

**Transición  
hacia una ciencia,  
tecnología y  
sociedad  
sostenibles**

**La  
UVa  
en  
CURSO**

**UVa**

**25 de septiembre**  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA LA SOSTENIBILIDAD

**2013**

**Necesidad de nuevos paradigmas holísticos en la ciencia y la tecnología**  
Carlos de Castro Carranza



El mundo es hermoso y complejo y frecuentemente no solemos contemplarlo como un todo. En ciencia, de hecho, lo solemos trabajar recortándolo en pequeñas partes. Un científico puede trabajar toda su vida en una molécula de las hojas de una de las plantas que vemos en la foto, y perder fácilmente el contexto global. A una ciencia de metodología holística le cuesta bajar a esa molécula porque comienza con la contemplación del todo (¡y qué difícil es no extasiarse en él!)



• Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.  
• No podemos resolver los problemas usando el mismo tipo de pensamiento que usamos cuando se crearon.

A. Einstein

**SYSTEM FAILURE**

**Necesidad de nuevos paradigmas holísticos en la ciencia y la tecnología**

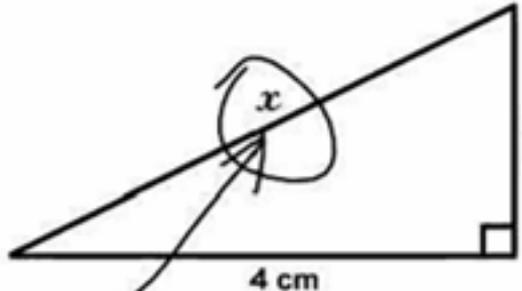
Carlos de Castro Carranza

Las crisis del mundo actual nos llevan a la conclusión de que el sistema ha fallado. Ante un problema tan radical y grave, ya no vale pensar de la misma forma. En el caso de la ciencia defenderemos que, si queremos que contribuya a la transición no desastrosa del sistema, deberá cambiar de tipo de pensamiento (de metodología).



Nacemos con orejeras (por ser humanos)(foto de la izquierda). La educación-ciencia nos pone filtros (los caballos de la derecha). Y la sociedad-cultura nos pone zanahorias que necesitamos. En las próximas diapositivas se invita a hacer un viaje restrictivo (nuevas cinchas en el burro volador son necesarias) para hacer un viaje especial, pues una ciencia holística pretende ver desde arriba las cosas, aunque si uno es miope (y los burros no tienen buena vista) la cosa no tiene porqué ser agradable.

3. Encuentre "X"



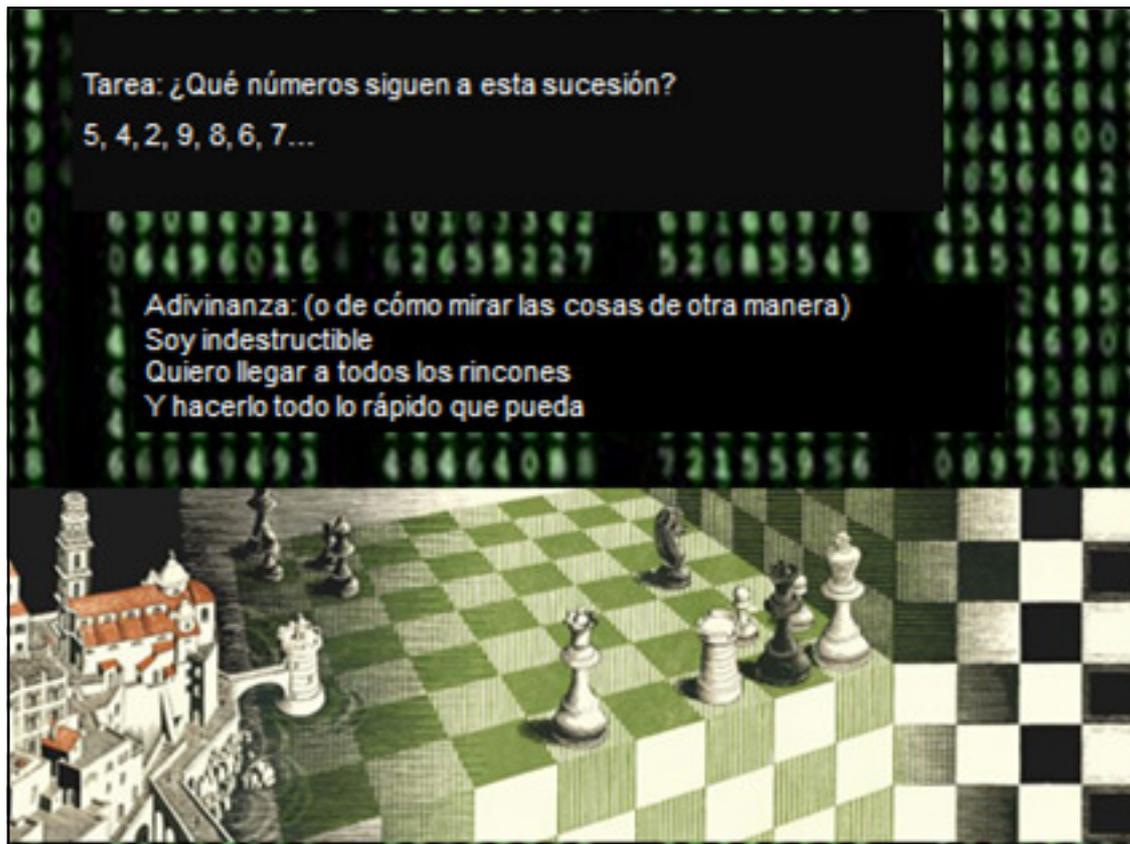
Si:

$$\lim_{x \rightarrow 8} \frac{1}{x-8} = \infty$$

Entonces:

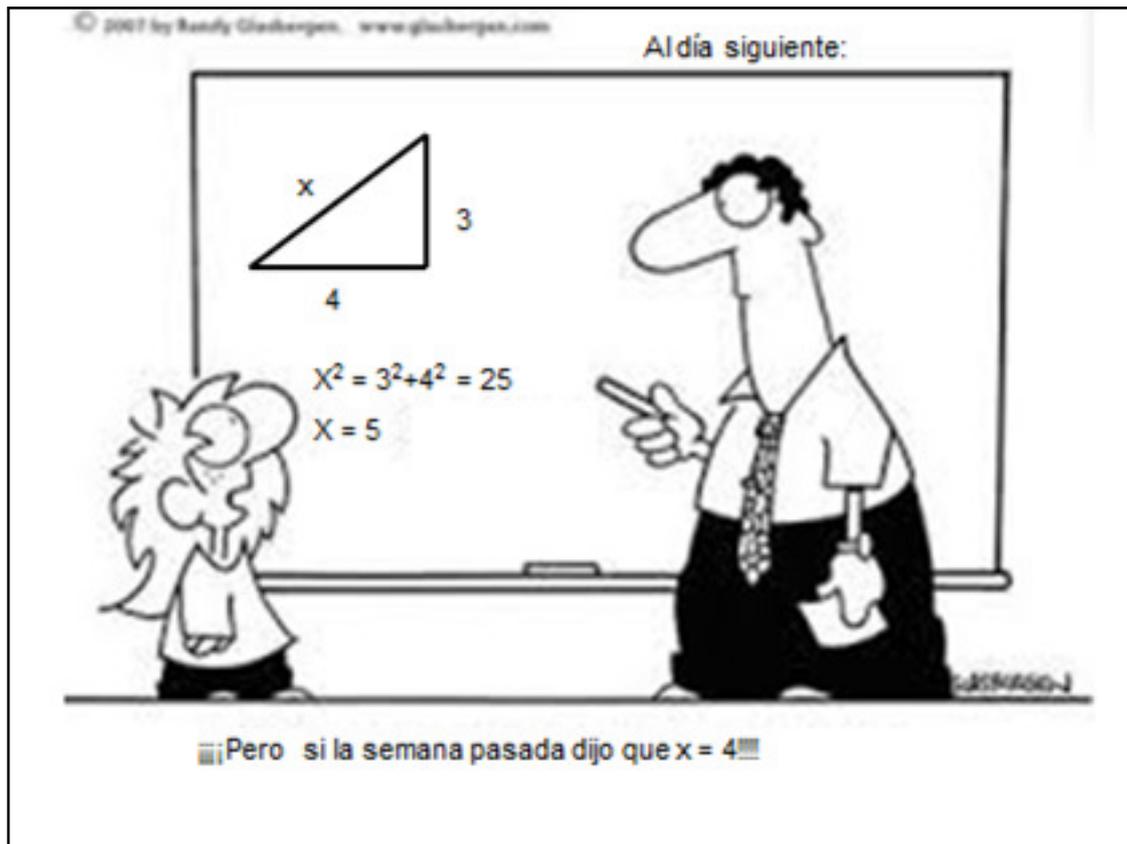
$$\lim_{x \rightarrow 5} \frac{1}{x-5} = \infty$$


Que la educación pone un filtro desde el principio a nuestra mirada es obvio en estas dos imágenes de exámenes. El profesor de matemáticas puso un cero a los alumnos que contestaron de esa manera a pesar de que sus respuestas eran lógicas y correctas (e incluso brillantes y geniales).



