

# Apuntes sobre crisis ecológica



TIME is RUNNING

OUT



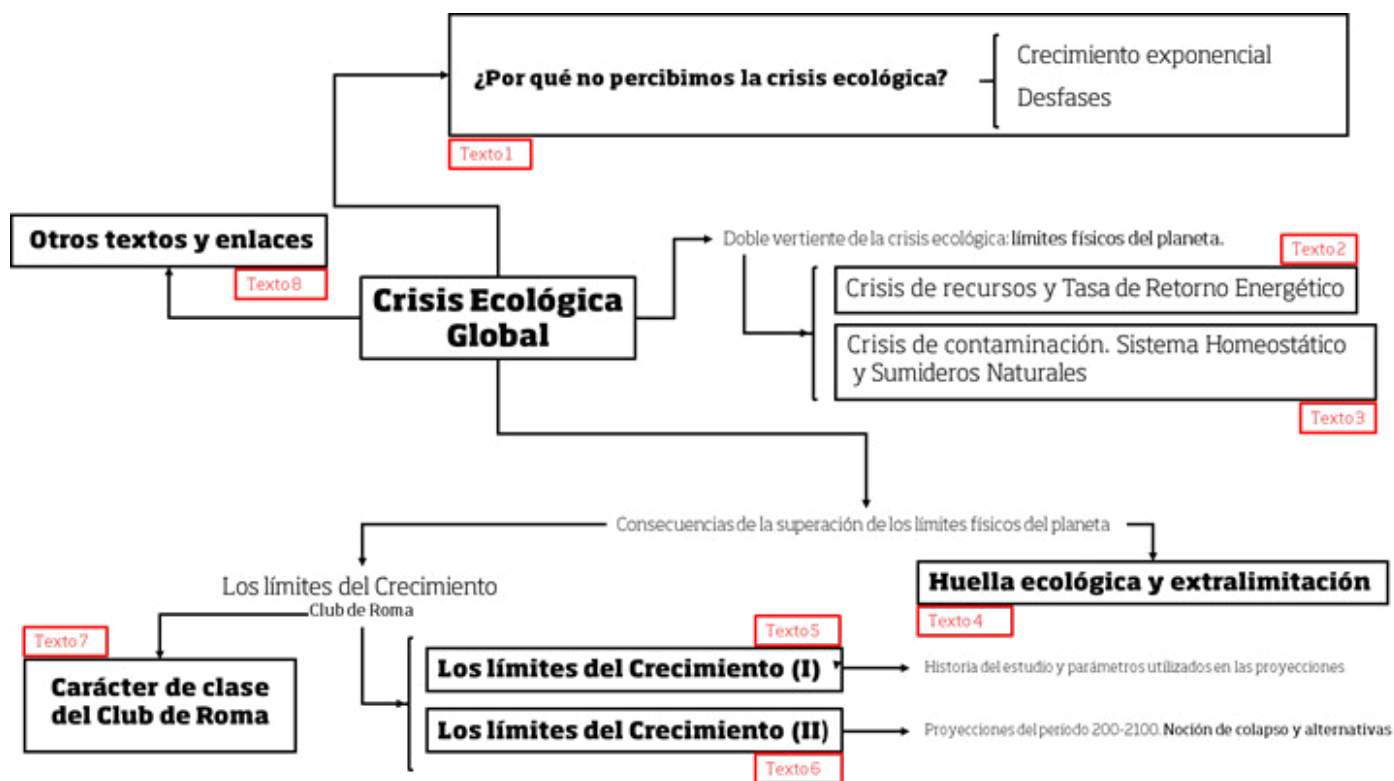
JUVENTUD  
COMUNISTA

# Apuntes sobre Crisis Ecológica Global

## Apuntes generales

Este conjunto de textos ofrece una visión global y sintetizada sobre la crisis ecológica global. En el siguiente esquema queda la relación de unos textos con otros y el orden preferente de lectura.

Así mismo, el Texto 8 contiene una recomendación de lecturas y vídeos sobre diferentes temas generales del ecologismo social.



### ¿POR QUÉ NO PERCIBIMOS LA CRISIS ECOLÓGICA?

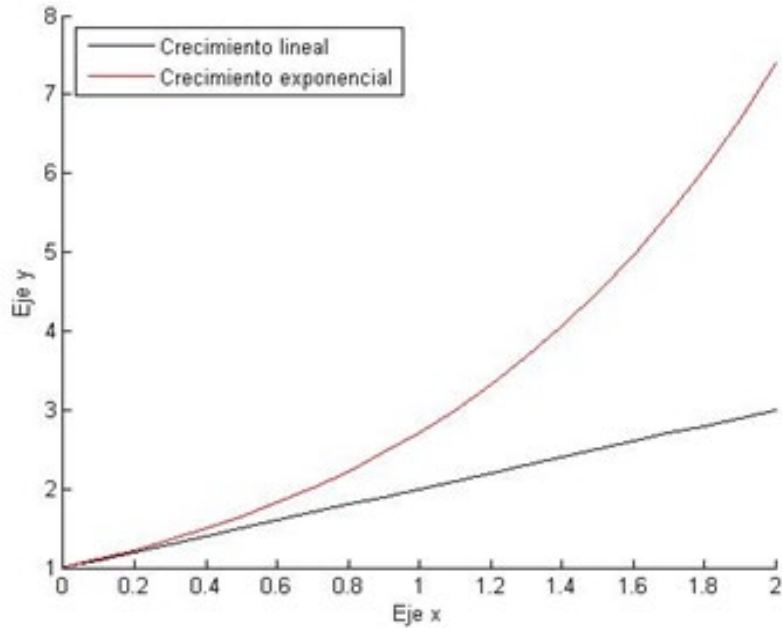
La dificultad de percibir la crisis ecológica en la que estamos involucrados y que diversos estudios sitúan su punto álgido en torno a la década de 2050 estriba en dos factores:

- 1. Crecimiento exponencial:** una magnitud crece exponencialmente cuando su incremento es proporcional a la cantidad preexistente. Este tipo de crecimiento es el que ha experimentado la población humana desde la consolidación de la revolución industrial, y especialmente a partir del siglo XX, o también la tasa de crecimiento de producto industrial, así como el consumo de recursos no renovables como los combustibles fósiles. El capitalismo, basado en la reproducción de capital continua, necesita un crecimiento porcentual constante que es también un crecimiento exponencial. Este tipo de crecimiento tiende a acumular altos niveles de crecimiento en periodos de tiempo muy cortos, lo que unido a desfases en la percepción de las consecuencias conlleva serios desbarajustes. En definitiva, aunque fuésemos conscientes de todas las consecuencias de este tipo de crecimiento pero no hiciéramos nada para remediarlo, **en un sistema físicamente finito este tipo de crecimiento exponencial es insostenible.**
- 2. Los desfases:** consisten en errores de percepción, ya sea por la falta de atención, de herramientas de análisis o la omisión consciente de datos que implican un cuestionamiento del modelo social y económico imperante; y errores de ejecución, que pueden deberse a la falta de capacidad para establecer una respuesta, la lentitud en la toma de decisiones, o el desfase natural entre la emisión de un contaminante, por ejemplo, y el reflejo de sus consecuencias sobre el medio (tiempo durante el cual se ha vertido mayor cantidad de contaminantes que relevan sus consecuencias más adelante).

El problema del crecimiento exponencial es que no es intuitivo. Nuestro cerebro no está habituado a trabajar bajo el marco de ritmos de crecimientos exponenciales, sino lineales. Proyectar las consecuencias de un crecimiento exponencial hacia el futuro es harto difícil puesto que ocurre un cambio rápido y brusco tras una tendencia que es equivalente a la de un crecimiento lineal, mucho más predecible.

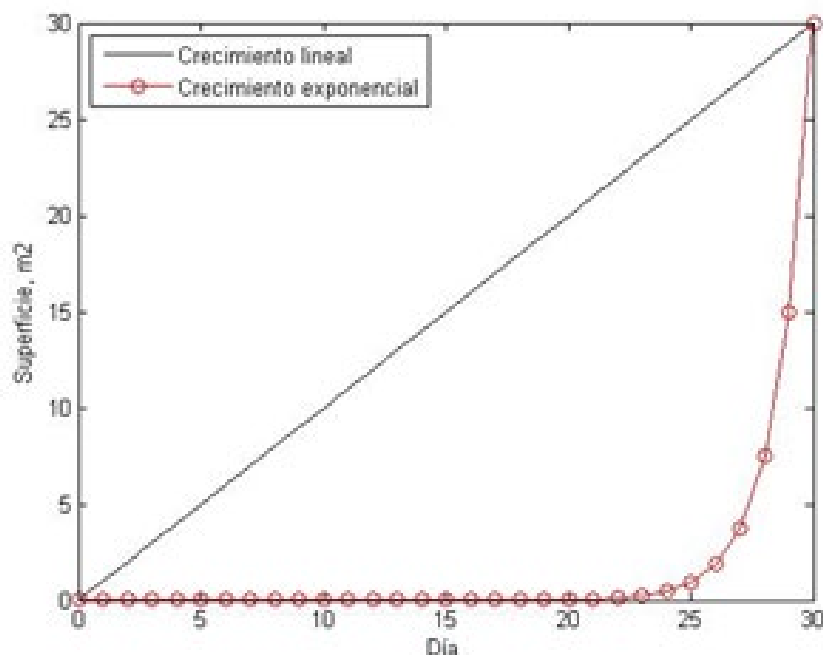
Por el contrario, el crecimiento lineal implica que en términos absolutos siempre se crece la misma cantidad. Por ejemplo, si tuviéramos un estanque de 30 metros cuadrados y plantásemos una planta nenúfar muy pequeña y esta creciese un metro cuadrado diario, tardaría 30 días en ocuparlo completamente.

Es un comportamiento completamente predecible, y si queremos controlar el crecimiento del nenúfar para evitar que cubra la superficie completa nos resultará sencillo.



Ahora bien, imaginemos que plantamos una planta nenúfar en ese mismo lago y cada día dobla su tamaño (un crecimiento bastante más real en la Naturaleza). En este caso tenemos un crecimiento con una misma tasa (en este caso 2), pero que queda actualizado, en términos absolutos en lo que se crece cada día, según el resultado anterior. Por ejemplo, en este mismo estanque, en 30 días la plantita minúscula de nenúfar que hemos plantado el primer día lo ocupa todo, como en el anterior caso. La pregunta de importancia aquí es, ¿cuándo se nos va de las manos el nenúfar?

Démonos cuenta de que en este caso el día 20 el nenúfar ocupa tan solo una pequeñísima parte del estanque, únicamente el 0.2%, cuando en un crecimiento lineal como el anterior ocupa el 66%. Ahora bien, este crecimiento se dispara. Duplicando su superficie, el día 27 habrá un 12.5% de la superficie ocupada, el 28 un 25% y el 29 un 50%. **Nos damos cuenta de cómo se dispara el crecimiento y lo insostenible que resulta una vez alcanzado un pequeñísimo tamaño crítico.**



Cuando la explotación de recursos, el crecimiento poblacional o el crecimiento económico se rigen bajo normas de crecimiento exponencial, la acumulación de cambios cuantitativos muy leves y de muy poca importancia, dan lugar, una vez acumulados a lo largo del tiempo, a bruscos cambios cualitativos al chocar con los límites físicos de un planeta que es FINITO por definición. Y lo peor de todo, si no se actúa antes de tiempo, antes de que sean notables las consecuencias, entonces será tarde para actuar y evitar un colapso.

