el carbón es mucho más contaminante) y no es creíble ni posible que la nuclear y las renovables tomen el relevo. Por ejemplo, sustituir con biocombustibles el déficit de petróleo (demanda menos oferta) de ésta misma década (ver figura 3) supondría ocupar 300 millones de hectáreas, lo que es inmoral y probablemente imposible (ver más adelante). Para sustituir el déficit de petróleo en la década de los 20 con nucleares supondría empezar a planificar desde ya la construcción de 3000 centrales (ahora son unas 450). Nadie sueña con esta posibilidad porque además, el uranio, recurso también finito, aceleraría su pico atrayéndolo desde mediados del presente siglo a la década de los 20 o 30, haciendo que esas hipotéticas 3000

centrales no tuvieran una esperanza de vida superior a los 20-25 años y compitiendo además por un uranio cada vez más caro. Esto sin contar con la insolidaridad que supone una fuente de energía que disfruta una generación o dos humanas pero que deja residuos que vigilar para las siguientes 100 o más generaciones.

¿Y el resto de renovables? Sin duda ayudarán pero éstas adolecen de límites físicos y ecológicos también. La energía del viento nunca nos proporcionará más energía del 6% (1TWe) de lo que hoy consumimos aunque tratemos de llenar el mundo de molinos (Castro et al. 2011). Y la solar eléctrica requiere mucho espacio en un mundo que va a competir por él. Nuestras plantas actuales fotovoltaicas requerirían más de 300 millones de hectáreas para producir tanta energía como la que nos proporcionan ahora los combustibles fósiles, cuyas infraestructuras ocupan unas 7,5 millones de hectáreas (Smil 2008).

La solución es reducir voluntariamente el consumo de energía per cápita mundial intentando que esto suponga el menor sufrimiento de las economías, y esto a su vez exige que algunos países emergentes dejen de crecer en su consumo energético, dejar espacio de crecimiento a los países más pobres y bajar rapidísimamente el consumo energético de los países más ricos. Imposible si no nos guiamos por los principios de equidad, fraternidad y solidaridad. Si no lo conseguimos, reduciremos igualmente nuestro consumo per cápita de energía, porque esto es ahora un imperativo físico. En ambos casos, se producirá, al menos durante las próximas décadas un descenso fuerte del consumo per cápita de energía, que por sí solo y dada la dependencia actual puede desestabilizar la economía mundial llevándola a una recesión duradera e incluso al colapso.

### **2.3. Cambio Climático**

El cambio climático es el tema ecológico de moda, en parte quizás por sus graves consecuencias y en parte porque se tiende a visualizar como un problema de medio o largo plazo, y por tanto, una cuestión que parece resoluble.

Sin embargo, los modelos (IPCC 2007) que se suelen manejar, el llamado “consenso” del IPCC, son optimistas en cuanto a los efectos sobre el clima y exagerados en cuanto a las emisiones que podemos llegar a hacer. Los escenarios de emisiones contemplados en el informe del 2007 suelen partir de que no va a

existir un problema de oferta de combustibles fósiles, que sabemos por los razonamientos del epígrafe anterior, no va a ser el caso. Por otro lado, aunque van mejorando los modelos de la respuesta climática y de sus consecuencias y aunque tienden a atrapar bien la tendencia observada en el clima reciente, los modelos de “consenso” tienden a quedarse cortos, a ser optimistas en cuanto a los efectos climáticos. Además, las consecuencias sobre los ecosistemas y las sociedades humanas de nuevo han ido mostrándose según avanzan los estudios que son mayores de lo inicialmente esperado, hoy podríamos decir que un aumento de 4 o 5 grados sería suficiente para borrar del mapa el mundo natural y humano tal y como lo conocemos.

Pondré dos ejemplos suficientemente significativos que muestran que los modelos climáticos se suelen quedar cortos en sus previsiones.