Por supuesto no podemos criticar la educación como algo malo, pero sí ser consciente de que nos puede limitar en ocasiones. Ante los problemas que se invita aquí a resolver cabe preguntarse quién estaría mejor preparado, si el alumno del 5 horizontal o su profesor. La ciencia nos pone límites. Es su tarea de hecho fundamental (no podemos viajar a más velocidad de la luz) a la vez que nos abre la mirada hacia nuevos horizontes que no habíamos percibido antes (cuando descubrimos que las estrellas no eran fogatas, se abrió de golpe un universo enorme ante nosotros).

La imagen de Escher del ajedrez, tiene un futuro sencillo de ver para todo el que conozca las reglas del juego, pero no nos solemos parar a pensar en que lo interesante (y el reto) de esa posición es deducir el pasado (las jugadas anteriores).

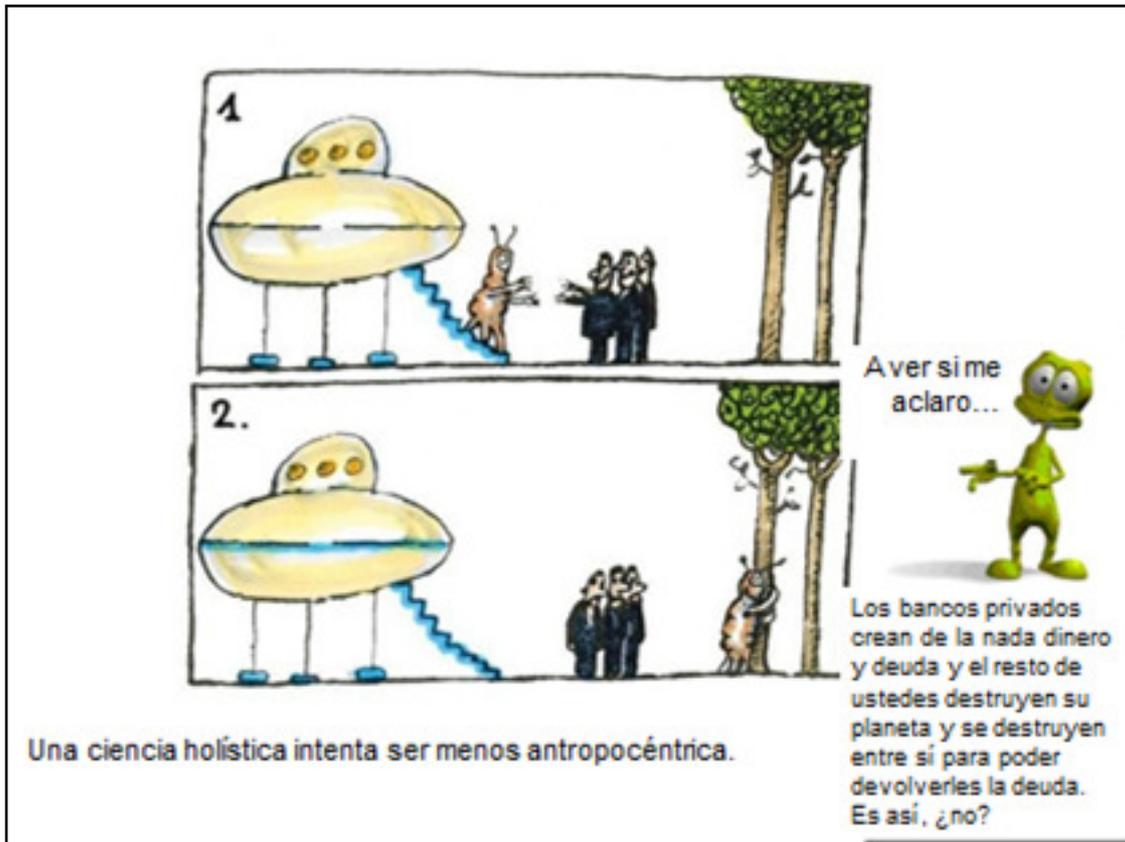


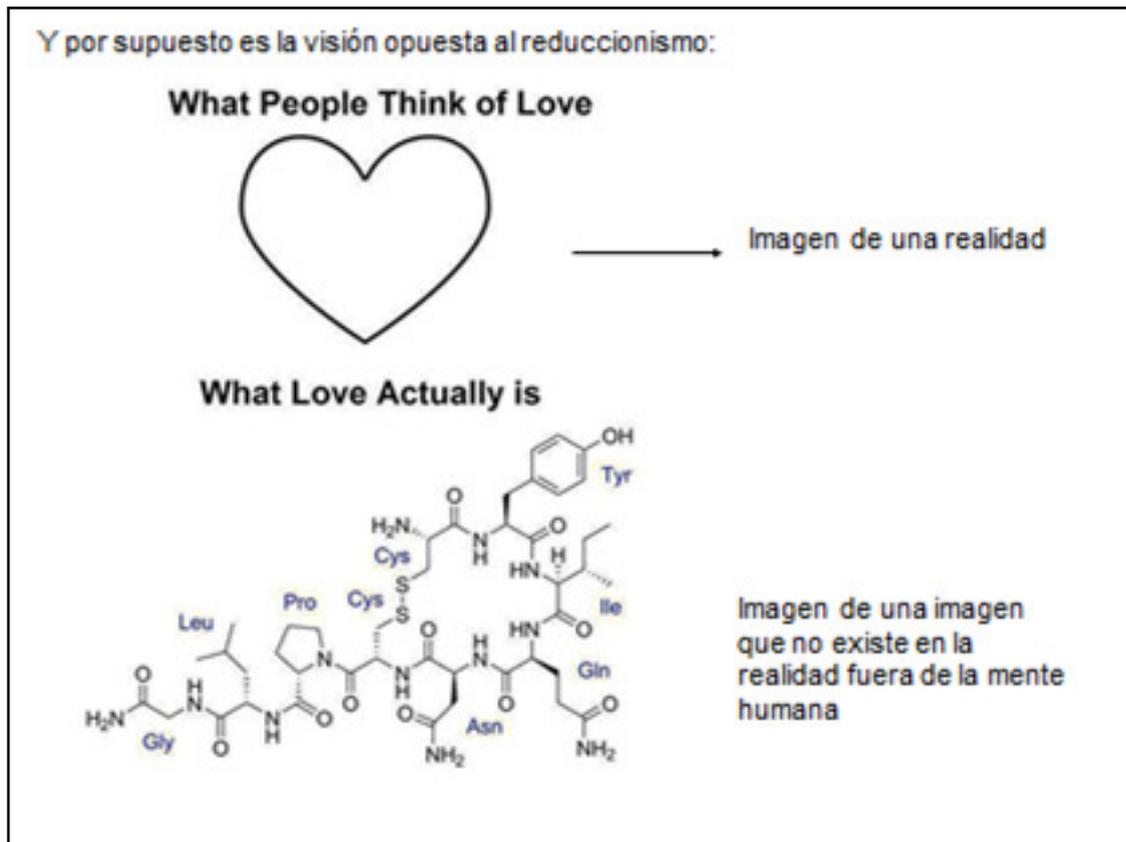
- ¿Qué dice la ciencia?
  - Si ayer  $X = 4$ , entonces  $X = 4$  en todo el Universo y en todo tiempo (pasado y futuro).
    - Esto es un presupuesto
  - Pero el Universo está constitutivamente abierto (¿?), ¿quizás  $X \neq 4$  en el futuro?
    - Holismo: existen leyes de la física, de la biología, de la mente, etc. no se puede reducir el sistema a físico-química (¡pero la biología "nace" después de 5000 millones de años y la mente humana a los 13800 millones de años del Big-Bang!)
    - Cuántica: el observador modifica-determina lo observado (la ley de la mente se impone al electrón)