En el crecimiento lineal podíamos salvar el estanque prácticamente en cualquier momento. En el caso exponencial, no hacer nada hasta el último momento en el que ya se empieza a ver el nenúfar extendido implica la desaparición de la luz y oxigenación en el interior del lago y la muerte de todas las carpas del interior.

Los desfases pueden ser entendidos como inevitables, al menos en una determinada magnitud. Para ejemplificar la dinámica de los desfases, utilizaremos el agujero de la capa de ozono provocado por la emisión de CFCs y la consiguiente actuación internacional. Aunque según el protocolo de Copenhague de 1992 la producción de CFC estaría prohibida a partir del año 2000, sin embargo el agujero de ozono no disminuye en profundidad y en extensión, sino que se encuentra estancado, manteniéndose con mínimos del grosor y extensión total del agujero constantes desde mediados de los años noventa, tal y como atestiguan los datos públicos de la NASA. Esto se debe a que es ahora cuando las emisiones de CFC realizadas a la atmósfera durante las décadas previas a los años noventa están llegando a la estratosfera en el hemisferio sur y actuando sobre la capa de O<sub>3</sub> durante la primavera antártica. También deberíamos contabilizar como desfases inevitables, dentro de un determinado rango asumible y realista, el tiempo que toda sociedad tarda, a través de sus instituciones, en analizar y tomar conciencia de efectos adversos, en aplicar nuevas tecnologías, o en modificar los hábitos de vida. Otro ejemplo de desfase es el tiempo consumido entre la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera durante los siglos XIX y XX y la aceptación social de la existencia y origen humano del cambio climático y los efectos que este provoca. No hablemos ya del desfase entre la acumulación de gases de efecto invernadero y la aplicación de políticas realmente útiles.

En definitiva, en situaciones reales de explotación de recursos y contaminación de medios naturales deben tenerse en cuenta dos factores que ralentizan la percepción real de los problemas venideros: la dinámica del crecimiento exponencial y los cambios cualitativos que se producen a partir de un nivel crítico, y en segundo lugar los desfases, tanto naturales como humanos. La unión de ambos provoca situaciones fuera de control, en las que la intervención humana llega tarde, solo cuando los efectos del desequilibrio son notables y se encuentran fuera de control.



## Texto 2

### Crisis de recursos y Tasa de Retorno Energético

La explotación de recursos se rige bajo una serie de normas sencillas: **siempre se explotan en primer lugar aquellas fuentes de mejor calidad y más asequibles, y finalmente aquellas en las que se debe hacer un mayor gasto energético y de recursos para obtener un producto final de peor calidad.** Por supuesto, debemos tener en cuenta otros factores, como son la tasa de hallazgos de nuevas reservas, así como la velocidad de explotación de recursos. **Los límites físicos del planeta están aquí claros, no se puede sustraer de un planeta finito una cantidad infinita de recursos.**

Esto puede ejemplificarse fácilmente con el petróleo en EEUU (y podríamos extenderlo a todo el planeta). ¿Qué sucedía en Pensilvania en 1959? La extracción será sencilla: se perforaba el suelo para hacer un pozo de agua y salía contaminada por petróleo. ¿Qué sucede ahora en suelo americano? Que se desarrolla la industria del *fracking* con los altos costes energéticos y medioambientales que esto genera, ya que se trata de craquear las rocas con agua y productos químicos a presión para arrastrar las gotitas de petróleo y gas natural que las impregnan.

Siguiendo con dicho país y el petróleo, a mediados del siglo anterior, el geofísico M. King Hubbert realizó un estudio sobre la explotación de petróleo en EEUU y cuando llegaría el ocaso de su producción. El modelo matemático que formuló para explicar la tasa de explotación se conoce como la curva de Hubbert. Es sencillo y tiene en cuenta dos variables:

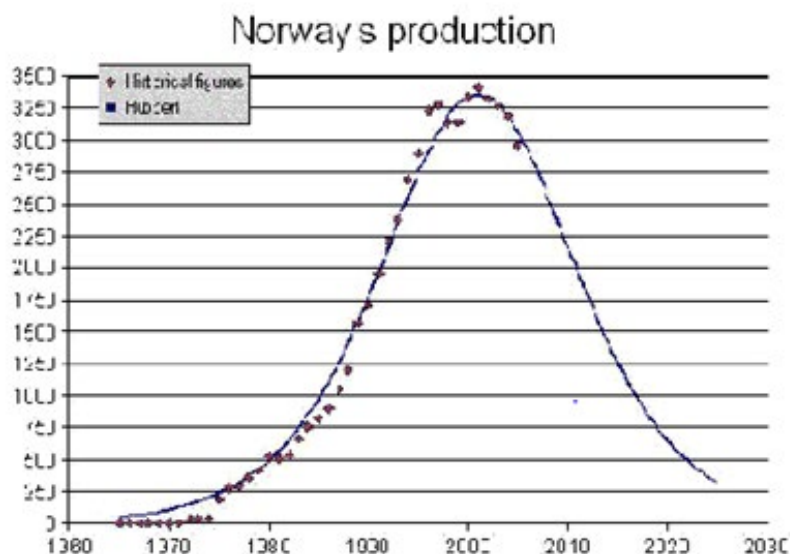
1. *“La probabilidad de nuevos hallazgos depende de los recursos aún por descubrir”.* Es decir, si ya se han descubierto muchos pozos de petróleo, difícilmente en un continente finito se podrá encontrar más de manera indefinida. Cada vez serán más difíciles de descubrir y de explotar debido a su peor calidad, y por ende menos eficientes.
2. *“Los recursos encontrados se explotan siempre con máxima eficiencia”.* Evidentemente esto se encuadra dentro de un régimen económico de competitividad máxima a corto plazo. Es interesante además, porque implica que las curvas de Hubbert tendrán una pendiente siempre máxima para cada recurso dependiente de la tecnología existente.

Una vez alcanzado el cénit de producción, durante el cual existe un periodo de estabilización, se produce una caída rápida y de igual pendiente de la tasa de explotación. Es decir, si un recurso se ha explotado rápidamente, igual de rápido decaerá su explotación.

Esta curva no sola la sigue el petróleo de los EEUU, sino el resto de yacimiento de dicho recurso en el resto del mundo y otras materias primas fundamentales en nuestra era industrial. A modo de ejemplo puede servir las curvas de la explotación de los yacimientos noruegos de petróleo o el petróleo a nivel mundial (en este caso el pico en la producción mundial ya llegó en el 2006 según reconoció la

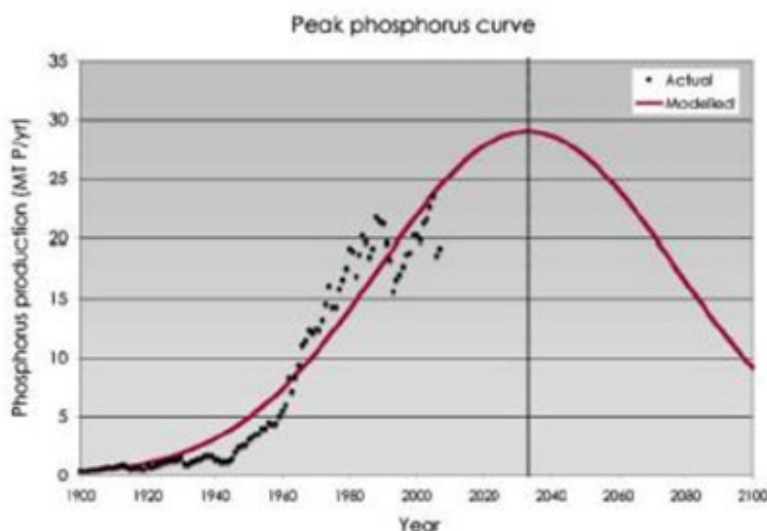
agencia internacional de la energía, aunque ahora inflan las cifras con el fracking estadounidense).

### CURVA DE HUBBERT YACIMIENTOS DE PETRÓLEO NORUEGOS



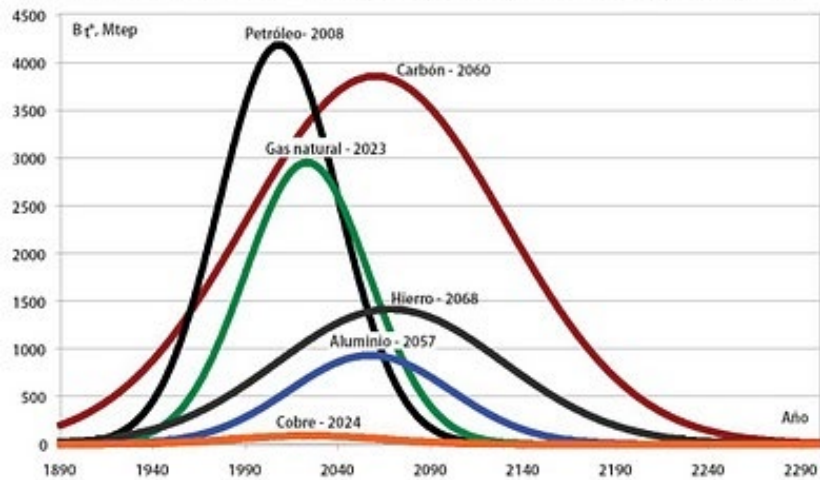
También cumplen el modelo de Hubbert otros recursos no energéticos, tales como el cobre o el fósforo. Este último constituye un recurso fundamental en producción de alimentos (lo cual es interesante a tener en cuenta de cara a futuros debates de biocombustibles). Su explotación y la modelización de la curva de Hubbert asociada también se adjunta, remarcando que su pico llegará sobre el 2040.

### CURVA DE HUBBERT MUNDIAL PARA FÓSFORO



Existen otros métodos de cálculo de explotación de recursos no energéticos basados en la exargía (esto es, las pérdidas energéticas que suponen la explotación, uso y final dispersión de un recurso, como cuando se tira un trozo de cobre a un vertedero o las pérdidas inevitables durante el reciclaje). En este sentido se muestra la siguiente figura, en la que los picos calculados de sustracción de diversos recursos no energéticos se sitúan en torno al 2050.

FIG. 5. CUENTA ATRÁS EXERGÉTICA DE LOS MINERALES MÁS EXTRAÍDOS A LO LARGO DEL SIGLO XX



En definitiva, la explotación de recursos viene limitada por la cantidad de los mismos que existen y por la facilidad de su extracción. Los yacimientos con recursos dispersos son más difíciles y caros de explotar, y solo se extraen en etapas finales. **Pero remarquemos que el capitalismo necesita una ingesta creciente de recursos: la detención del crecimiento económico (es decir, de la reproducción de capital) se traduce inmediatamente en crisis.** Este crecimiento constante es simplemente imposible en un sistema cerrado donde los recursos están limitados y donde además la tasa de extracción disminuye y los procesos se encarecen a medida que los recursos se agotan. **Encontramos aquí la primera incompatibilidad clara entre los límites físicos del planeta y un sistema económico basado en el crecimiento exponencial infinito.**

Conviene centrar la atención más detenidamente en los recursos energéticos, ya que sin ellos la extracción, transporte y producción de bienes de consumo no pueden realizarse en sociedades industrializadas.