El primero es ya bastante conocido en la literatura científica reciente y ha dejado el último informe del IPCC (2007) obsoleto. Se trata de la extensión de hielo marino en el polo norte. En la gráfica podemos ver una comparativa entre la mayor parte de los modelos climáticos que hasta hace poco disponíamos y la realidad:

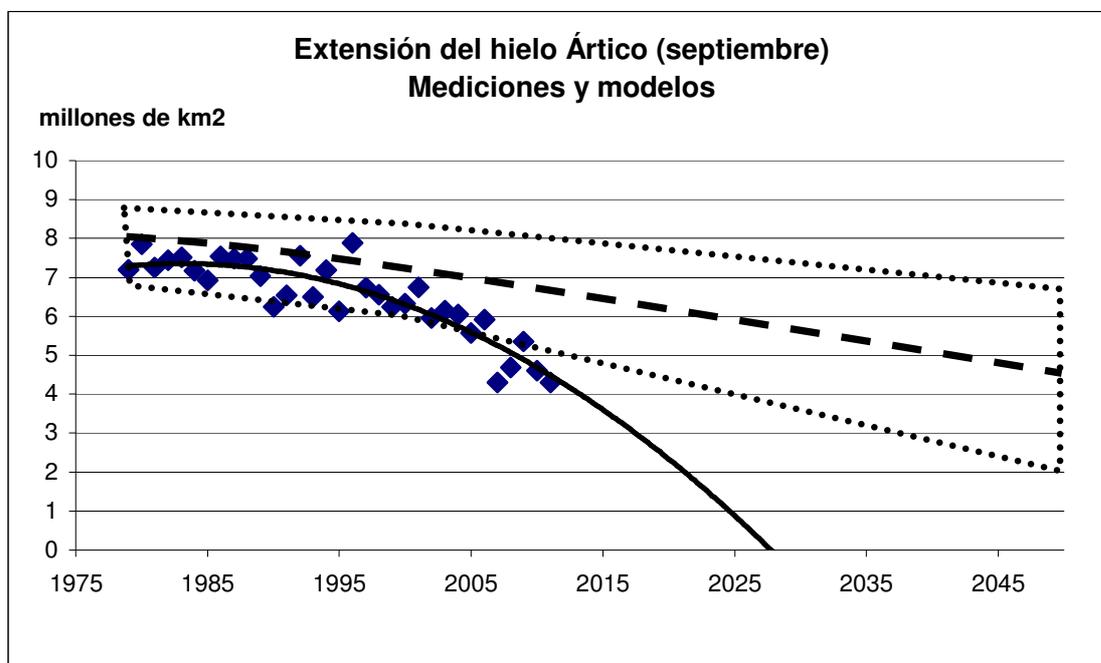


Figura 6. Comparación de las medidas de la extensión del hielo en el mar Ártico en septiembre (rombos) frente a la media de los modelos del IPCC (línea discontinua) y la desviación estándar de los modelos (líneas punteadas). La línea continua que muere antes del 2030 representa un ajuste potencial a los datos reales. Elaborado a partir de Stroeve et al. (2007) y de nsidc.org/data/docs/noaa

Es importante señalar que el hielo polar no solo es afectado por el cambio climático sino que retroalimenta a éste. Es decir, si hay menos hielo en el polo norte, más radiación solar será absorbida en la zona (efecto albedo) generando más temperatura que tenderá a acelerar la pérdida de hielo, en una realimentación positiva (círculo vicioso).

Otro ejemplo lo vemos en la siguiente gráfica:

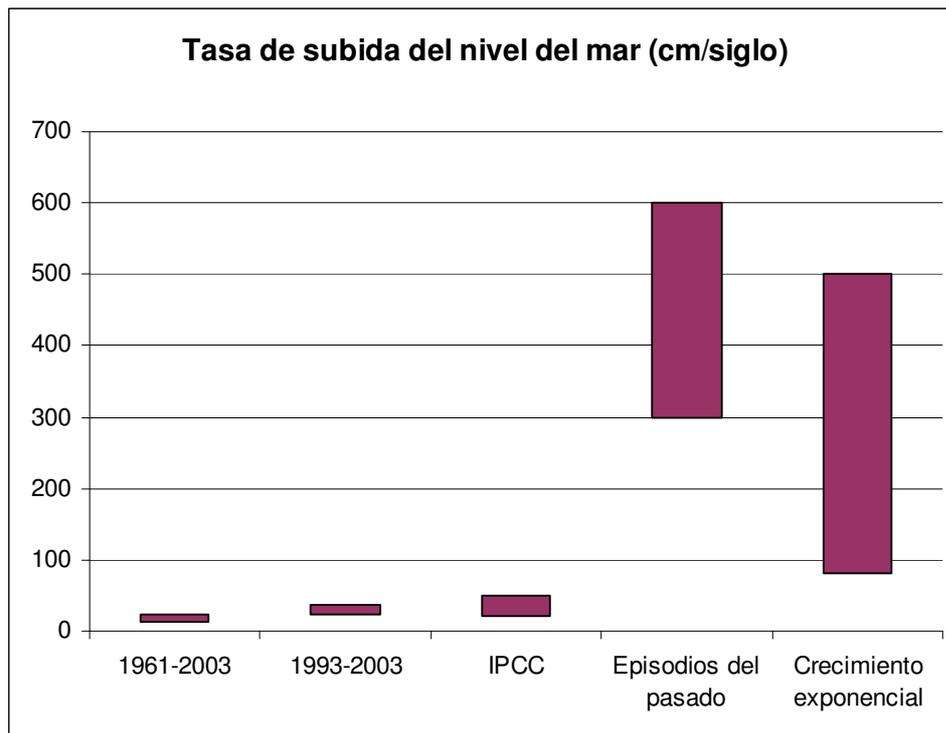


Figura 7. Tasa de subida del nivel del mar medida y proyectada por el IPCC (2007), por analogías con acontecimientos pasados (Hansen et al. 2007) o suponiendo que el crecimiento en la tasa de subida de las últimas décadas sea constante (crecimiento exponencial) (cálculos propios).

En ella vemos la subida de nivel del mar registrada y prevista por el IPCC en su último informe (2007) con sus incertidumbres. Los modelos del IPCC conducen a tasas de subida del nivel del mar como las actuales, sin embargo, se ha comprobado que ésta tasa ha tendido a aumentar. De hecho, si en vez de suponer que ésta tasa es aproximadamente constante, suponemos que es acelerada dando lugar a un crecimiento exponencial en vez de lineal (y los datos del pasado ajustan mejor a la primera función que a la segunda), entonces la subida del nivel esperada sería mucho mayor que la contemplada por el IPCC (crecimiento exponencial). Además, estudios relacionados con los ascensos del nivel del mar del pasado geológico

reciente (Hansen et al. 2007), indican que son posibles subidas del nivel del mar de entre 3 y 6 metros. Otros estudios recientes hablan como posibilidad superar el metro de subida del nivel del mar, simplemente extrapolando linealmente el crecimiento medido en las últimas décadas (Rahmstorf 2007), o de varios metros suponiendo un crecimiento exponencial en el deshielo de Groenlandia y del Antártico que ya se está midiendo (Hansen 2007).

De nuevo, si para los modelos del IPCC un incremento de 50 cm supondría que desastres naturales que ocurrían una vez por siglo se verían varias veces cada año. ¿Podemos imaginar entonces las consecuencias sobre las costas de una subida de 2 metros? Por ahora no, porque las políticas de protección contra el cambio climático se hacen en el mejor de los casos en base a los peores escenarios del IPCC.

En cualquier caso, es importante señalar que el cambio climático aunque por sí mismo puede conducir a un colapso de la civilización si es que los peores escenarios se confirmaran, la influencia actual en la economía y en la alimentación ya es clara. La crisis alimentaria en África de este año 2011 se debe no solo a unos precios elevados de los alimentos, en los que el precio del petróleo, los biocombustibles y los especuladores –esa gente que se hace rica especulando en los mercados con el precio de las materias primas, incluidos los alimentos-, se unen a una fuerte sequía tanto en estos países como en Estados Unidos (el principal exportador de los mismos), extremos climáticos que se han ido haciendo más habituales de lo normal por el cambio climático. Ese clima extremo ha incidido ya negativamente en ciertas economías haciendo que el crecimiento económico esperado disminuyera en un 0,1-0,5% en más de 10 países durante el año pasado. Por tanto es ya una realidad que se retroalimenta con efectos negativos con los problemas ya vistos.