Y es que la ciencia trata precisamente de buscar la unicidad del universo. Cuando enuncia  $E = m \cdot c^2$  llega a la conclusión de que la materia resultó ser una forma de energía. Es un tanto paradójico que con una metodología reduccionista, que trocea el universo en partes separadas termine encontrando-confirmando que el universo no lo está. La ciencia además presupone que cuando llega a una ley como la anterior esta se cumple en todo el Universo tanto en su pasado como en su futuro. Un reto viene de suponer que el universo está constitutivamente abierto, algo natural en una ciencia holística; esto significa que al comienzo no existen las leyes de la biología (porque no había seres vivos) pero con su evolución termina creando esas leyes. La presuposición holista es partir de la idea de que una vez que emerge una entidad nueva (como el primer organismo) éste determina sus partes (sus moléculas por ejemplo) de la misma forma que sus partes le determinan a él. Es decir, que yo no puedo comprender el ser humano sin las leyes de la biología y de la mente, porque la mente determina cómo funcionan las células y moléculas de eso que digo que soy yo tanto como las moléculas determinan el funcionamiento de las células y éstas el de la mente. Esto, que es difícil de comprender en nuestra cultura, resultó obvio en nuestra cultura antes del Renacimiento y lo es para la mayoría de las culturas del presente y del pasado. Aunque nuestra ciencia nace con una mente reduccionista y esto es una genialidad que nos ha dado un conocimiento de la realidad enorme y una capacidad manipulativa de lo que nos rodea sin precedentes, es sólo una forma de entender la realidad que no es, al menos, obviamente cierta.

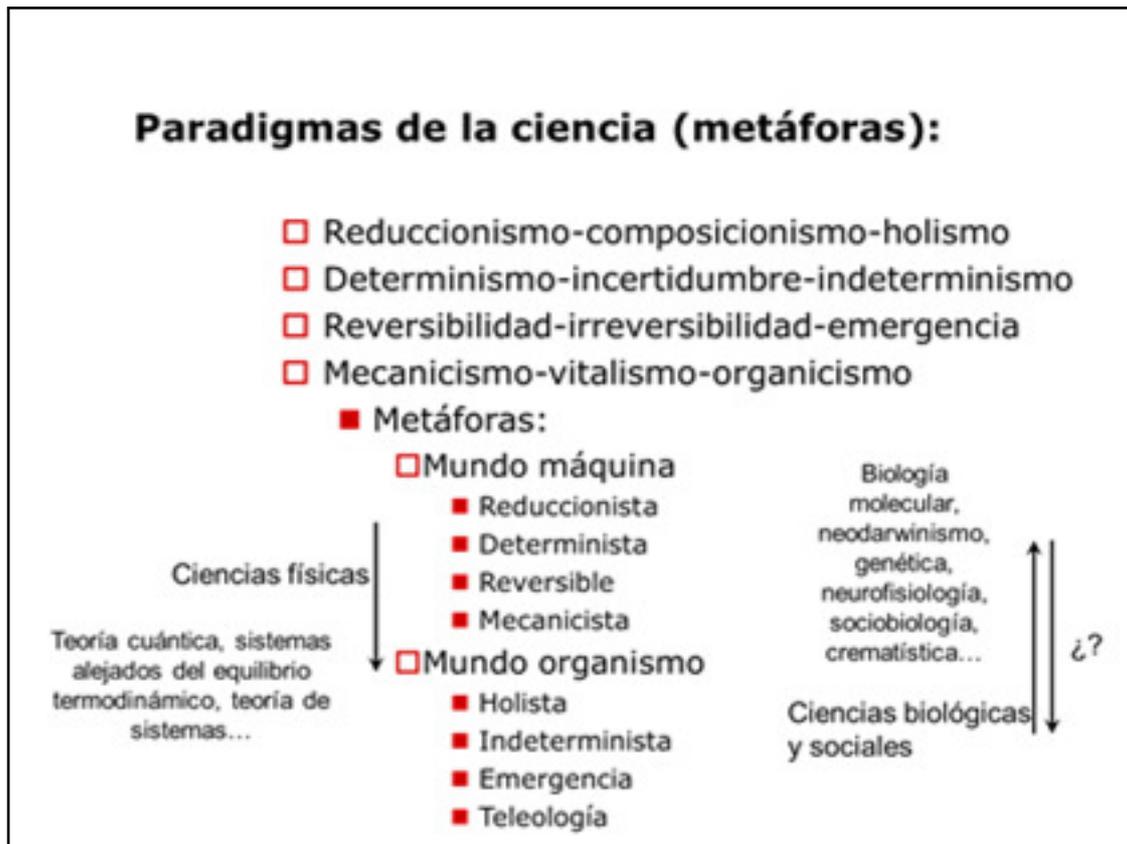


Pero si pensar en explicar una ciencia holística es difícil, sí podemos decir que el esfuerzo holístico parte de tratar de hacer una ciencia lo menos antropocéntrica posible (dentro de la imposibilidad que eso supone). Un buen ejercicio es preguntarse casi de continuo en lo que pensaría un extraterrestre...





Nuestra ciencia tiende a caer con facilidad en la idea de que es más real su interpretación de la realidad que interpretaciones consideradas menos científicas. Frecuentemente se piensa que lo que es una imagen como *Cys-COOH* se acerca más a la realidad que el dibujo naif de un corazón (otra imagen), cuando en realidad *Cys* es la imagen de un aminoácido que en nuestra mente es una molécula más o menos compleja compuesta de átomos que seguimos viendo como bolitas rotando unas alrededor de las otras (protones y electrones). Y perdemos la consciencia de que el protón es solo una imagen humana de la realidad, tan válida como el trazo del corazón naif. Es más, en ese sentido, el holismo ve el amor como algo real, como un hecho que no tiene porqué explicar, como algo existente y directo. El amor es más real de hecho que la molécula compleja que vemos en la imagen.



Y es que lo inevitable es que la ciencia necesita de imágenes, de metáforas, de interpretaciones, como algo intrínseco a la propia ciencia. Son los paradigmas. El peligro es que hemos puesto tanta fe en nuestros éxitos derivados de una visión reduccionista, determinista, reversible y mecanicista, que pensamos que si alguien parte de una visión del mundo holista, indeterminista, emergente y organicista, ya no hace ciencia, que ya no puede hacer ciencia. No somos conscientes de que nuestra ciencia actual es algo extraño a la ciencia pre-renacentista. Que es una metáfora ver el mundo como una máquina. Y lo paradójico es que la ciencia física, que nace con esas gafas de ver al mundo como máquina ha evolucionado hacia una ciencia que ya no lo ve así (aunque siga haciendo una ciencia-máquina), mientras que el resto de las ciencias, que parten de una realidad donde el concepto de organismo es natural (la biología por ejemplo) termina creyendo, como un acto de fe, que el organismo es una máquina. Sin duda en el futuro, todas las ciencias recorrerán el camino inverso hacia la metáfora orgánica, más próxima a la realidad como muestra la física.

<p>"El libro del Universo... está escrito en el lenguaje de las matemáticas"  <i>Galileo. 1564 - 1642</i></p>	
<p>"Debemos hacer lo posible por establecer y extender el poder y dominio de la raza humana sobre el Universo". <i>Francis Bacon. 1561- 1626</i></p>	
<p>"He descrito a la Tierra y al Universo entero visible a la manera de una máquina"  <i>Descartes. 1596 -1650</i></p>	
<p>"En la medida en que las proposiciones de las matemáticas se refieren a la realidad, no son ciertas, y en la medida en que son ciertas, no se refieren a la realidad" Einstein (1879-1955)</p>	<p>"El crecimiento de un gran negocio, es simplemente la supervivencia del más apto"  Rockefeller</p>
<p>"Dios no sólo juega a los dados: a veces los tira donde no se pueden ver" Hawking (1942- )</p>	<p>"Toda la vida evoluciona por la supervivencia diferencial de los entes replicadores (genes)"  Dawkins (1941- )</p>
<p>"Cuanto más conocemos acerca del universo, más difícil es creer en el determinismo"  Prigogine (1917-2003)</p>	<p>Casi todos los aspectos de la vida se organizan en el nivel molecular, y si no entendemos las moléculas nuestra comprensión de la vida será muy incompleta" Crick (1916-2004)</p>
<p>"Más es diferente" P.W. Anderson (1923- )</p>	<p>"El ADN hace el ARN, el ARN hace la proteína"</p>

En la biología actual si tu partes de la idea de que algo es teleológico (con fines y propósitos como una cigüeña que hace un nido); por ejemplo, si dices que la Tierra es un organismo, automáticamente se te niega la idea de que puedas estar haciendo ciencia. Se te acusa de emplear una metáfora a-científica (ven rápidamente el filtro que llevas en tus ojos) incapaces de saber que ellos llevan también uno. Esto ha pasado siempre a lo largo de la historia de la ciencia y de los conocimientos y es normal. Pero un buen pensador y un buen científico debe hacer el esfuerzo de darse cuenta de esa obviedad. Como físico, siempre me ha dejado insatisfecho que la biología se apoye en una teoría de hipótesis tan simples como el darwinismo cuando su objeto es tremendamente más complejo que el que manejamos habitualmente nosotros. Como físico sé que la teoría neodarwinista solo se aproxima a la realidad y que será superada, seguramente radicalmente (cuando regrese a la metáfora orgánica y se aleje de la metáfora mecánica).