Cuando se explota un recurso energético en una sociedad capitalista es necesario, en primer lugar, que este sea económicamente rentable. Evidentemente, es igualmente necesario que aporte más energía de la que se invierte en su obtención. De hecho, ha sido completamente necesario para el inmenso desarrollo de las fuerzas productivas desde la Revolución Industrial la existencia de fuentes de energía muy baratas y con una altísima densidad energética (esto es, recursos que contuvieran mucha energía en muy poca masa o volumen, como la gasolina).

Ahora bien, aunque rentabilidad energética y rentabilidad económica son parejas, no van siempre de la mano. Por ejemplo, una “fuente de energía” puede ser económicamente rentable y sin embargo NO serlo energéticamente, siempre y cuando detrás exista un proceso especulativo (como el caso del fracking, que necesita cantidades ingentes de energía para extraer muy poca a cambio). **Para evaluar como de rentable energéticamente hablando es una fuente de energía (concepto realmente determinante en una economía planificada) tenemos la ayuda de la “Tasa de Retorno Energético” (TRE).** Esta es una relación entre la cantidad total de energía que una fuente de energía aporta entre la energía que es necesaria para generarla. Por ejemplo, si en un pozo



petrolífero por cada unidad de energía utilizada para poner en funcionamiento toda la explotación y refinería se obtiene finalmente 20 unidades de energía en forma de gasolina, se tendrá una TRE de 20:1. Por cada unidad de energía invertida obtengo 20. Diferentes estudios (Lee, R. B., 1968. "What Hunters Do for a Living, or How to Make Out on Scarce Resources" // Man the Hunter, R. B. Lee & I. DeVore, eds., p. 30-43, Chicago: Aldine // Harris, M., 1997. Culture, People, Nature - An Introduction to General Anthropology, Allyn & Bacon; ver el capítulo 11: "Energy and Ecosystem") muestran que la TRE mínima de sociedades industrializadas como la nuestra debe ser de 10:1. Por debajo las sociedades deben simplificarse y rebajar su complejidad (existen menos recursos disponibles para mantener estructuras como, por ejemplo, una red de carreteras que unifique un territorio). Por otra parte, si tenemos una relación menor a la unidad no generemos ningún tipo de energía: no es una fuente, sino que la gasta (como un coche).

Evidentemente, esta tasa varía según el recurso energético que se explote y también depende de la calidad del recurso explotado. Por ejemplo, el petróleo de los EEUU de principios del siglo XX tenía una TRE que ciertos estudios han llegado a situar en torno a 100:1. Eso ya se acabó. Ahora explotan el petróleo mediante técnicas de fracking. Para el cálculo de su TRE vamos a hacer un ejercicio con el gas ruso. Este último tiene una TRE de 20:1, y su precio es 8 veces menor que el gas obtenido por fracking en EEUU. Si concedemos contradecirnos con lo dicho anteriormente y realizamos un paralelismo entre eficiencia económica y energética, un recurso 8 veces más caro significa que es menos rentable energéticamente (nos cuenta más obtener esa misma unidad equivalente de energía). Este sencillo cálculo nos deja una TRE para el gas de esquito (fracking) de entre 3:1 y 2:1.

La explotación de los combustibles fósiles se encuentra también, como ya se ha expuesto, con picos máximos en la producción (curva de Hubbert). Sin entrar en detalles, el pico de producción para el carbón es para el 2060, el del gas natural para el 2023 y el del petróleo ya se alcanzó en el 2005-08. Cuando se alcanzan estos picos de producción, se tiende a disminuir y a encarecerse la producción (de peor calidad, lo que en definitiva significa que debemos gastar una mayor cantidad de energía para obtener la misma que antes). Es decir, disminuyen las TRE y con ello la posibilidad de mantener sociedades altamente complejas dependientes de un alto consumo de recursos energéticos y no energéticos.

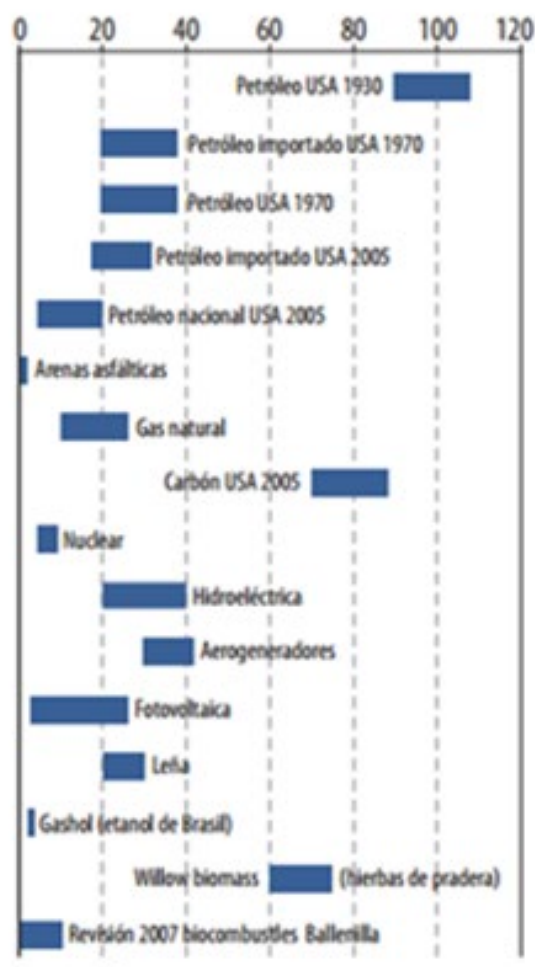
Acabemos con una pregunta, ¿cómo están el resto de energías renovables que sí que serían una alternativa a este modelo energético basado en combustibles fósiles? Poco a poco van progresando tecnológicamente y van abaratando sus procesos de producción y su TRE. Sin embargo, están lejos de poder sustituir como fuentes baratas a los combustibles fósiles. Por no hablar de que los materiales que se utilizan en estas nuevas fuentes son también limitados y que los recursos que explotan son también limitados, y lo peor, intermitentes. Por ejemplo, no en todas partes hay suficiente viento como para instalar un molino de 1MW, y tampoco en las zonas de viento éste sopla continuamente. O también, es necesario almacenar los excesos de producción para los momentos valle de menor producción. Sin embargo, el principal escollo que se encuentra la transición energética hacia las energías renovables es la ingente cantidad de energía necesaria para llevarla a cabo. ¿Es posible?

Sí, los estudios científicos publicados al respecto dicen que sí, pero habría que empezar ya y habría que planificar la economía hacia esta transformación, en un escenario similar a una economía de guerra, donde el consumo de masas se ajusta según las necesidades de la industria que se requiere potenciar. En la imagen adjunta se pueden ver las TRE de diferentes explotaciones de recursos energéticos. Existe alternativa, pero pasa necesariamente por 1- la **planificación de los recursos energéticos renovables**, porque son también limitados y no permitirán nunca extraer energía de la nada, 2- la **descentralización de la producción y el consumo de la electricidad** generada, para evitar pérdidas por transporte a larga distancia y conseguir su democratización, y 3- el **descenso de consumo energético**.

A modo de apunte final, existen recursos que se regeneran en cortos periodos de tiempo, dentro de los límites de una vida humana. Por ejemplo, los recursos pesqueros pueden recuperarse siempre que exista una población crítica. Es fundamental que estos recursos renovables sean explotados en unos niveles que permitan su auto-regeneración. Del mismo modo, el consumo de recursos no renovables debe de estar enfocado a su sustitución por recursos renovables y a la recuperación de los medios que estos alteren. Una pista para la explotación sostenible de los recursos de una comunidad serían las siguientes reglas:

- 1. Principio de recolección sostenible:** para la explotación de un recurso potencialmente renovable, la tasa de consumo de dicho recurso ha de ser igual o inferior a la tasa de renovación.
- 2. Principio de vaciado sostenible:** para la explotación de un recurso no renovable, su tasa de extracción y consumo ha de ser igual o inferior a la tasa de creación de nuevos recursos sostenibles que puedan sustituirlos cuando los primeros se agoten.
- 3. Principio de emisión sostenible:** la tasa de emisión de contaminantes ha de ser inferior a la capacidad de asimilación o reciclado natural de los mismos llevados a cabo por el medio natural.

## Tasa de retorno energético (TRE) de diferentes fuentes de energía



Elaboración propia a partir de datos de Hall y Cleveland, 1981; Cleveland et al., 1984; Hall et al., 1986; Hall y Cleveland, 2006: EROI: The Key Variable in Assessing Alternative Energy Futures? (and EROI for global oil and gas 1992-2005) (ponencia de la V conferencia de ASPO, Pisa, Italia, 19-7-2006, y las revisiones Richard y Watt 2004: Use of the energy yield ratio as a means of dispelling one myth of photovoltaics, Solar 2004: Life, the Universe and Renewables. Centre for Photovoltaic Engineering. University of New South Wales. Sydney, New South Wales 2052 AUSTRALIA; Knapp and Jester (2000); PV Payback Home Power 80, december 2000 /january 2001; y Ballenilla, M. 2007: Biocombustibles, mito o realidad. ([http://www.ua.es/personal/fernando.ballenilla/Apuntes/Biocombustibles:\\_Mito\\_o\\_realidad.html](http://www.ua.es/personal/fernando.ballenilla/Apuntes/Biocombustibles:_Mito_o_realidad.html))

## Texto 3

### Crisis de Contaminación. Sistema Homeostático y Sumideros Naturales

Los límites físicos del planeta se materializan en dos vertientes: recursos no finitos y capacidad limitada de absorción y regeneración de los desechos tóxicos. Por lo tanto, **no solo los recursos son un factor limitante, sino que los sumideros naturales también lo son.** Se entiende como sumideros naturales aquellos depósitos donde se almacenan y van a parar nuestros contaminantes y residuos. Por ejemplo, un sumidero natural de los gases de efecto invernadero son los océanos. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se disuelve en el agua y se retira de la atmósfera. Otro sumidero de carbono podríamos entender que son las grandes masas arbóreas, que a través de la fotosíntesis fijan este gas en forma de biomasa, generan energía y liberan oxígeno (O<sub>2</sub>).

Un sumidero no implica que de ese residuo nos debemos olvidar. Cuando se dice que los océanos almacenan el CO<sub>2</sub> que expulsamos a la atmósfera a través de nuestras actividades industriales y de transporte no es necesariamente una buena noticia. Esto es, es cierto que el almacenamiento del CO<sub>2</sub> en el sumidero de la atmósfera implica un aumento de la temperatura por el efecto del cambio climático y que para evitar este efecto es preferible el almacenamiento en las aguas de los océanos. Sin embargo, el exceso de CO<sub>2</sub> disuelto en el agua arroja otros problemas graves, como la acidificación. **Siempre que emitimos desechos al medio estamos alterando un equilibrio pre-existente.** Veamos cómo se comportan los medios naturales ante la alteración de su equilibrio (del que vale la pena recordar, formamos parte).