#### **2.4. Recursos naturales: Agua, suelo y minerales**

Según el PNUD (2006), en el mundo había en el 2005 alrededor de 1000 millones de personas con problemas de acceso al agua. Pero este número podría incrementarse a más de 3500 millones de habitantes en tan solo 15 años, para pasar a ser un problema para el 60% de la humanidad en el año 2050.

Según el PNUD se necesitan acciones urgentes y profundas en éste tema si no queremos que desastres humanitarios y conflictos por el recurso se multipliquen. Un problema que se realimentará con los demás haciendo que sea más difícil cubrir la demanda de alimentos (el principal consumidor de agua es el regadío agrícola) y que los demás lo pueden empeorar (e.g. el cambio climático o la falta de energía para mover y acceder al agua).

Otro recurso que escasea es el suelo.

En la siguiente tabla vemos reflejada las tendencias de algunos factores en el lado de la demanda y la oferta posible y sostenible según distintos autores (Castro 2009, Pimentel et al. 1999, Charleton y Pimentel 2010, Rockstrom et al. 2009):

**Tabla 1: Demanda y oferta de tierras**

<u>Tendencia de la demanda (s. XXI)</u>	<u>Oferta posible</u>
Protección de la biodiversidad (200MHa)	Sostenible (300-500MHa)
Degradación de tierras (300-500MHa)	Deforestación masiva (1500 MHa)
Alimentación (250-500MHa)	
Urbanización (200-300MHa)	
Nuevas energías renovables (50-350MHa)	
Cambio climático y otros problemas ambientales (150MHa-500MHa)	
TOTAL: 900-2300 MHa	

Tabla 1. Tendencias de la demanda de tierras y oferta posible. Elaboración propia a partir de diversas fuentes. La suma de las distintas demandas no es la total porque se pueden solapar, por ejemplo, parte de la urbanización puede hacerse con tierras que se van degradando.

El problema ligado a la competencia por el uso de suelos puede por sí solo conducirnos a un fuerte descenso de la población humana (colapso) y de forma sostenible a finales del siglo podríamos ser alrededor de 2000 millones de personas (Pimentel et al. 1999, Charleton y Pimentel 2010). De nuevo, existen realimentaciones entre el suelo y los demás problemas, no solo porque se necesitará destinar muchas tierras a las fuentes de energía renovable y porque los problemas ambientales degradarán muchas otras, sino porque revertir esa degradación requiere, además de voluntad política, inversiones económicas y energéticas en un mundo de escasez.

Existen problemas de acceso a recursos materiales no energéticos, en especial metales y tierras raras (plata, cobre, indio, neodimio, etc.) que también, como las fuentes de energía no renovable, tienen problemas de escasez a corto o medio plazo, llegándose también a sus correspondientes picos máximos de producción para luego descender en su extracción. Muchos de estos materiales son esenciales para la industria electrónica y energética (en especial las nuevas renovables). A decir de algunos autores (Valero y Valero 2011), este problema es uno de los más graves que vamos a enfrentar y requeriría la extensión y uso del reciclado a tasas muy elevadas. Pero de nuevo, este problema se realimenta con el problema energético, ya que las concentraciones minerales van disminuyendo en las minas y se requiere invertir más energía en su extracción al tiempo que el reciclado exige también mayor inversión energética y/o organización que las minas ricas en depósitos.

## **2.5. Biodiversidad**

*“La Biodiversidad: el tema más fundamental”*

Así titulaba J. Lovejoy una conferencia ante la Academia australiana de Ciencias en 1994. Sin embargo, aún hoy, a pesar del Cambio Climático y a pesar de la Crisis Energética, probablemente siga siendo el tema más importante y fundamental que enfrenta la humanidad. Para entender porqué digo esto nos vamos a situar en dos puntos de vista muy diferentes.

Primero el punto de vista humano.

Los ecosistemas nos prestan gratis una serie de servicios de los cuales no podemos prescindir y no tenemos tecnología para sustituir:

- Nos proveen de materiales como agua potable, madera y leña, comida, medicinas...
- Son hermosos (base del turismo rural y ecológico)
- Eliminan contaminantes tanto del aire como del suelo y las aguas
- Controlan inundaciones y sequías
- Protegen de extremos climáticos
- Secuestran el CO<sub>2</sub>
- Crean y regeneran los suelos

- Reciclan los materiales que la propia vida utiliza (carbono, nitrógeno, fósforo...)