Pero no todo vale. En la aproximación holística que aquí defiendo, es fácil caer en misticismos y esoterismos a científicos (por mucho que abramos el concepto de ciencia), y además, dado que la ciencia es un constructo humano, es interesante siempre que sea útil a la sociedad de la que nace y a la que sirve. Una ciencia holística es difícil per sé y, sobre todo, porque va en contra del pensamiento dominante (como lo fue el pensamiento de Galileo en su momento). Un científico holista tiene hoy un filtro-mente mecanicista que trata de quitarse.



Y es que la ciencia no es tan aséptica y objetiva como damos a entender los que usamos su aproximación a diario. Lo sabemos desde siempre pero tendemos a ocultárnoslo. Es más, la cosa que denunciaba Planck es aún más difícil cuando de lo que se trata no es de cambiar una “verdad” científica dentro de un paradigma, sino cuando se pretende enunciar “verdades” que necesitan para comprenderse un nuevo paradigma mental. Los “nuevos” paradigmas necesitan siglos para admitirse, no décadas. Siglos costó llegar desde Galileo hasta Einstein, y no es hasta Einstein cuando el paradigma se asienta como el mayoritario. Defender el paradigma opuesto al actual –el habitual por cierto en la mayor parte de los siglos de humanidad– llevará siglos y necesitará muchos Galileos (con cazas de brujas incluidas). Este texto es una invitación a apuntarse a la corriente de los Galileos de ahora, un invitación tremendamente sugerente para cualquier científico.

## Cambio climático

- Climatólogos versus IPCC
- La Ciencia que llega a la sociedad manipulada por intereses políticos y económicos
- Metodología:
  - reduccionista-composicionista
    - Climatólogos: hacen ciencia composicionista dentro de la reducción de su campo
    - Economistas: no hacen ciencia. Su campo es reduccionista. Hacen la composición global junto a los políticos.

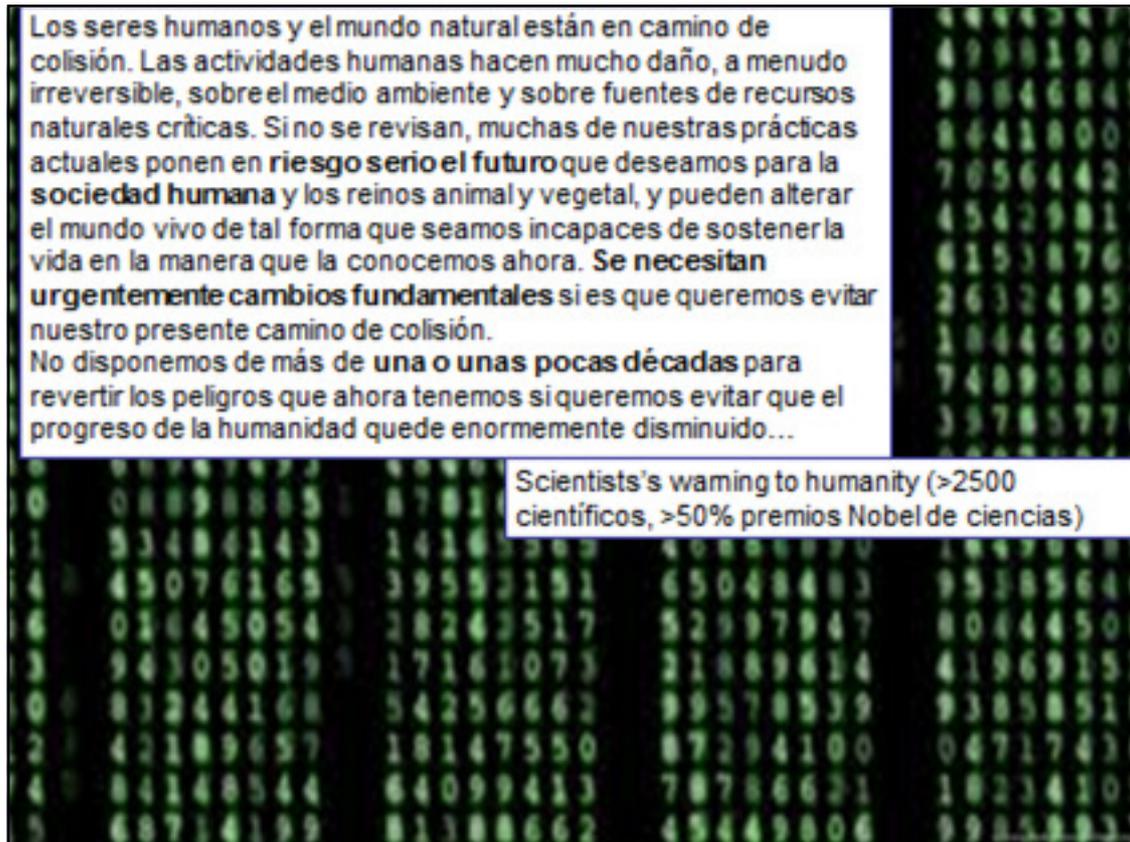
Pero lo que hasta ahora ha sido una discusión general y filosófica, vamos a hacerla aterrizar con un ejemplo actual y concreto. Voy a oponer a la ciencia de los climatólogos la ciencia que se refleja en los informes del IPCC (con muchos climatólogos en sus filas). Es necesario darse cuenta y denunciar que la ciencia del IPCC es ya una ciencia manipulada por intereses políticos y económicos, aunque sea ciencia (la redactan científicos pero la última palabra la tienen los políticos, que tachan o modifican lo que quieren). Aquí me centraré en la metodología empleada. Frente a los climatólogos que usan metodología científica de calidad (con sus defectos), en el informe del IPCC intervienen economistas nada más empezar (son los que dicen las emisiones que vamos a tener durante el siglo XXI por ejemplo), y aunque muchos economistas hacen también ciencia, en este caso parten de presupuestos muy poco científicos (en general extrapolaciones directas del pasado: tanto crecimiento en el pasado, tanto crecimiento económico en el futuro) y ni siquiera se les pasa por la cabeza, por ejemplo, que el mundo vaya a decrecer económicamente en las próximas décadas (algo de lo que yo opino y digo que estoy seguro).



No es de extrañar que la ciencia se vea por parte de la sociedad de forma negativa. Aunque sea que haya científicos corruptos (suelen abundar menos que en el resto de las esferas de la sociedad porque si te pillan haciendo trampas eres expulsado automáticamente del gremio, algo que en mi opinión no ocurre tanto entre políticos, agricultores, curas o cualquier otro gremio, no hay perdón).



Y en cualquier caso, aunque nos preocupemos de cómo nos ve la sociedad, en general ésta ignora nuestros problemas de comunicación con ella. El mundo no es tan científico como creemos aunque la ciencia sea considerada por muchos la nueva religión imperante en occidente y ya en el mundo.



Los seres humanos y el mundo natural están en 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...

Scientists's warning to humanity (>2500 científicos, >50% premios Nobel de ciencias)

Este manifiesto lo firmaron científicos, entre ellos, la mayoría de los premios Nobel de ciencias vivos en ese momento. Es tan escalofriante que es obvio que la ciencia no escandaliza lo suficientemente rápido a la sociedad y que la ciencia, más que un poder real, es utilizada como una herramienta más del poder de turno. Hoy, la mayoría de las personas bien informadas de nuestra sociedad firmarían un manifiesto tal, pero nuestra disonancia cognitiva es tan alta que podemos hacerlo en la clase turística de un avión o mientras comemos una hamburguesa doble con Kétchup.