Debemos entender que el materialismo dialéctico (*interrelación de las partes y evolución de sistemas complejos a partir de las contradicciones que se establecen entre sus partes*) tiene un término gemelo en la ciencia: el sistema homeostático. Un sistema de estas características es aquel que está formado por diferentes partes o factores, diferentes niveles que quedan en un estado de equilibrio precario. Precario en el sentido de delicado. Si se varía uno de los niveles que le caracteriza, automáticamente, mediante diferentes tipos de procesos, tenderá a recuperar un nuevo equilibrio variando el resto de parámetros, lo que puede ser durante el proceso de cambio un auténtico caos. **Un ejemplo clásico de un sistema homeostático es un ser vivo.** De hecho, la definición de homeostasis que puede encontrarse en Wikipedia es: ***“propiedad de los organismos vivos que consiste en su capacidad de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior (metabolismo). Se trata de una forma de equilibrio dinámico que se hace posible gracias a una red de sistemas de control realimentados que constituyen los mecanismos de autorregulación de los seres vivos. Ejemplo de homeostasis es la regulación de la temperatura”***-.

Detengámonos con algunos ejemplos que clarifiquen esta definición. Si una persona bebe una excesiva cantidad de agua se rompe un equilibrio interno de concentración de sales entre el interior de las células y el exterior donde viven. Fuera es un medio más diluido. Las células tienden entonces a tomar agua del exterior para equilibrar ambas concentraciones, lo que hace que mueran. En decir,

si se bebe mucha, mucha agua, morimos porque rompemos nuestro equilibrio interno.

En definitiva, hay una contradicción que hace moverse y evolucionar el sistema hasta una nueva posición de equilibrio donde dicha contradicción queda resuelta o el sistema, su esencia definitoria, perece. Esto sin duda recuerda a la noción marxista de lucha de clases, en la que ésta constituye la contradicción que sirve como “motor de la historia”, que tenderá a resolverse con la victoria de una de las clases o la desaparición de ambas.

Volviendo al origen, en el sistema “planeta Tierra” sucede algo parecido: la biosfera, la geosfera y la atmósfera están en un perfecto equilibrio homeostático, en el que el cambio de un parámetro de una de las partes implica un reajuste en el sistema completo. Esta hipótesis ya está reflejada en las tesis políticas de la UJCE cuando en el documento de la conferencia de Ecologismo y Mundo Rural se hace alusión a la hipótesis Gaia de J. Lovelock, en la que se considera a la Tierra completa como un ser vivo debido a su carácter de sistema homeostático (la noción de ser vivo es simplemente una expresión, sería más correcto hablar directamente de sistema homeostático autorregulado en un equilibrio precario que la actividad humana está alterando).

Tal vez el mayor problema de contaminación a nivel global sea la emisión de gases de efecto invernadero al quemar combustibles fósiles. Esto sucede por tres circunstancias: 1- la gran cantidad de toneladas que se emiten anualmente y que ya han sido almacenadas en la atmósfera desde el inicio de la Revolución Industrial; 2- la emisión es local pero rápidamente los vientos reparten uniformemente estos gases por toda la atmósfera convirtiendo el problema en global; 3- este almacenamiento provoca un aumento de la temperatura por el efecto invernadero, lo que a su vez altera el clima global y con ello el equilibrio de los ecosistemas que constituyen la base material en el que el ser humano ha encontrado cabida como especie y en el que ha desarrollado sus sociedades hasta la fecha. En base a todo lo anterior, resulta ilustrativo fijarnos más detenidamente en cómo funciona el ciclo del CO<sub>2</sub> y cómo tasas de emisión exponencialmente crecientes provocan cambios críticos y cualitativos cuando se alcanzan ciertos límites.

Cuando expulsamos CO<sub>2</sub> a la atmósfera, efectivamente el planeta Tierra tiene un margen de actuación, habrá una parte que sí que pueda ser reabsorbida sin consecuencias en ciclos de realimentación negativa<sup>1</sup> que permitan el mantenimiento del equilibrio. Ahora bien, en la realidad todo se complica si expulsamos demasiado CO<sub>2</sub> a la atmósfera porque estos ciclos pasan a ser de realimentación positiva. Primero, nosotros generamos más CO<sub>2</sub> del que los océanos pueden absorber, de manera que se va acumulando también en la atmósfera. Esto supone un aumento de la temperatura por efecto invernadero. Cuando aumenta la temperatura los gases son menos solubles en los líquidos, y por tanto se alcanza antes el límite de insolubilidad, es decir, ya no cabe más CO<sub>2</sub> en los océanos (antes de lo previsto en un planeta más frío). ¡Pero hay más!, como ya el CO<sub>2</sub> se acumula solo en la atmósfera la temperatura sube aún más y el límite de solubilidad del CO<sub>2</sub> en el agua baja, con lo que

---

1 Los ciclos de realimentación negativa tienden a disminuir los valores de un cierto parámetro, mientras que los ciclos de realimentación positiva tienden a acrecentar dicho valor. El equilibrio homeostático se alcanza cuando los ciclos de diferente signo se compensan unos a otros.



itambién los océanos expulsan CO<sub>2</sub>! Este mayor aumento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera hace aumentar aún más la temperatura y esta provoca el deshielo del permafrost de la tundra (suelo permanentemente congelado cercano a los polos), lo que implica la expulsión de grandes cantidades de metano ahí atrapado, lo que hace aumentar aún más la temperatura también por efecto invernadero (como gas de efecto invernadero el metano es mucho más efectivo que el CO<sub>2</sub> aunque su vida es limitada y se descompone en CO<sub>2</sub>). Se ha producido una espiral creciente de CO<sub>2</sub> donde antiguos sumideros se comportan como nuevas fuentes, desbocando los efectos perjudiciales y rompiendo el equilibrio previo.

Por desgracia, respecto al CO<sub>2</sub> y al calentamiento global, nos encontramos en este punto. La importancia capital reside en darse cuenta de que estamos infringiendo un grave desequilibrio en el sistema “planeta Tierra” del que nosotros formamos parte. El problema no está en que la vida desaparezca de la Tierra, eso es absurdo, se reequilibrará. El problema está en que la situación de equilibrio que nos vio nacer como especie, como sociedad, ya no existirá: no se darán las condiciones para la vida humana (al menos su organización social actual) tal y como la conocemos ahora.

En este texto se ha expuesta tan solo una pequeña parte, simplificada, del ciclo del CO<sub>2</sub>. Existen otros ciclos desbocados y apéndices de este, como el aumento de acidez de los océanos, muerte de seres marinos, cambios climáticos locales y globales debido al aumento de la temperatura de los océanos, la deforestación, etc etc. Las relaciones no son lineales como se ha expuesto, sino mucho más complicadas, influyentes unas sobre las otras.

En definitiva, la crisis de contaminación es más compleja que la crisis de recursos. Los efectos son más impredecibles y pueden llegar a ser, en términos globales, más devastadores. No debemos pensar exclusivamente la crisis de contaminación como el efecto que produce la boina negra de las ciudades o la contaminación de los ríos. Globalmente es de mayor importancia los efectos secundarios derivados del cambio climático: deshielo (no solo del ártico, sino también, por ejemplo, de los grandes neveros de la cordillera del Himalaya que alimentan ríos que sirven de sustento a miles de millones de personas), inundaciones, endurecimiento de la intensidad y frecuencia de fenómenos atmosféricos extremos, desertificación, etc. Estos efectos secundarios determinarán la alteración de los hábitos y condiciones de vida de miles de millones de personas, con los conflictos que esto suponga.

## Texto 4

### Huella Ecológica y Extralimitación

**Rebasar los límites físicos del planeta**, tanto de recursos como de capacidad de reabsorción de nuestros desechos, **implica una extralimitación**. Esto afecta a los flujos de capital, que a su vez determinan la producción y consumo de bienes materiales y alimentos, que evidentemente tienen su reflejo en la población humana, tanto en número como en calidad de vida.

A la hora de profundizar más en las posibles consecuencias de esta extralimitación podemos recurrir a un concepto de la biología como es “**la capacidad de carga de un sistema**”. Ésta consiste en el tamaño máximo de una población que puede soportar un determinado medio natural en un periodo de tiempo indefinido en función de distintos factores como el alimento, el agua, el saneamiento, o el hábitat. Cuando una especie supera este límite de carga su población es insostenible y tenderá a decrecer hasta ajustarse de nuevo a los límites del sistema, que podrán haber sido alterados y ser ahora más restrictivos que en la primera situación. La forma de ajustarse a los valores estables de consumo de recursos puede ser mediante el colapso, en el que se disminuye abruptamente la población y por ende las prácticas que excedían los límites, o mediante un ajuste llamado oscilante amortiguado, de ascenso y descenso de la población hasta alcanzar el límite estacionario.

En el caso del ser humano, para medir este rebasamiento se utiliza la noción de huella ecológica, la cual es definida por el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) como la medida total de impacto ambiental generado por una determinada población humana sobre el medio ambiente, contabilizando la cantidad de terreno que es necesaria para la producción de recursos, asimilación de residuos y vegetación necesaria para absorber el CO<sub>2</sub> emitido.

Para ello se utiliza las llamadas hectáreas globales (hag), un promedio de la capacidad de producción de biomasa, otros recursos y de asimilación de los residuos en las diferentes zonas del planeta. Por lo tanto, en el 2010 el informe Planeta Vivo de WWF [*Living Planet Report 2014, Species and spaces, people and places*. Sitio web: [www.wwf.org](http://www.wwf.org)] contabilizaba un total de 12.000 millones de hag disponibles para su explotación, que corresponden, para una población de aproximadamente 7.000 millones de personas, **1,7 hag por persona para un desarrollo sostenible**. Sin embargo, nuestro sistema productivo actual necesita globalmente un total de entre 2,5 y 2,7 hag por persona, lo que constituye nuestra huella ecológica mundial. **Claramente hemos sobrepasado la capacidad de carga del planeta, situándonos en la necesidad de 1,5 planetas Tierra para mantener la población actual con el nivel de vida medio** (sin tener en cuenta las ofensivas desigualdades existentes). Como puede observarse en la figura adjunta, la huella ecológica superó la capacidad de carga del planeta a partir de 1976.



A partir de ahora, salvo excepciones, se hablará en términos de medias globales. Evidentemente hay países que no superan este límite de carga en términos de hectáreas globales, ya sea porque son países con un nivel material muy bajo con estructuras capitalistas (neocolonias) o porque tienen sistemas económicos alternativos que permiten alto índice de desarrollo humano y equilibrio medioambiental (Cuba). Aunque se hable en otros textos de la asociación entre el índice de desarrollo humano y huella ecológica, vale la pena remarcar que el ecológico es un problema global que necesita un cambio global. A modo de ejemplo ilustrativo, si hay cien lobos en una sierra y 90 de ellos cazan de más y ni siquiera se comen a sus presas después y hay un grupo de 10 lobos que realizan cacerías responsables, cuando no haya presas, la totalidad de la población de lobos perecerá por inanición.