En definitiva:

*Regulan y controlan el clima, la composición de la atmósfera y los suelos, la salinidad de los océanos, etc., de la Tierra; haciéndola apta para la vida humana (teoría Gaia –Castro 2008-).*

Para que los ecosistemas funcionen correctamente y a todo rendimiento, necesitan una elevada biodiversidad. Además, cuanto mayor es la biodiversidad, en general mejores y más cantidad de esas funciones imprescindibles realizan.

Si se pierde biodiversidad, vamos perdiendo esas funciones, al principio poco a poco, y luego cada vez más rápidamente hasta que incluso el ecosistema mismo colapsa y prácticamente desaparece –Castro 2004, 2008-.

Es decir, sin biodiversidad elevada, difícilmente puede existir el ser humano.

¿Qué está pasando con la biodiversidad?

Las personas estamos eliminando poblaciones animales y vegetales y extinguiendo especies quizás desde que inventamos el fuego, pero de una forma acelerada. Hasta el siglo XX las principales causas por las que extinguíamos especies han sido: la destrucción del hábitat por eliminación directa o por contaminación, la introducción de especies exóticas (especies que no son propias del ecosistema al que las llevamos) y por la excesiva caza y recolección. En nuestro presente siglo los expertos prevén que se añadirá otra causa más: El Cambio Climático.

Lo que debería asustarnos es que el ritmo de extinción de especies que estamos provocando se está acelerando muy rápidamente:

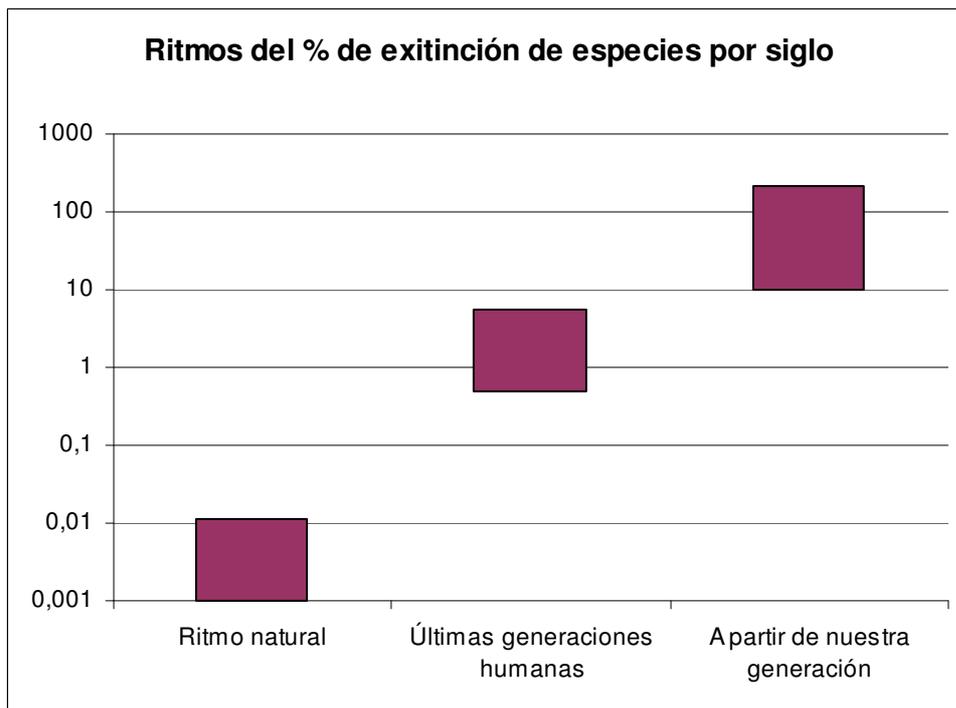


Figura 8. Los rectángulos representan la velocidad de extinción de especies teniendo en cuenta el grado de incertidumbre que tenemos en los cálculos. En el ritmo natural, hablamos de menos del 0,01% las especies que se extinguen en un siglo, a la vez, tienden a surgir por evolución un porcentaje ligeramente mayor (la biodiversidad tiende a aumentar en la Tierra). El ser humano ha aumentado el ritmo de extinción hasta el siglo XX a aproximadamente un 5% cada 100 años. Pero durante el siglo XXI este ritmo puede llegar a ser hasta del 200% por siglo (GBO3, 2010). En pocas décadas si pudiéramos sostener ese ritmo, acabaríamos con TODO.