Los seres humanos y el mundo natural colisionaron. Ya no se puede sostener la vida en la manera que la conocemos ahora. Dispusimos hace unas décadas de tiempo, pero ahora ya no podemos evitar que el progreso de la humanidad quede enormemente disminuido...

El anterior manifiesto se firmó en 1992, luego si tenían razón los científicos, entonces la redacción deberíamos cambiarla ya. Sin embargo, un texto como el anterior, lo firmarían hoy muy pocas personas (y muy pocos científicos). La razón quizás esté en que necesitamos una salida a nuestros problemas, que necesitamos que todo problema tenga solución, que no se puede dar al traste con todas las esperanzas. En realidad, tenemos tan intrínsecamente unido a nuestra cultura el mito del progreso (tecnológico) que nos es imposible pensar en una imposibilidad biofísica como ésta. Sin embargo, el pesimista no es el que piensa eso. El pesimista es el que cree que el progreso es lo mismo que humanidad misma. Nos cuesta ver, tras pensar así, que la salida existe por vía de la bondad humana, y aunque el “progreso” quede disminuido, ese progreso no tiene por qué ser en los planos que en realidad son los más importantes (espiritualidad, capacidad de amar, etc.). ¿Quién es el pesimista?



1930: Crecimiento exponencial

1974: Primeras evidencias científicas

1989: Primera "demostración" científica

2013: El agujero estará con nosotros todo el siglo XXI (cerrándose poco a poco)

¡La relación causa-efecto es simple y directa!

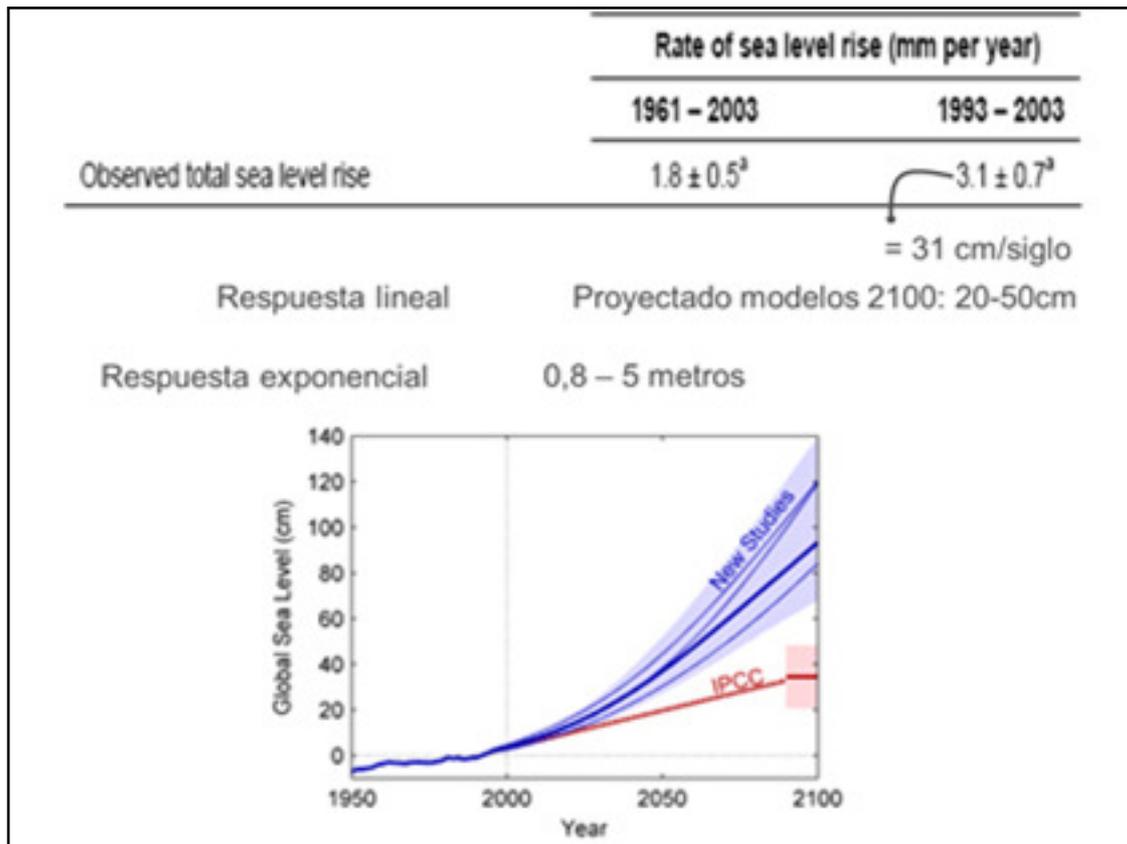
Volviendo al caso que nos ocupaba, es interesante señalar que estamos repitiendo en algunos aspectos la misma historia. En este caso con el caso del ozono. Interesante ver que el crecimiento exponencial (propio de nuestro sistema económico) tiene las raíces siempre de un posible desastre (siempre, hagamos lo que hagamos es intrínsecamente peligroso por ese motivo). Las primeras evidencias científicas de nuestro problema se dieron en 1974 (durante décadas se fue acumulando el problema, inconscientes). Y tuvieron que pasar 15 años para que la ciencia mostrara su verdad. Hoy la sociedad ha sido capaz de reaccionar bastante a tiempo, a pesar de que el problema perdurará durante las próximas generaciones (los sistemas tienen inercia hagamos lo que hagamos, por lo que a veces, aún frenando ya no hay tiempo para evitar el choque).

En el caso del ozono, comparado con el cambio climático, la relación causa-efecto era directa y muy sencilla, pero costó aún así un tiempo precioso.

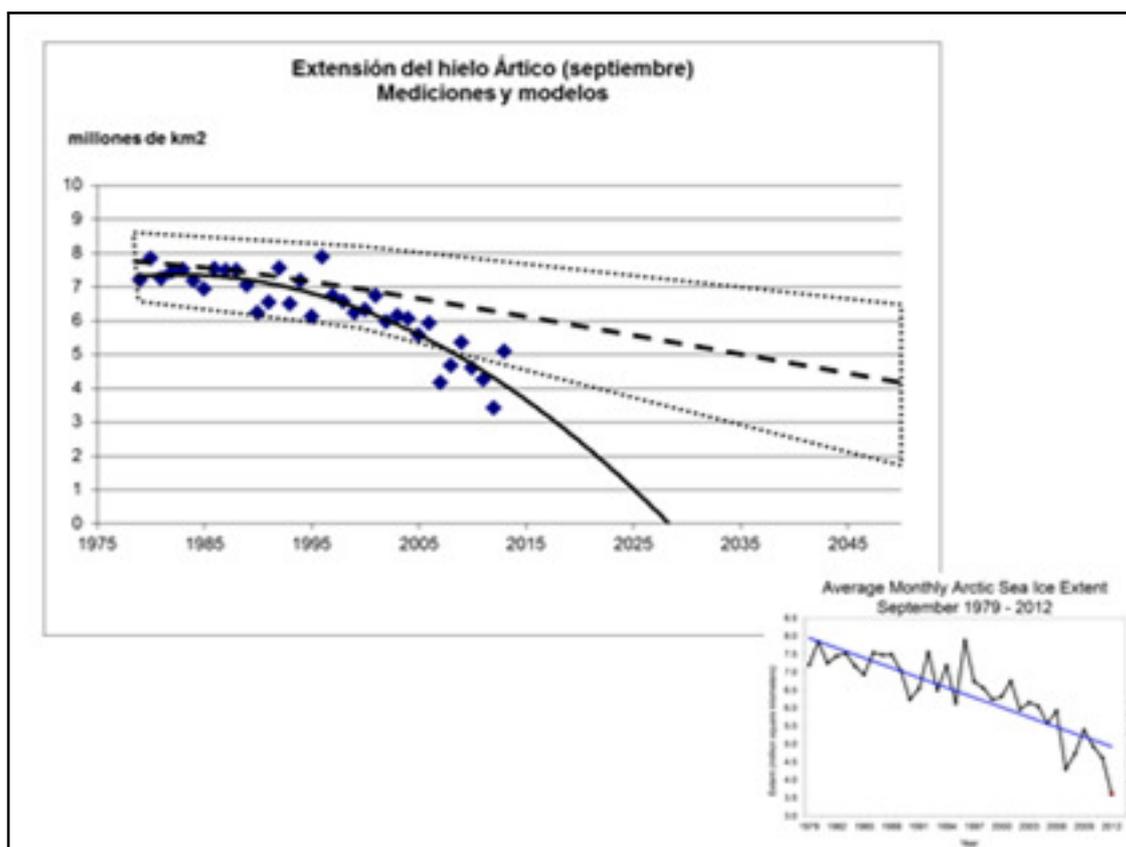


En el caso del cambio climático, la cosa sigue un paralelismo (las mismas respuestas ante los mismos problemas), pero el problema ya no es el mismo, porque es muchísimo más complejo y porque corregirlo está mucho más allá de simplemente prohibir a una determinada industria fabricar unos compuestos determinados. La ciencia ha tardado muchas décadas, desde las evidencias científicas, en demostrar la conexión humano-clima. Y las causas del cambio climático están tan arraigadas en nuestra sociedad que exigen un cambio de la misma cultura, no solo de una tecnología.