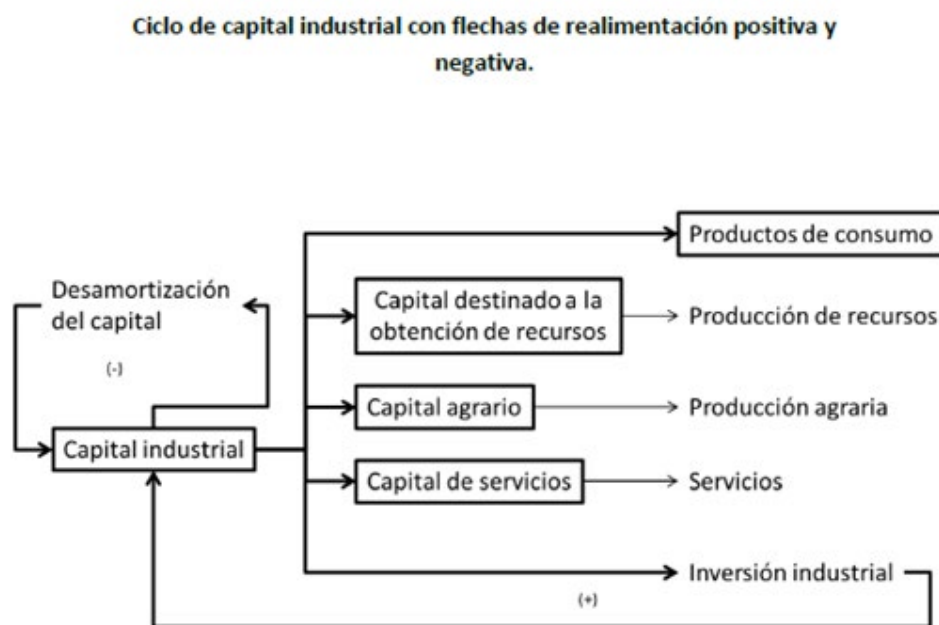
A continuación se va a presentar un modelo muy simplificado de funcionamiento y colapso de una sociedad capitalista e industrializada altamente dependiente de los combustibles fósiles y cómo este crecimiento exponencial obligado por su propia naturaleza choca con los límites físicos impuestos por el planeta. Será útil de cara a la siguiente sección en la que se presentan los resultados del estudio “Los límites del crecimiento”. Y sobre todo, ejemplificará qué significa superar la capacidad de carga en una sociedad con una base económica similar a la nuestra.

Nos apoyaremos en dos figuras. La primera de ellas hace referencia a los flujos de capital asociados a la explotación de combustibles fósiles. Al comienzo de la explotación de los combustibles fósiles, el capital de exploración destinado directamente al hallazgo de nuevos yacimientos era muy bajo, ya que se explotaban los recursos que afloraban en superficie. Lo mismo sucedía con el capital de producción, los pozos de petróleo, por ejemplo, tenían una profundidad y dificultad de extracción mínimas. Ahora bien, a medida que aumentaba el capital de combustión debido a una mayor demanda de estos recursos, era necesario hallar nuevos yacimientos y explotarlos, lo que hace aumentar el capital tanto de exploración como de producción. Sin embargo, fijémonos que estamos haciendo una trampa al no considerar ningún coste sobre la contaminación. Estos son los llamados **costes ocultos**, que son aquellos gastos ambientales que no se contabilizan en el precio de los productos y que provocan efectos perjudiciales sobre el medio ambiente, en la salud y en la sociedad. Imaginémosnos que la contaminación aquí producida en forma de gases de efecto invernadero se

traduce en un aumento de la temperatura terrestre y con ello únicamente en una pérdida de hectáreas de tierra cultivable y de rendimiento de la tierra que aún tiene fines agrícolas.



El capital destinado a la producción de recursos energéticos que estábamos analizando solamente es una parte de la totalidad del capital destinado a la obtención de recursos que a su vez arroja el capital industrial, cuyas distintas componentes pueden estudiarse en la siguiente figura.



Un aumento del capital destinado a la extracción de recursos implicará un aumento de la contaminación, lo que a su vez determinará un aumento del capital agrícola destinado a mantener constante la producción de alimentos que sostengan la población total (que para hacerlo más realista de acuerdo con nuestro mundo real podemos asumir que aumenta exponencialmente). A su vez los yacimientos son cada vez más profundos, y el combustible extraído de peor calidad, debiendo destinar una mayor cantidad al capital de producción (como así ocurre actualmente con los yacimientos de petróleo de pizarras bituminosas, como en Alberta, Canadá). Es decir, el sistema económico debe destinar cada vez una mayor parte del capital industrial en la producción de recursos (imprescindibles para que la rueda siga girando), que a su vez, por los efectos de la

contaminación durante su consumo, ejercen una presión cada vez mayor sobre la explotación de las tierras, debiendo destinar más recursos a las mismas para mantener la producción e incluso elevarla para una población cada vez mayor. Por supuesto, el capital disponible es limitado, lo que provocaría una disminución de los capitales destinados directamente a la manufactura de bienes de consumo y al capital de servicios, por ejemplo sanidad y educación, lo que haría disminuir el índice de bienestar humano. Además la inversión industrial de vuelta al propio capital para aumentar el mismo (gracias a esta flecha de realimentación positiva al reinvertir sobre sí mismo se consigue que el capital total aumente también exponencialmente) comenzaría también a ser menor, con lo que la tasa de amortización del capital (cierre de fábricas por obsoletas) llegaría a ser mayor que la tasa de reposición de nuevo capital, lo que finalmente provocaría que este disminuyese, de modo que ahora el ciclo no es de realimentación positiva, sino al contrario, de realimentación negativa: llega un punto donde los altos costes de extracción de los combustibles y los altos costes de las consecuencias de la contaminación provocan una bajada del capital industrial total y con ello también de los capitales subsidiarios, lo que conlleva una bajada del índice de desarrollo humano y calidad de vida, y por tanto de la esperanza de vida y de la población total.

Es decir, en nuestro sencillo mundo se ha producido un colapso civilizatorio debido al modelo económico y al modelo energético. En palabras de un periodista japonés a Paul Ehrlich, en *Animal Extinctions* [R.J. Hoage (ed), Washington, Smithsonian Institution Press, 1985, p. 163.], y extrapolando al resto de recursos y ramas industriales de un mercado desregularizado como el actual:

*“Ustedes piensan que la industria ballenera es una organización que está interesada en mantener a las ballenas; en realidad, se trata más bien de una enorme cantidad de capital [monetario] que espera generar el máximo de rédito posible. Si puede exterminar las ballenas en diez años con un beneficio del 15%, mientras que sólo podría obtener un 10% con una captura sostenible, las exterminará en 10 años. Después, el dinero se irá a otra parte para exterminar otro recurso.”*

Es decir, el capitalismo funciona en base a ciclos de realimentación positiva que hacen crecer el capital sin parar, todo bajo una base de explotación de recursos no renovables que en un sistema físico finito se agotarán, sin importar además los costes derivados de la contaminación, que no se tienen en cuenta a la hora de fijar el precio de los productos manufacturados y de los servicios (los costes ocultos antes mencionados), lo que hace aumentar más los desfases en cuanto a la percepción de las consecuencias del agotamiento de las fuentes y la saturación de sumideros naturales de contaminación.



## Texto 5

### Proyecciones de “Los límites del Crecimiento” (I)

#### Breve historia de los informes “Los límites del Crecimiento”

La obra “Los límites del crecimiento 30 años después”, escrita por Donella Meadows, Jorgen Randers y Dennis Meadows, constituye la tercera edición de la serie iniciada con *Los límites del crecimiento* en 1972, encargada entonces por El Club de Roma. Esta organización fundada en 1968 con origen en los sectores industriales asociados al automovilismo europeo, está formada por centenares de personalidades, entre los que podemos encontrar políticos, empresarios y científicos, que se encargan del estudio altruista de los problemas que pueden afectar a la humanidad en términos globales y de su posible solución también en un marco mundial. El Club de Roma encargó un informe sobre las consecuencias del modelo de producción y consumo, del que se hizo cargo el Grupo de Dinámicas de Sistemas de la Sloan School of Management del Massachusetts Institute of Technology (MIT), liderado por Dennis Meadows y compuesto por 17 científicos. Tras dos años de trabajo de simulación con el modelo informático World3, inspirado en el World2 de Jay Forrester, en 1972 finalmente publicaron *Los límites de crecimiento*. En él se advirtió de que la humanidad debería invertir cada vez un mayor capital contra las consecuencias ecológicas del modelo de crecimiento, desembocando en algún punto del siglo XXI en una crisis civilizatoria. Ahora bien, no se especificaba qué tipo de recursos se agotarían antes o qué tipo de emisión contaminante sería la que finalmente llevaría el sistema al colapso. Simplemente se dejaba constancia de los límites físicos del crecimiento en el planeta. El éxito de su publicación, junto con la crisis del petróleo de la década de los setenta, propició una importante acogida internacional, que se plasmó en la Cumbre de Estocolmo sobre Medio Humano. En todo caso, no existió una verdadera aplicación de los propósitos alcanzados en dicha reunión, y este tipo de informes fueron relegados a un segundo plano.

Posteriormente, en 1992 se realiza una segunda publicación, “*Más allá de los límites del crecimiento*”, que consistió en una revisión veinte años después del estudio original. Aprovechando los datos recogidos en las dos últimas décadas sobre la evolución a escala global, se actualizó el modelo informático, World3-91, y se alcanzó la misma conclusión: en los dos decenios pasados se corroboraban la mayor parte de las conclusiones anunciadas para el desarrollo de la humanidad en términos de población y crecimiento de capital. Ahora bien, la novedad fundamental consistía en que la humanidad ya había rebasado la capacidad de carga del planeta, extralimitando su desarrollo respecto a las fronteras físicas de la Tierra. De nuevo, su publicación coincidió con una cumbre internacional, la de Río de Janeiro, dedicada al medio ambiente y desarrollo. Si bien es cierto que en cuanto a compromisos y participación esta cumbre marcó un nuevo hito, sus propuestas, incluidas las que se materializaron en Río +5 en forma de Protocolo de Kyoto, fueron olvidadas y no llevadas a la práctica. De hecho, prácticamente no se efectuaron cambios vinculantes (o simplemente no se ejecutaron) en lo que respecta a la emisión de gases de efecto invernadero o ayuda al desarrollo de los países más empobrecidos durante la década de los noventa.

En todo caso, doce años después, en el 2004 en su versión en inglés, se realiza una tercera publicación, “**Los límites del crecimiento 30 años después**”, **texto en el que se centrará este texto formativo**. De nuevo, alerta sobre la situación de extralimitación de la humanidad, y la necesidad de que ésta actúe rápida y globalmente para evitar el colapso. Se realiza una nueva revisión del modelo informático, World3-03, introduciendo, como se verá posteriormente, cambios en la forma de incorporar la tecnología al uso aplicado. Sin embargo, en el panel internacional se han sucedido únicamente fracasos, sin prestar atención a los informes que como éste que nos ocupa, alertan sobre la necesidad imperiosa de modificar nuestros hábitos de producción y consumo. Como ejemplo de este fracaso internacional se puede señalar el Protocolo de Kyoto, que a pesar de que entró en vigor en 2005 no ha sido aplicado por los países miembros, disolviéndose simplemente en una carta de buenos propósitos, como así se refleja en las conclusiones de las distintas cumbres que se han sucedido, como la de Durban en el 2011, que tendría que haber renovado las intenciones de los anteriores acuerdos internacionales. La cumbre de París, diciembre de 2015, constituye otro ejemplo del fracaso que acompaña al capitalismo para hacer frente a la crisis ecológica y de recursos anunciada.