En la figura 8 vemos cómo en los últimos siglos el ritmo de extinción natural de las especies lo hemos multiplicado por 1.000, es decir, de cada mil especies extinguidas, una lo ha hecho por causas naturales, 999 lo han hecho por nuestra culpa. Esto ha supuesto hasta ahora que se hayan perdido entre un 2 y un 15% de todas las especies que antes de la aparición del *Homo sapiens* existían.

Pero los expertos nos dicen que el proceso de aceleración se incrementa (GBO3, 2010). Ahora además que tenemos el cambio climático, se va a empezar a multiplicar la tasa natural de extinción por 10.000, quizás por más de 100.000 veces la natural. Si esto es así, entonces durante las próximas décadas llevaríamos tal velocidad que terminaríamos extinguiendo en un siglo o dos a ¡todas las especies!

Obviamente esto es imposible, antes de que eso ocurriera, los efectos acumulados sobre los ecosistemas (que generarán “sorpresas” y ecosistemas que irán colapsando) harían desaparecer la causa que provoca el desastre: nosotros.

Pero veamos un segundo punto de vista. Pongámonos en una escala temporal y espacial más amplia, seamos menos antropocéntricos mirando algo más lejos que nuestro propio ombligo.

En los últimos 500 millones de años ha habido 5 grandes extinciones masivas. Ahora estamos en la 6ª gran extinción, y aquí no hay controversia científica, la causa de esta extinción en curso es humana.

Para la vida sobre la Tierra estamos resultando tan dañinos como el meteorito que extinguió a los dinosaurios y con ellos a más de la mitad de las especies.

Démonos cuenta de lo que esto supone: nos hemos arrogado el derecho, principalmente la última decena de generaciones humanas, pero especialmente la última, la nuestra, de arrasar la red de vida de tal forma que distorsionaremos la evolución durante al menos doscientas mil generaciones humanas (la “humanidad” entera han sido menos de diez mil). Es decir, no sólo hemos eliminado el derecho a la existencia a muchas especies, hemos eliminado el derecho a disfrutar de un mundo rico en vida, en especies y en sus funciones plenas ¡a las próximas 200.000 generaciones humanas!

Yo me pregunto: ¿qué nos hemos creído que somos? ¿El centro de la Historia de la Tierra? ¿El centro de toda la Historia de la Humanidad?

No sé cómo pensarán nuestros tataranietos, pero si son capaces de emocionarse dentro de un bosque de robles, si son capaces de sentir la belleza de un ave rapaz en vuelo, si se siguen conectando de alguna manera con la belleza de la naturaleza, entonces, sin duda, nos maldecirán.

Hubo, hace 10 generaciones, árboles que midieron 140 metros de altura, si nuestra cultura no es capaz de admirar, de sentir reverencia y amor por un ser vivo así y seguimos viéndolos como madera, estaremos sencillamente perdidos.

### **3. EL COLAPSO INEVITABLE**

El sistema humano tiene fuertes inercias al cambio. Ante una crisis la primera reacción es negarla (por ejemplo con el cambio climático), luego buscar más causas y olvidar las causas raíz y el resto de problemas (por ejemplo con la reacción a las crisis ecológica, energética, alimentaria y económica que anunciaba Ban Ki Moon en 2008 nos hemos centrado en la última y vemos solo causas y soluciones a esta última). Finalmente, cuando se quiera reconocer el problema, puede ser demasiado tarde para evitarlo y las soluciones pasarán inevitablemente por el sufrimiento humano y la adaptación.

Dado que cualquiera de los problemas vistos (y no son los únicos) pueden conducirnos al colapso, dado que existe una realimentación entre los problemas de tal forma que las mejoras en uno pueden suponer empeorar otro o las tendencias negativas en uno aumentan las tendencias negativas en otro (sinergias) y dadas las inercias que acabamos de señalar que tiene el sistema humano al cambio, el colapso de nuestra civilización es ya prácticamente inevitable y probablemente ya ha comenzado.