Además, hagamos lo que hagamos ya, el clima no se estabilizará en milenios, y sus consecuencias sobre los ecosistemas (e.g. a través de las especies extinguidas) se notará durante millones de años. Una ciencia holística lo primero que haría es reflexionar sobre esa arrogancia de nuestra cultura.



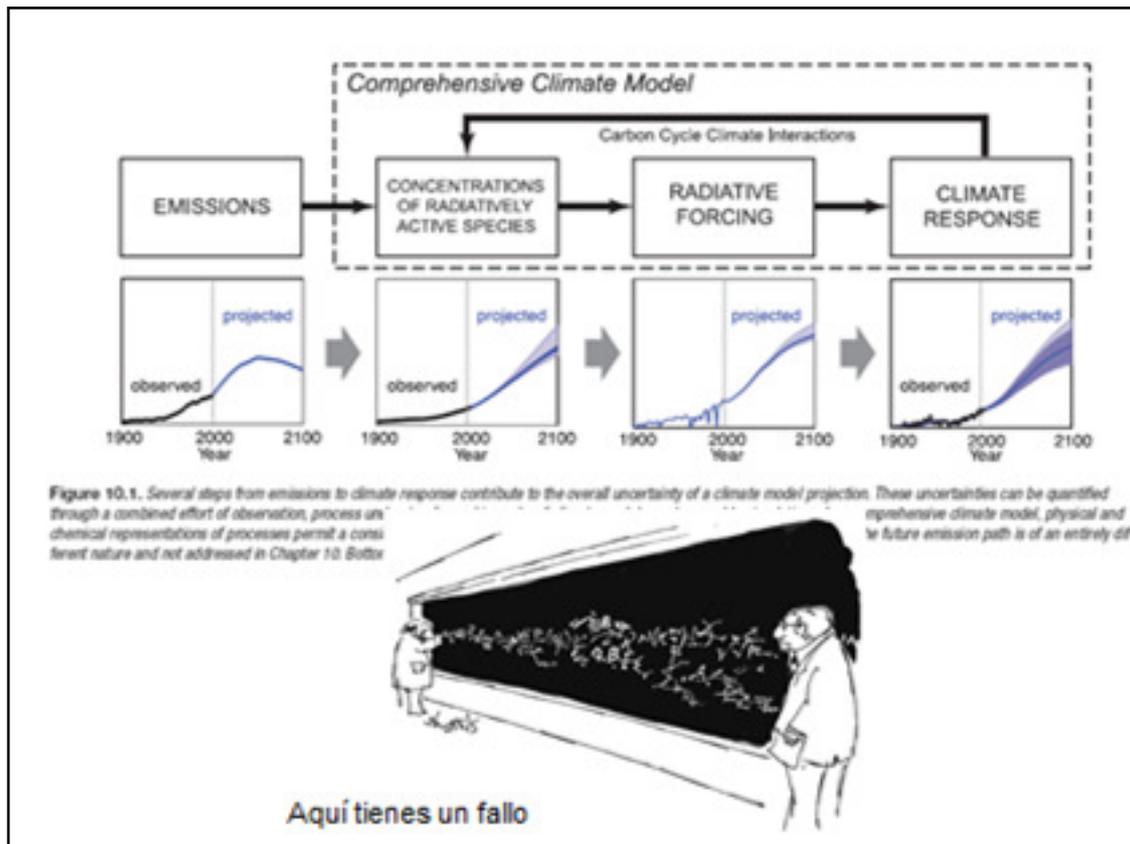
Y fruto de una cultura particular, nuestra mejor ciencia es intrínsecamente lenta y lineal para el problema rápido y complejo que nos ocupa. La ciencia conoce bastante bien el problema y conoce bastante bien las tendencias (ojo, los negacionistas, como científicos, son idiotas, y como humanos pre-asesinos), pero no es suficiente para lo que necesitaríamos de ella. Tendemos a que los resultados de nuestros modelos generen respuestas lineales (en parte porque partimos de un pensamiento reduccionista y lineal). Las proyecciones del IPCC (hasta el informe de 2007) daban como resultado una respuesta a la subida del nivel del mar lineal, increíble viendo el pasado (de las últimas décadas y de los últimos milenios). Bastaba ver que el reciente pasado respondía exponencialmente para intuir que la cosa sería peor...



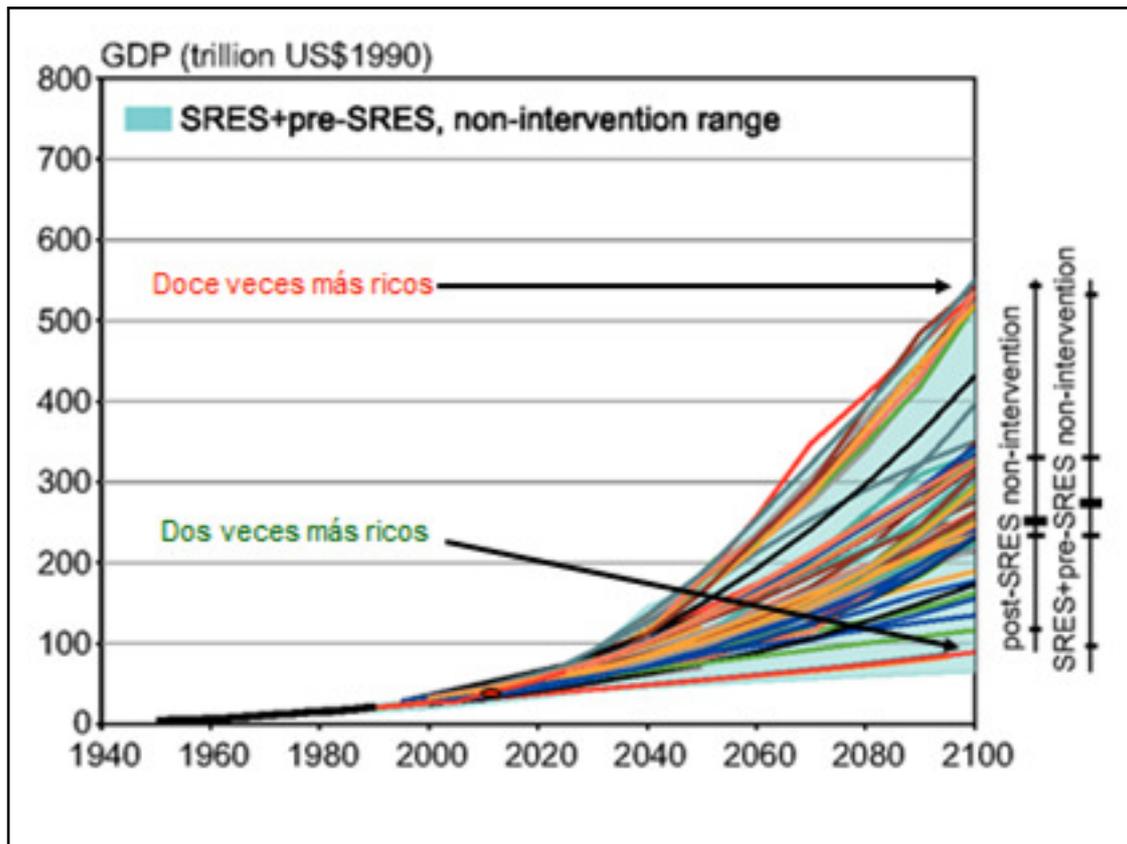
Aunque los modelos atrapan la tendencia, el sistema es tan complejo y fuertemente no lineal que los modelos si tienden a algo es a quedarse cortos, de hecho nos pasó lo mismo con el problema del ozono con la metodología conservadora de la ciencia, ya que para publicar en una revista científica algo novedoso, debes ser conservador (no precavido). Llama la atención la respuesta del Ártico, conocida por todos. No fue hasta el año 2006 cuando empezaron a aparecer artículos que señalaban la diferencia entre nuestros modelos (con actualizaciones hasta el 2001 en esa época) y la realidad observada. Los científicos se pusieron manos a la obra ante la discrepancia y están comprendiendo nuevas realimentaciones. Hoy los modelos empiezan a ajustarse de nuevo a la realidad, pero como nuestra metodología y pensamiento es lineal, conservador y lento, seguiremos muy probablemente viendo que los sucesivos informes (el próximo va a salir a la luz pública a finales de este mes de septiembre de 2013) irán pecando de conservadores y se irán quedando cortos. Es una carrera que estamos perdiendo frente a la realidad. En la gráfica superior vemos la media de los modelos (línea discontinua) y una desviación estándar de ellos (líneas punteadas). La inmensa mayoría de los modelos hasta el 2007, preveían un deshielo del Ártico (se considera tal cuando la extensión es inferior a un millón de Km<sup>2</sup>) no antes del 2085. Basta ver los rombos azules para ver que la cosa no va a ser así, en 2007 hice un simple ajuste parabólico (línea continua) (matemáticamente sin justificar y físicamente absurdo), que está resultando, “a ojo de buen cubero”, mucho más acertado que nuestros modelos científicos. Hoy los matemáticos ajustan a curvas que encajan muy bien con la realidad (decrecimientos más rápidos que una exponencial) y prevén que antes del 2030 la curva habrá tocado fondo.