Finalmente, en el 2012 se hace pública la cuarta edición de la serie en francés, “*Les limites à la croissance (dans un monde fini)*”. Con datos revisados, se eliminan ciertas especulaciones que aparecían en la edición del 2004 debido a la falta de datos mundiales. En todo caso, se confirma lo expuesto ocho años antes, sin aportar nada realmente nuevo a la discusión, más allá de la advertencia de que nuestro modelo económico y social necesita cambios urgentes, y éstos, a pesar del paso de los años, no tienen lugar.

### **Parámetros técnicos de las simulaciones**

Recordemos que las proyecciones que se presentan aquí son del estudio más actual del año 2000, “*Los límites de Crecimiento 30 años después*”. Las proyecciones que en este estudio se presentan constituyen una simplificación del mundo, en diferentes niveles, parecida a la presentada ya en el texto Huella Ecológica y Extralimitación. Tal y como alertan los propios autores, la manera de programar la simulación (qué parámetros se tienen en cuenta, cuales se desprecian, etc) y la interpretación posterior de los resultados obtenidos dependen en un alto grado de la línea de pensamiento del humano que los estudia. Es decir, no es lo mismo simular un planeta con unas reservas de combustibles gigantes en comparación con las descubiertas hasta el momento o bien simularlo con unas reservas muy limitadas. Depende por tanto del paradigma en que sean realizadas y analizadas las proyecciones. Por otra parte, en el estudio se realizan varias proyecciones. Muchas se descartan por ser demasiado catastrofistas: no se presentan al público no porque no se obtengan o sea potencialmente incorrectas, sino porque no se quiere crear una sensación en la sociedad de que esto que se cuenta está demasiado alejado de la realidad (recordemos lo sorprendentemente rápido que se desarrolla el crecimiento exponencial llegado a un límite y el salto cualitativo y repentino que produce y lo difícil que resulta asumirlo).

El mundo simulado se comporta como si todas las decisiones que se toman en un determinado

momento son ejecutadas en su totalidad por todos los sectores, trabajando siempre con medias mundiales (evidentemente, sin intereses de clase). No existen enfrentamientos por recursos y el capital militar no se considera. Atención a esto último, lo que nos quiere decir es que la proyección no tiene en cuenta movimientos desesperados de personas por falta de recursos, por inundación o sequía extrema de tierras, deshielo de los glaciares que alimentan los grandes ríos de la India, etc. No hay tampoco guerras por los recursos más escasos. No hay diferenciación entre regiones en esta versión más actualizada que comentaremos del 2003 (aunque ya un estudio posterior al original de 1972 reconoce que habrá regiones que caigan “ecológicamente” antes que otras) y que viene a confirmar las anteriores con datos actualizados sobre el desarrollo económico, de agotamiento de recursos y de contaminación publicados por organismos oficiales e internacionales.

En concreto, **el modelo (llamado World3) trabaja con las siguientes magnitudes: población, capital industrial, contaminación persistente y superficie de tierra cultivable.** A través de ciclos de realimentación positiva y negativa<sup>2</sup> se establecen una serie de circuitos y flujos, de modo que cada una de estas magnitudes varía: como nacimientos y defunciones, en el caso de la población; inversiones y desamortizaciones en el caso del capital industrial; generación y asimilación por el medio de agentes contaminantes para el caso de la polución; y por último para las tierras cultivables, erosión del suelo, desaparición de terrenos cultivables por la edificación, y habilitación de nuevas tierras. La mayoría de las relaciones son no lineales: sino exponenciales.

En las proyecciones también se introducen las mejoras tecnológicas: se supondrá que la tecnología en el laboratorio aumenta a un ritmo del 4% anual, y que necesita un promedio de 20 años para verse reflejada como mejora en el capital industrial. A largo plazo se produce una mejora espectacular. Por ejemplo, comenzando en el año 2000, una tecnología que evite la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera llegará a reducir las emisiones en un 95% en el 2100, tal y como puede observarse en la siguiente tabla.

Año	Reducción %
2000	0
2020	10
2040	48
2060	75
2080	89
2100	95

En definitiva, los resultados que se presentan en las Proyecciones de “los Límites del Crecimiento” NO son cuantitativos. Da lo mismo que una proyección ofrezca un determinado valor de esperanza de vida. Lo importante son las tendencias CUALITATIVAS. Para cerciorarnos de que las proyecciones tienen un poso de verdad se han realizado desde 1900, de modo que hasta el 2000 deben de corresponderse con los datos de la realidad (como así sucede).

<sup>2</sup> Los ciclos de realimentación negativa tienden a disminuir los valores de un cierto parámetro, mientras que los ciclos de realimentación positiva tienden a acrecentar dicho valor. El equilibrio homeostático se alcanza cuando los ciclos de diferente signo se compensan unos a otros.

## Texto 6

### Proyecciones de “Los límites del Crecimiento” (II)

En el informe “*Los límites del Crecimiento 30 años después*” publicado en 2004 se muestra un total de 10 proyecciones. Nos centraremos en las proyecciones 2, 6 y 9, al considerarse paradigmas de las diferentes vías que puede escoger la humanidad y al ser la 6 y la 9 en cierto modo antagónicas, al representar mundos con humanidades que responden de manera diferente a la situación de crisis.

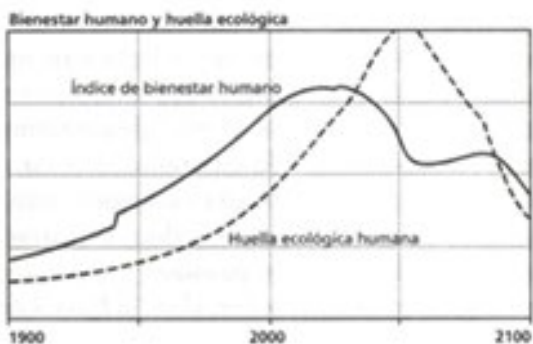
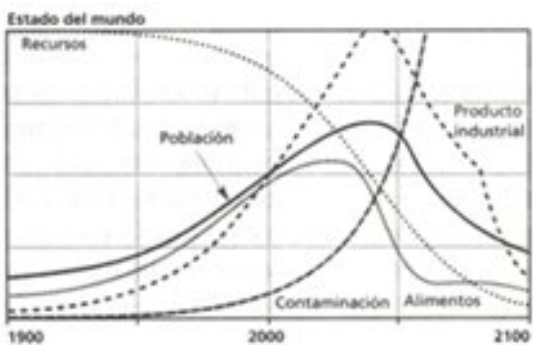
Cada una de las proyecciones consta de tres gráficas. La superior corresponde al estado del mundo, con las existencias de recursos, la contaminación, el total de alimentos y como magnitudes puramente humanas, la población y el producto industrial. En la segunda gráfica se representan los índices de vida material, como la esperanza de vida, y los bienes, alimentos y servicios por persona. Finalmente, en la gráfica inferior tenemos representados la evolución del índice de bienestar humano y la huella ecológica de la humanidad.

En el primer caso, **proyección 2, sin un cambio de políticas claro**, la población alcanza su máximo en torno a 8.000 millones de personas en 2040, con unos niveles de consumo muy elevados, así con un alto índice de bienestar (recordamos, medias en términos globales). Sin embargo, el índice de contaminación aumenta descontroladamente, lo que implica una reducción de los rendimientos agrícolas y un aumento de la erosión, obligando a desviar hacia ese sector grandes cantidades de capital. La población comienza a disminuir por la falta de alimentos y los efectos sobre la salud de la contaminación. El capital industrial total también se resiente.

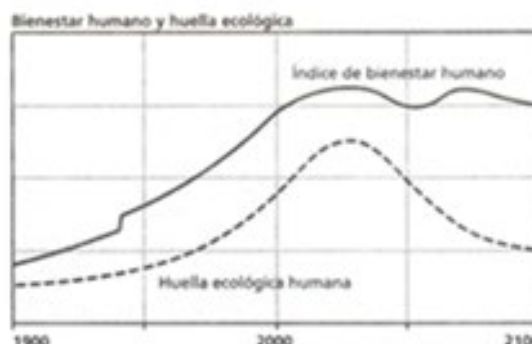
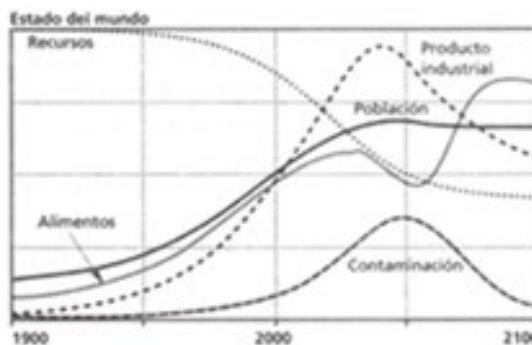
Esta simulación se ha realizado teniendo en cuenta una mayor abundancia (no desmedida) de recursos no renovables. **Un escenario bastante optimista** dadas las estadísticas publicadas de la Agencia Internacional de la Energía, discutidas en el documento Pasos hacia la Soberanía Energética de la UJCE. De todas maneras, creyendo en un futuro descubrimiento de nuevos yacimientos, el desarrollo actual de la humanidad apunta sin dudas a esta proyección inicial. Es decir, se dirige hacia el **colapso** debido a una crisis de contaminación con foco en los sumideros naturales y no tanto en las fuentes de recursos no renovables. Nos vamos a ahogar en nuestros propios residuos antes de conseguir gastar todos los recursos. Por lo tanto, primera idea fundamental: aun alejando los picos de producción de los diferentes recursos, no siendo tan importante cuándo se agotará el petróleo, el cobre o el resto de recursos, sino las consecuencias de su explotación.

**La proyección 6** es el culmen de una serie de proyecciones (3, 4 y 5) que solamente tienen en cuenta cambios en la tecnología y en los mercados, que apuestan por un uso más eficiente de los medios de producción y por un control exhaustivo de la contaminación y del rendimiento de la tierra y de su erosión. **Es decir, una suerte de “capitalismo verde” ideal.** Vamos a ir repasando estas proyecciones hasta llegar a la 6.

Se parte de la proyección 2 para ir incorporando los cambios y poder comparar con una misma situación. La proyección 3 se caracteriza por la implementación de tecnología de control de la contaminación, lo que permite un bienestar humano mayor para más personas más allá del 2040; sin embargo, desemboca en una crisis de alimentación mundial debido a que la presión demográfica aumenta y no se han tomado medidas contra la erosión del suelo y la pérdida de hectáreas cultivables por la expansión urbana. Finalmente los altos costes del capital agrario hacen que el capital industrial comience a disminuir al no poder compensar las desamortizaciones, lo que provoca un descenso de los índices materiales de calidad de vida, un descenso en la producción de alimentos y por tanto un ciclo de crisis económica y demográfica.



**Proyección 2. Mayor abundancia de recursos no renovables sin cambio en políticas.**



**Proyección 6: mayor abundancia de recursos no renovables, tecnología de control de la contaminación, mejora del rendimiento de la tierra, protección del suelo contra la erosión y tecnología de eficiencia energética.**



En la proyección 4 se considera que además la humanidad tiene en cuenta tecnologías que aumentan el rendimiento del suelo. Sin embargo este mundo es también insostenible debido a la reducción paulatina de tierras debido a la presión demográfica, lo que obliga a sacar cada vez un mayor rendimiento de cada vez un menor número de tierras. Esto finaliza en una crisis de erosión del suelo, lo que conlleva un descenso acumulativo sin duda catastrófico para la humanidad en torno al año 2070, con un colapso económico y demográfico antes de fin de siglo.