### **4. LA ADAPTACIÓN AL COLAPSO Y CONCLUSIÓN**

Bajo esta perspectiva, no queda más remedio que situarse en un escenario de colapso que nos puede parecer extremadamente pesimista, algo que puede llevarnos a la pasividad e inacción, en vez de a la búsqueda de la mejor adaptación posible.

Todos estos razonamientos nos llevan primero a la necesidad de visualizar el futuro de una forma radicalmente diferente a la que estamos acostumbrados; pensar, por ejemplo, que es mucho más probable que el mundo alojará a menos de 2000 millones de personas en vez de más de 8000 millones, significa efectivamente pensar en el colapso, pero es importante señalar que el resultado final no tiene necesariamente porqué ser malo, y el camino que nos conduzca a ello, aunque en muchos casos será sin duda muy doloroso, éste camino (de adaptación positiva o reactiva) va a depender de nosotros. Podemos elegir no hacer nada aún, seguir soñando con un crecimiento de la riqueza imposible, esperar que los milagros

tecnológicos lleguen a tiempo y adaptarnos conflictivamente al inevitable descenso, a través de inestabilidad social, pérdida del bienestar entre los que lo disfrutaban, violencia, hambre y guerras de gran escala. O podemos elegir adaptarnos a esa transición inevitable de la forma más solidaria, participativa y “humana” posible. De hecho, aunque perderemos en ese camino muchas cosas materiales (televisiones, coches, móviles, ordenadores), podemos ganar cosas en base a la ética solidaria y a los valores de fraternidad, igualdad, libertad y democracia auténtica (Castro 2001).

No es pesimista anunciar el colapso, pesimista es pensar que es inevitable que eso nos conduzca a un caos de sufrimiento humano.

Creo firmemente que la mejor forma de evitar o rebajar ese caos es con la única energía que disponemos que no cumple el primer principio de la termodinámica: el amor.

## **Bibliografía**

- Annet T. 2005: “A new take on oil and recession” The wall Street Journal online. April 6, 2005: [online.wsj.com/public/us](http://online.wsj.com/public/us)
- Ban Ki Moon, 2008: conferencia de apertura de la 63ª Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Campbell CJ and JH Laherrere 1998: “The end of cheap oil”. Scientific American”. March 1998. 78-83
- Castro C. 2001: “La Revolución solidaria: más allá del desarrollo sostenible”. Ed. IEPALA.
- Castro C. 2004: “Ecología y desarrollo humano sostenible”. Ed. Universidad de Valladolid
- Castro C. 2008: “El origen de Gaia: una teoría holista de la evolución”. Ed. ABECEDARIO
- Castro C. 2009: “Escenarios de energía-economía mundiales con modelos de dinámica de sistemas”. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.
- Castro C. et al. 2008: “World energy-economy scenarios with system dynamics modelling” VII annual international ASPO conference. Oct. 20-21. Barcelona. Spain.
- Castro C. et al. 2009: “The role of non conventional oil in the attenuation of peak oil”. Energy Policy 37, 1825-1833.
- Castro C. et al. 2011: Global wind power potencial: physical and technological limits. Energy Policy. Doi:10.1016/j.enpol.2011.06.027
- Charleton S. and D. Pimentel, 2010: “Population crash: prospects for famine in the twenty-first century”. Environ Dev Sustain (2010) 12:245–262