La gráfica de la derecha confirma nuestra mentalidad lineal, tenemos los datos (línea

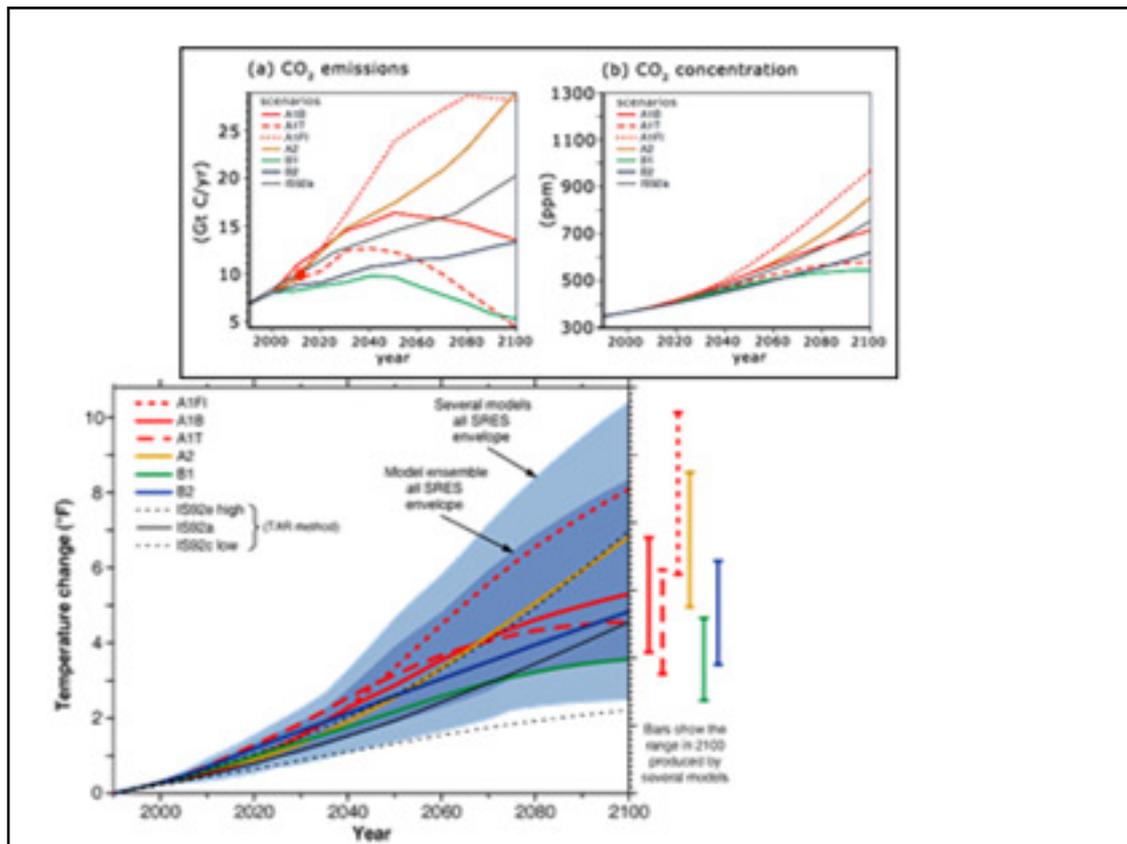
quebrada) y el físico de turno (excelente climatólogo), no se sabe muy bien porqué (inconsciente o con una pretensión?), ha plantado un ajuste lineal (recta azul) cuando a todas luces el sistema no se está comportando así (hacemos ciencia, sí, pero el paradigma nos puede y nos predispone al error)...



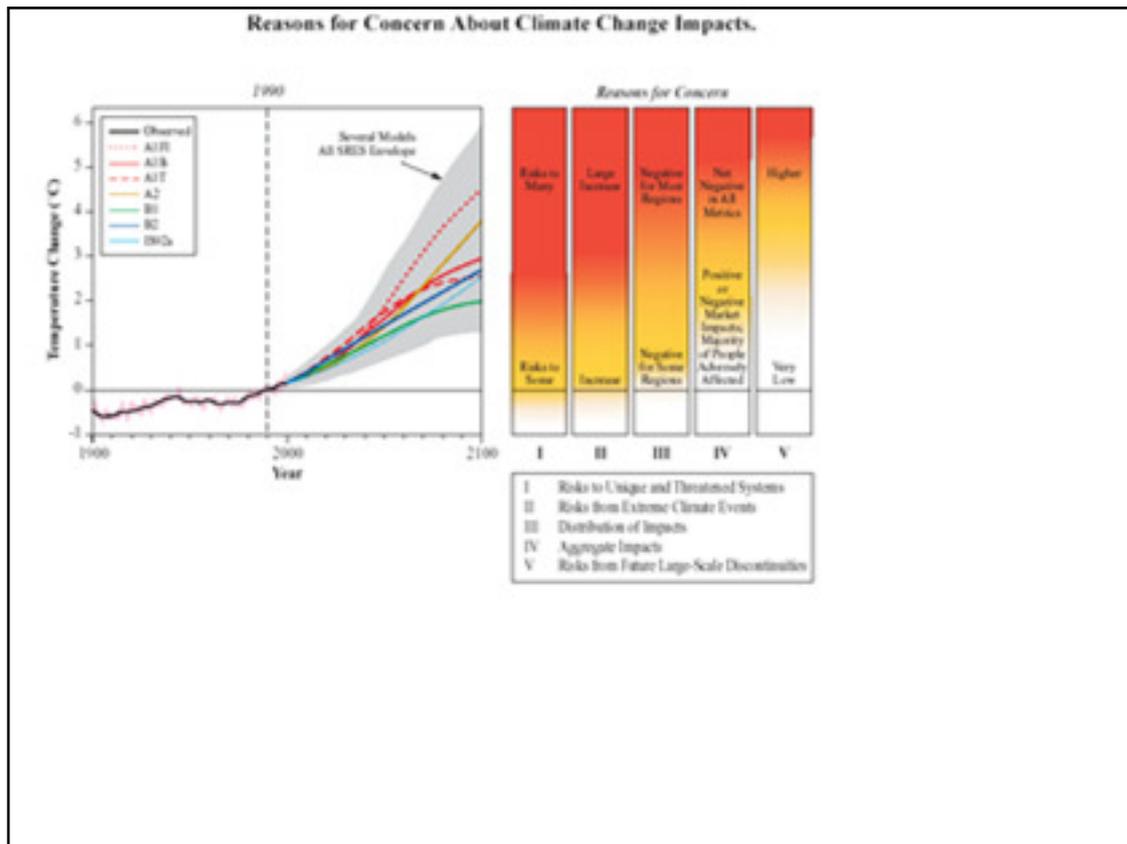
El esquema anterior describe cómo funciona el IPCC para elaborar sus informes. Cada gráfica está hecha por un conjunto grande de expertos en distintos campos. Dentro de cada gráfica hay realimentaciones bastante ricas (sobre todo en las tres últimas). Para saber el clima del 2100 tenemos que saber cuáles serán las emisiones en el 2040, y para ello se hacen escenarios de emisiones de gases que a su vez dependen del crecimiento económico, de la demanda de energía (función de ese crecimiento), del aumento de población, y del mix energético en cada momento (más o menos renovables, por ejemplo). Estos modelos son tremendamente sencillos (habitualmente extrapolaciones de las tendencias del pasado) y parten no solo del paradigma científico, sino del paradigma económico actual. El problema es que si hay un fallo al principio...