Aunque se añada en la proyección 5 una mejora tecnológica en la protección del suelo contra la erosión, de bajo coste ya que está fundamentada en tecnologías ancestrales como la rotación de cultivos, solamente se consigue postergar unos años el colapso, debido a la combinación de una crisis de costes cada vez mayores, tanto requeridos por el capital de producción de recursos como el agrario, y el aumento demográfico.

Finalmente nos encontramos con la proyección 6, la otra figura aquí adjunta, en la que la humanidad, a los anteriores avances tecnológicos, añade el desarrollo de tecnologías de eficiencia energética. En este caso, la combinación de estas tecnologías permite evitar el colapso que sucedía en las anteriores proyecciones. Alrededor del año 2050 se produce un descenso en el ratio alimentos por persona, lo que hace disminuir la esperanza de vida, y muy ligeramente la población, debido a que la contaminación aumenta disminuyendo el rendimiento del suelo. Sin embargo este problema se subsana gracias al aumento del rendimiento agrícola y la reducción de la contaminación. A finales de siglo la población está estabilizada en torno a 8.000 millones, con un índice de bienestar humano similar al del año 2000. Sin embargo, el producto industrial muestra signos de caída debido a los importantes gastos destinados a hacer frente a los problemas de hambre, erosión, contaminación y escasez de recursos, lo que implica que los servicios y productos manufacturados por persona comiencen a disminuir también. **En definitiva, este mundo se ve abocado a una crisis de costes que lo hace insostenible.**

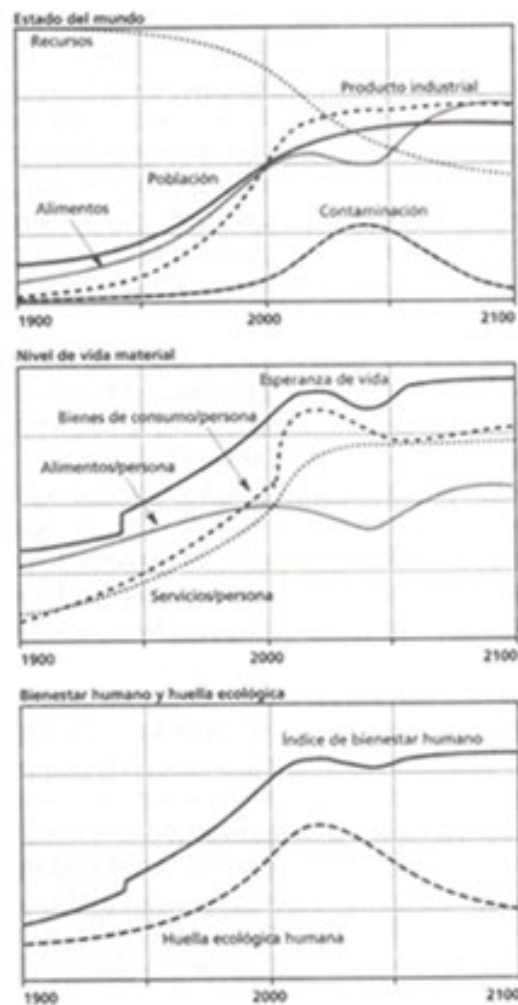
Hasta ahora no se ha supuesto ningún cambio en la mentalidad de la humanidad. Esta sigue funcionando bajo un esquema de crecimiento indefinido, en el que en todo caso, para garantizar el mismo, realiza importantes inversiones tecnológicas. **Las proyecciones siguientes involucran cambios en el comportamiento humano, de modo que éstos alteran directamente ciertos ciclos de realimentación positiva limitando el crecimiento.** De esta manera, en la **proyección 7 la humanidad decide**, siempre sobre la proyección 2 que debe cogerse como referencia (se recuerda que es la senda más parecida a la que hoy en día estamos siguiendo), simplemente **estabilizar la población humana**, limitando el número de hijos por pareja a dos de manera estricta. Debido a la inercia, la población sigue aumentando durante una generación más. Esta estabilización en la población permite que la presión demográfica sea menor y que el producto industrial aumente en mayor medida que en la proyección 2, pero **el final es el mismo**, un **colapso** debido a un aumento descontrolado de la contaminación, de modo que el sistema ni siquiera es estable con una población limitada a 7.500 millones de personas tras el 2050.

En la **proyección 8** incluimos además del control de la población un **producto industrial estable por persona a partir del 2002**, de modo que el mismo por persona sea para todos un 10% superior al del año 2000 (conviene destacar que esta medida es simplemente anticapitalista ya que ataca el corazón del mismo, la reproducción de capital!). Además, dicha humanidad ha decidido apostar por unos **productos que duren un 25% más**, lo que supone una vida útil del capital industrial mayor, que en la simulación pasa de 14 a 18 años, los servicios de 20 a 25 años y los productos agrícolas de 2 a 2,5 años. Sin embargo, a pesar de que el sistema puede destinar menos recursos a la renovación de capital para contrarrestar la amortización, lo que provoca un aumento más rápido que en las anteriores proyecciones del capital industrial, y que garantiza un bienestar humano adecuado para toda la población del 2010 al 2040 para más de 7.000 millones de personas, **finalmente el sistema entra en colapso debido a la subida de los agentes contaminantes**, que conlleva una crisis de contaminación con los efectos antes comentados en las proyecciones 2 y 7.

**Finalmente, nos queda una última opción, representada en la figura adjunta de la proyección 9, que consiste en combinar el control sobre la población y sobre el producto industrial por persona, y las mejoras en tecnologías** de la proyección 6. Estas tecnologías, como hemos visto, implicaban un alto coste en capital, de modo que finalmente el sistema económico no podía hacer frente a la vez a los requerimientos de capital de las mismas debido a los acuciantes problemas a los que se enfrentaba. Sin embargo, con esta sociedad que limita su población, y por tanto la presión demográfica anteriormente aludida, y sus niveles de consumo y por tanto de necesidad de crecimiento, sí que puede hacer frente de manera sostenible a los altos costes que se van generando. El bache que se observa en torno al 2040 en esperanza de vida e índice de bienestar humano por un descenso en los servicios, productos y alimentos por persona se debe a un **desfase** respecto a los excesos de las décadas anteriores, que han hecho aumentar la polución, y con ello disminuir la fertilidad del terreno, lo que provoca un descenso en la producción de alimentos que finalmente puede ser subsanada. La sociedad consigue estabilizar su población mundial en 8.000 millones de personas, manteniendo un nivel de vida suficiente a lo largo del siglo. A finales del mismo hay un 50% más de servicios respecto al 2000, alimentos suficientes para sostener a la población, una disminución importante de la contaminación y unos recursos no renovables que no se agotan, manteniéndose un 50% de las reservas intactas en el 2100, lo que permite su sustitución gradual por recursos renovables. La huella ecológica comienza a disminuir a partir de 2020, así como a partir del 2010 la tasa de extracción de recursos no renovables. La erosión del suelo se frena y reduce a partir del 2002 gracias a la aplicación de hábitos como la rotación de cultivos.

En definitiva, las soluciones tecnológicas que propone la filosofía del “desarrollo –crecimiento-sostenible” vinculada al capitalismo verde no son suficientes y abocan a la humanidad al colapso, incluso en sistemas modelados de forma ideal. Solo la combinación de estas medidas junto con un control tanto de la actividad industrial como de la población (en políticas de natalidad) permitiría sortear el futuro del colapso. **A su vez, dada la propia naturaleza del capitalismo, medidas como el control del producto industrial para detener su crecimiento y “estancarlo”**

**son imposibles bajo su marco. Solo el socialismo es compatible con el conjunto de las políticas necesarias.** Ahora bien, estas proyecciones están realizadas de modo que las políticas cambian de rumbo en el 2002, fecha que hemos sobrepasado en más de una década. Fijémonos que en la proyección 9 existe un bache en torno al 2040 debido a los desfases acumulados. El potencial impacto de estos desfases sobre el bienestar humano crece cuanto más tiempo corra sin un cambio de sistema. Llevamos más de 15 años de retraso respecto a las medidas que pueden ayudar a evitar el colapso al que nos lleva nuestra senda que es la de la proyección 2.



**Proyección 9: mayor abundancia de recursos no renovables, desarrollo e implementación de las mismas tecnologías que en la proyección 6; a partir del 2002 se aspira a una población y producto industrial por persona estables.**

## Texto 7

### Sobre el carácter de clase del Club de Roma

La crítica al Club de Roma está completamente basada en las conclusiones y el argumentario de Wolfgang Harich, periodista y filósofo de la RDA, cuyo libro “*¿Comunismo sin crecimiento? Babeuf y el Club de Roma*” se puede encontrar en la Caja de Herramientas de la UJCE.

En primer lugar, el Club de Roma fue duramente criticado desde las posturas comunistas de Europa occidental y oriental debido a que se entendía que suponía un ataque a uno de los preceptos máximos del socialismo: el desarrollo total sin barreras de las fuerzas productivas al superarse las contradicciones de las que eran presas en el capitalismo. Además, se daba en un contexto de guerra fría en el que la propaganda era una baza importantísima, y que se traducía, entre otros campos, en la comparación del nivel de vida material entre este y oeste. ¿Paralizar la producción? Esto era asumido automáticamente como un intento de desestabilización de los sistemas socialistas, donde precisamente el desarrollo de las fuerzas productivas implicaba un reparto equitativo sin desniveles. El control de la población estaba sujeto a los mismos debates: en un contexto de preguerra paralizar el crecimiento demográfico no estaba justificado, y así lo reflejan los foros de países socialistas en los que se garantizaba la libertad de los individuos en tener todos los hijos que quisieran, salvando la excepción china.

Ahora bien, la desconfianza y el ataque al Club de Roma venía dado también porque su máximo impulsor fue Dr Aurelio Peccei, manager de grandes empresas ligado a la Fiat y a Olivetti. Además, los estudios del MIT fueron financiados por grandes monopolios europeos del automóvil, en concreto la Fiat y Volkswagen. A esto, el comunista Harich, uno de los pocos referentes del ecologismo socialista de los años setenta y nada crítico con el sistema político de los países socialistas, argumenta lo siguiente.

Si bien considera que debido a los antecedentes expuestos es necesario mirar con crítica y recelo a las publicaciones del Club de Roma, estas medidas naturales de seguridad no deben ser exageradas, y menos en lo que respecta a estudios con base científica. En primer lugar, muchas de las investigaciones que dieron cuerpo a la teoría marxista fueron financiadas por la firma Ermen & Engels, de Manchester, sin que esto perjudicara a los resultados del análisis de Marx. En segundo lugar, el automóvil particular es el objetivo de todos aquellos que se rebelan contra la contaminación urbana, del despilfarro organizado y la dilapidación de la energía, por lo que entiende que sea precisamente el sector del automóvil el primero que intente buscar un ropaje “verde” sobre el que involucrarse (el famoso “capitalismo verde”, en el que por ejemplo ahora todos los motores de gasolina son eco), entre otras cosas financiando estudios de impacto ambiental como el presente. De forma irónica argumenta que se trata de un producto de la beneficencia burguesa, esto es, que sería ilógico rechazar un estudio científico que nos aporta un arma muy poderosa para la superación en los planos intelectual y material del capitalismo simplemente por su origen. Finalmente, justifica que la burguesía monopolista está altamente interesada, por lo mucho que afecta a sus estrategias a

largo plazo, en la investigación futuroológica. Es decir, qué sucederá con el consumo, con los recursos y con su explotación.