- Diamond J. 2006: “Colapso: Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen”. Ed. Debate.
- GBO3, 2010. Global Biodiversity Outlook 3: Biodiversity scenarios and tipping points of global importance: [gbo3.cdb.int/resources.aspx](http://gbo3.cdb.int/resources.aspx)
- Goodwin, L. 2010. <http://globalwarming12.com/poll-most-republicans-don%E2%80%99t-believe-in-climate-change> (acceso en diciembre de 2010)
- Hansen J, Sato M, Kharecha P, Russell G, Lea D W and Siddall M 2007 Climate change and trace gases *Phil. Trans. R. Soc. A* at press, doi:10.1098/rsta.2007.2052
- Hansen, J, 2007. Scientific reticence and sea level rise *Environ. Res. Lett.* 2 (April-June 2007) 024002 doi:10.1088/1748-9326/2/2/024002
- IPCC 2007: Intergovernmental Panel on climate change 2007: “Climate Change 2007: Fourth Assessment report (AR4): [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Pimentel D. et al. 1999: “Will limits of the earth’s resources control human numbers?”. *Environment, Development and Sustainability*, (1): 19-39, 1999
- PNUD 2006: Human development report 2006. Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis. Informe de desarrollo humano 2006 Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua
- Rahmstorf S 2007 A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise *Science* 315 368–70
- Rockstrom J. et al., 2009: “Planetary boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity” *Ecology and Society* 14(2): 32. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Smil V., 2008. Energy in nature and society: general energetics of complex systems. The MIT Press. Cambridge. Pp.383.
- Stroeve, J., et al. (2007), Arctic sea ice decline: Faster than forecast, *Geophys. Res. Lett.*, 34, L09501, doi:10.1029/2007GL029703
- UCS, 1992: “World scientists’ Warning to Humanity”: [www.ucsusa.org/about/1992-world-scientists.html](http://www.ucsusa.org/about/1992-world-scientists.html)
- UCS, 1997: “Call for action at the Kyoto Climate Summit”: [www.ucsusa.org/global\\_warming/solutions/big\\_picture\\_solutions/world-scientists-call-for.html](http://www.ucsusa.org/global_warming/solutions/big_picture_solutions/world-scientists-call-for.html)
- Valero A. y A. Valero. A prediction of the exergy loss of the world’s mineral reserves in the 21st century. *Energy* 2011;36:1848-1854

## **Anexo:**

### **Algunas reflexiones más sobre el colapso.**

Llevo +20 años de investigación sobre estos temas. Hace 15 años creía que reaccionaríamos a tiempo ante lo que me parecía obvio: con una revolución solidaria. Hace 10 años que sé que seguramente no íbamos a evitar el colapso. Hace 5 años supe que era imposible evitarlo. Ahora creo que lo mejor es una revolución solidaria para adaptarse, impedir lo peor y sentar las bases de una nueva civilización. Es decir, la misma respuesta: amor

- **En realidad somos muy malos prediciendo el futuro, siempre nos equivocamos:**
  - Sí. Pero no somos tan malos para predecir qué no será:
    - No seremos 9000 millones de personas en 2100, seremos ¿menos de 3000 millones?
    - No será el business-as-usual, ni una transición suave basada en el consumo “verde”. ¿Será un Mad-max o un descenso lleno de conflictos y dolor en el que salvaremos buena parte de lo esencial? ¿Iremos creando los nuevos valores que necesitará la siguiente civilización? ¿Qué valores serán éstos?
- **El análisis es pesimista y alarmista:**
  - No, anuncio cómo creo que lo ve la ciencia. No soy tecno-optimista. Soy “solidaridoptimista”. Los que creen que alarmino en realidad son “solidaridipesimistas”. Creen en la técnica más que en la humanidad, cuando irónicamente creen que lo que nos hace más humanos es precisamente la tecnología y es ésta la que nos ha llevado a un punto de inflexión.
  - ¿De verdad merece la pena salvar ésta civilización?
    - Profunda crisis de valores.
    - Lo que merece la pena es la red de vida, las personas y algunos aspectos de ésta civilización (valores de equidad, arte, conocimientos acumulados, etc.), NO el i-pod, la tele en 3D, los coches eléctricos, las desigualdades...
- **Anunciar el colapso produce negación, inacción, pasividad, depresión, etc.**
  - Puede ser. Pero anunciar: “Yes we can” cuando no se va a poder y la transición será muy dolorosa es quizás peor y más peligroso (aún es peor pensar que no pasa nada). El tecno-optimismo (la transición verde sin pretender cambiar la civilización-cultura de raíz) puede retrasar los cambios que necesitamos (complacencia) y generar un pesimismo mayor más adelante.
  - Puede que entremos en caos y colapso total pero la respuesta no es el pesimismo existencial sino la adaptación y la solidaridad.