Del mismo modo alerta sobre lo corto que se queda el estudio del MIT en cuanto a conclusiones, comparando a sus autores científicos con los antiguos socialistas utópicos, en los que únicamente se podía encontrar un germen de lo que posteriormente debería desarrollarse como auténtica ciencia (el socialismo científico). Aunque anteriormente no se comentó, estos investigadores no llegan a la conclusión de que el capitalismo deba ser superado. Sorprendentemente no arrojan ninguna alternativa con su nombre y apellidos, sino que piden un cambio ético de comportamiento al conjunto de la sociedad: buenas intenciones únicamente. No ofrecen una estrategia de toma del poder o una propuesta con medidas reales y materializables, con sus pros y contras y con las posibles oposiciones que puedan encontrarse a lo largo del camino. Por último advierte de que ese decrecimiento anunciado en el primer informe (en realidad en la edición de 1970 se defendía el crecimiento cero –igualmente incompatible con el sistema capitalista- pero en informes posteriores como el analizado del 2002 ya se empieza a hablar de decrecimiento) pronto se ha visto transgiversado en el libro de Mesarovic y Pestel, en el que ya se habla de un crecimiento orgánico, entendido este como que en ciertas zonas se crecería y en otras lo contrario. Advierte de que esto únicamente causa confusión al provenir de la comunidad científica, que el cambio continuado de nombres causa desapego y que intenta justificar ya el intento de seguir creciendo a pesar de que en términos globales el primer informe deja claro que ello es insostenible y que es necesario el crecimiento cero. Además, alerta de que frases como “Soy de la opinión de que no hay que poner límites al crecimiento porque en sentido humano y social seguimos desarrollandonos” son un flaco favor al sostenimiento de la humanidad.

Aquí recordemos que la obra escrita en los 70 de “*Los límites del crecimiento*” podía defender el crecimiento cero y un mayor reparto a partir de las fuerzas productivas existentes entonces. En cambio, actualmente, como ya hemos visto, hemos superado la capacidad de carga del planeta y estamos lejos de poder sostener un crecimiento cero: según el estudio que se ha presentado publicado en el 2000 y que supone una actualización del de los 70, sería necesario el decrecimiento.

Brevemente, ¿qué se decía en el bloque pro-soviético? Harich viene a demostrar que: 1- en el bloque del este sí que se hablaba de ecología y para ello pone de relieve las aportaciones de los yugoslavos al Club de Roma (segundo libro de Mesarovic y Pestel), así como el simposio celebrado en Moscú a mediados de los 70 sobre “El Hombre y Medio Ambiente”, en el que hubo aportaciones de científicos soviéticos de diferentes ramas posicionados claramente a favor del conservadurismo ambiental (como Kapiza, Rytschkov, Budyko, Medunin, Naumov, Urlanis, etc, posicionados más en la línea del crecimiento cero); 2- la tendencia más importante y que parece imponerse es la de los “fetichistas del crecimiento” que consideran necesario y adecuado sin riesgos seguir creciendo industrialmente; 3- Feodorov, ecólogo soviético de gran prestigio, simboliza una suerte de término medio, cercano al Club de Roma pero defensor del crecimiento sostenido apoyado en el desarrollo tecnológico y con una serie de reformas que solamente el socialismo, a diferencia del capitalismo, es capaz de implantar para la protección ambiental al no estar basado en intereses individuales sino colectivos;



4- precisamente Feodorov tiene influencia en el informe del Comité Central presentado al XXIV Congreso del PCUS de 1971 y en los futuros planes de trabajo de Breznev, donde se considera que “el progreso científico-técnico no puede ser el punto de arranque de una peligrosa contaminación del aire, del agua y de los campos”. En definitiva, la discusión se lleva dentro de los términos marcados por el PCUS y existía una corriente de pensamiento netamente comunista que, sin cuestionar el funcionamiento político, sí cuestionaba las políticas económicas que dañaban irremediabilmente el sistema en equilibrio de la Tierra y que llegaban a ver el crecimiento cero como una solución que podía recoger el socialismo.

La noción de comunismo homeostático que desarrolla Harich en su libro es interesante, pero no nos adentraremos en ella.

## Texto 8

### Otros textos y enlaces

#### Conferencia de Ecologismo y Mundo Rural

- *Escuela de Mundo Rural y Ecología*

<http://archivo.juventudes.org/escuelamundoruralyecologia>

En mayo de 2012 la UJCE celebró su I Conferencia Política acerca de “Ecología y Mundo Rural”. Esta conferencia, fruto de los debates y acuerdos obtenidos en el XI Congreso de la UJCE, perseguía involucrar a toda la organización en el debate y la formación para mejorar nuestra intervención en las pequeñas ciudades y pueblos del entorno rural, así como en el movimiento ecologista.

La primera fase de esta Conferencia la tuvimos el sábado 11 de febrero en Madrid, con una Escuela de Formación sobre “Mundo Rural y Ecología”, a la que asistieron militantes de todo el Estado para posteriormente trasladar la formación y los debates que se dieron a sus organizaciones regionales/nacionales.

- *Documentos de Ecologismo*

<http://archivo.juventudes.org/uni%C3%B3n-de-juventudes-comunistas-de-esp%C3%A1a/documentos-de-ecologismo-conferencia-de-medio-rural-y>

Documentos de Ecologismo emanados de la Conferencia de Medio Rural y Ecologismo de la UJCE, realizada en Madrid los días 26 y 27 de mayo de 2012.

#### El ecologismo en el marxismo

- *¿Comunismo sin crecimiento?* Bafeuf y el Club de Roma, Wolfgang Harich

<http://archivo.juventudes.org/wolfgang-harich/comunismo-sin-crecimiento-babeuf-y-el-club-de-roma>

Excelente ejemplo de aporte teórico sobre ecologismo en el marco marxista. Imprescindible para comprender el encaje del ecologismo dentro del marxismo y el carácter de clase del Club de Roma y los estudios emanados del mismo. También es interesante la visión del comunismo homeostático (aquel en el que existiría un equilibrio entre actividad humana y medio natural) y la clasificación de “necesidades” humanas. Por último, arroja luz sobre las diferentes líneas en política ecológica que existían en el bloque socialista, básicamente diferenciando a los “fetichistas del crecimiento” (que apostaban por un desarrollo total de las fuerzas productivas) frente a los conservaduristas ambientales que defendían una detención del crecimiento.

- *La ecología de Marx. Materialismo y naturaleza*, John Bellamy Foster. Editorial El Viejo Topo.

Obra en la que se realiza un repaso de la filosofía de Marx y sus estudios y reflexiones más destacados en torno a la ecología y el ecologismo.

### **Crisis ecológica global**

- *Los límites del crecimiento 30 años después*, Donella Meadows, Jorgen Randers, Dennis Meadows. Editorial Galaxia Gutenberg.

Esta obra ha sido utilizada para la realización de los textos “Proyecciones de los límites del crecimiento” I y II. Se trata de la presentación del trabajo actualizado del MIT sobre proyecciones en el futuro de la humanidad según se apliquen diferentes políticas teniendo en cuenta los límites físicos del planeta. Aunque es necesario advertir que las conclusiones sobre qué hacer son pobres e incluso contradictorias con los resultados obtenidos por los científicos, el estudio en sí mismo es de gran valor y puede servir de argumentario.

- <http://crashoil.blogspot.com.es/>

Blog de Antonio Turiel, miembro del Institut de Ciències del Mar del CSIC. Aquí podrán encontrarse excelentes materiales, principalmente referidos a los recursos energéticos (combustibles fósiles, uranio, energías renovables, fracking, etc). También arroja luz sobre el posible colapso provocado por la extralimitación de los límites físicos del planeta y posibles alternativas.

- [https://www.youtube.com/watch?v=\\_hdh7MRKyPE](https://www.youtube.com/watch?v=_hdh7MRKyPE)

Los primeros 50 minutos (los interesantes) son de una charla de Antonio Turiel sobre recursos energéticos y peakoil, esto es, sobre el cénit de la producción de petróleo. Ofrece una gran cantidad de datos acerca de cómo se extraen estos recursos, de la situación real de los mismos y del papel de las empresas petroleras y energéticas.

### **Ecologismo Social**

- *Cambiar las gafas para ver el mundo. Una nueva cultura de la sostenibilidad*, Yayo Herrero, Fernando Cembranos y Marta Pascual (Coords.). Editorial Libros en Acción.

<https://es.scribd.com/document/80147213/Cambiar-las-gafas-para-mirar-el-mundo>

Se trata de una buena obra resumen sobre las ideas básicas del ecologismo social, vertiente ecologista que hace suya entre otros Ecologistas en Acción. El ecologismo social aúna facetas clásicas del ecologismo (como el conservadurismo ambiental, el análisis de la crisis ecológica, etc) junto con ideas de justicia social con base marxista en el estudio (aunque no se diga expresamente).

Se trata de un texto importante editado por Ecologistas en Acción que muestra como desde el ecologismo social, con términos y formas de expresión diferentes a las utilizadas por organizaciones comunistas, se llega a las mismas conclusiones que las arrojadas mediante análisis marxistas.

### **Ecofeminismo**

- <https://www.youtube.com/watch?v=j5EZGYdUJCo>  
Charla “El decrecionismo ecofeminista: una alternativa política desde el feminismo” de Amaia Pérez Orozco es doctora en economía internacional y desarrollo por la Universidad Complutense de Madrid. Se trata de un material de interés al unificar crisis ecológica con crisis de cuidados y con ello desarrollar bajo un mismo paraguas el feminismo y el ecologismo.
- <https://www.youtube.com/watch?v=uXG-vSSlCkA>  
Charla “Ecología, decrecimiento y ecofeminismo” de Yayo Herrero, excoordinadora estatal de Ecologistas en Acción. En la línea de la anterior charla de Amaia, constituye un buen comienzo en el pensamiento de esta autora que relaciona de forma natural anticapitalismo, ecologismo y feminismo.

## Otros

- Esto lo cambia todo, el capitalismo contra el clima, Naomi Klein.  
Nuevo libro de la periodista canadiense en el que arroja luz sobre el funcionamiento del capitalismo en el marco de la crisis ecológica y la manera de enfrentarla, desde la negación absoluta hasta la inactividad revestida de marketing verde. También arroja luz sobre el funcionamiento de grandes grupos ecológicos al servicio de las grandes corporaciones y sobre el cariz que están tomando en la actualidad las protestas netamente ecologistas frente a grandes proyectos mineros y energéticos. Ahora bien, se aleja de los preceptos del ecologismo social y hay que leerla críticamente, ya que se trata, en las conclusiones, de un buen ejemplo sobre la línea reformistas del capitalismo frente al cambio climático. Puede resultar interesante enfrentar la lectura de este libro con el otro de Cambiar las gafas para ver el mundo.