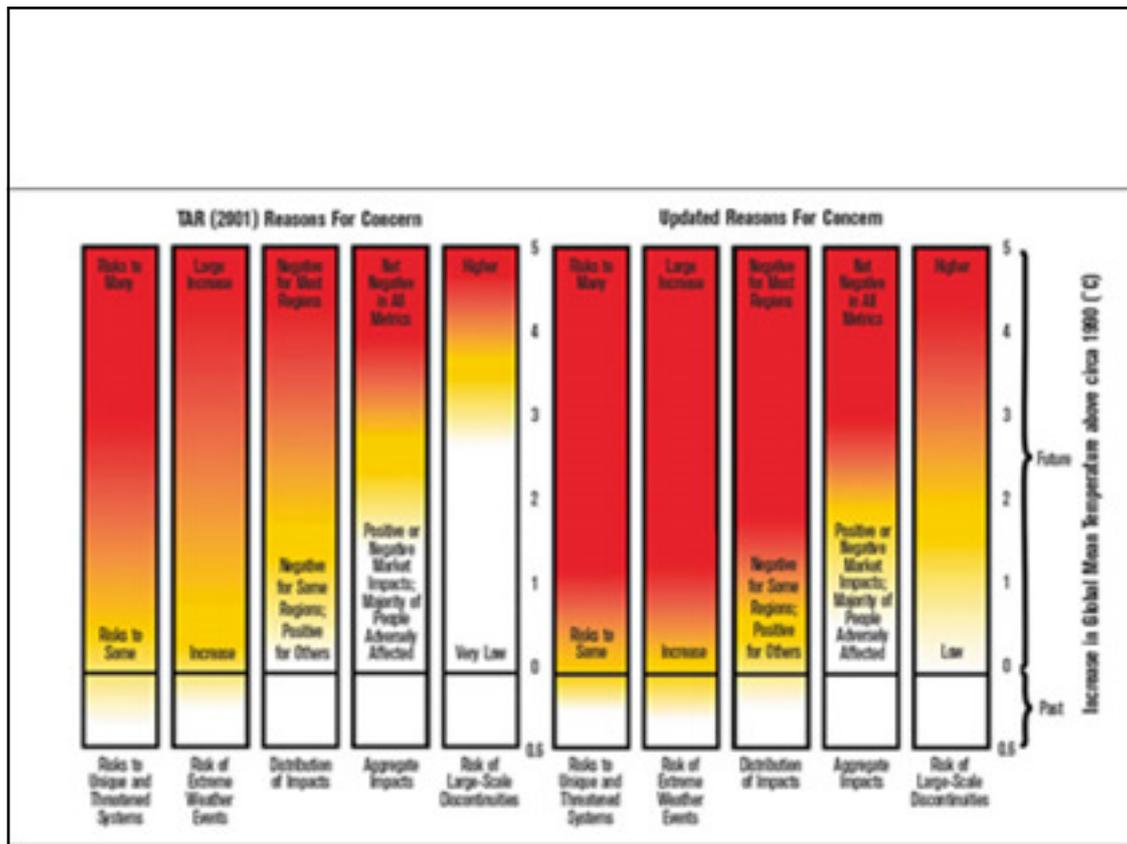
La metodología global es tan lineal y simplona... Se parten de escenarios de crecimiento económico capitalista (no se imagina ninguna otra forma de economía) que resultan en un mundo en 2100 entre 2 y 12 veces más rico que lo que es ahora (y casi todos los escenarios contemplan un mundo además más equitativo, lo que por cierto no es la tendencia del pasado). Esto, desde una visión más global, es absurdo, porque ¿para qué preocuparse por el futuro de nuestros nietos si van a ser mucho más ricos y van a vivir en un mundo más equitativo a pesar del clima caótico?



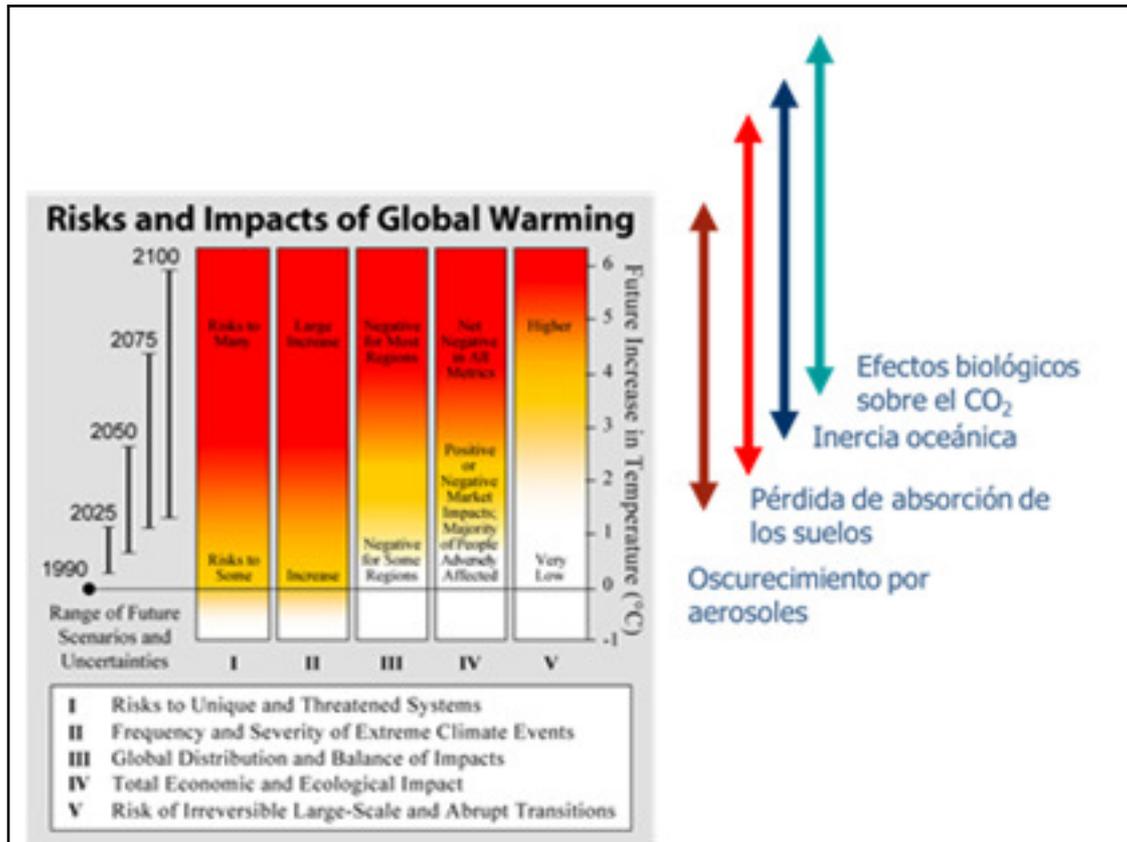
Con los escenarios de crecimiento económico, poblacional, de intensidad energética (Julios/\$) y de intensidad de carbono (CO<sub>2</sub>/Julio) (depende de la fuente de energía), se elaboran los escenarios de emisiones (hasta aquí la ciencia es paupérrima), que se llevan a químicos y físicos atmosféricos para predecir con ellas las concentraciones de gases en la atmósfera, esto se llevan a los climatólogos que elaboran complejísimo modelos (muy bien asentados en las leyes físicas) con ayuda cada vez mayor de ecólogos (resulta que la atmósfera responde en conjunción con los océanos y la tierra y que el conjunto está muy determinado por la biosfera) que no conocen tan bien las leyes de los ecosistemas (la respuesta dinámica de los ecosistemas y la respuesta del clima a la respuesta de los ecosistemas). Aunque esto sigue mejorando, finalmente se dan los escenarios de evolución de la temperatura promedio de la Tierra respecto a 1990 (que ya era más alta al promedio de los siglos anteriores). El resultado depende principalmente de las emisiones (fijaos en la primera gráfica las enormes diferencias entre la línea verde y la punteada roja) y compararlas con las temperaturas (en grados Fahrenheit) de la gráfica de abajo, línea roja punteada y verde. Aquí acaba el informe cuantitativo del IPCC.



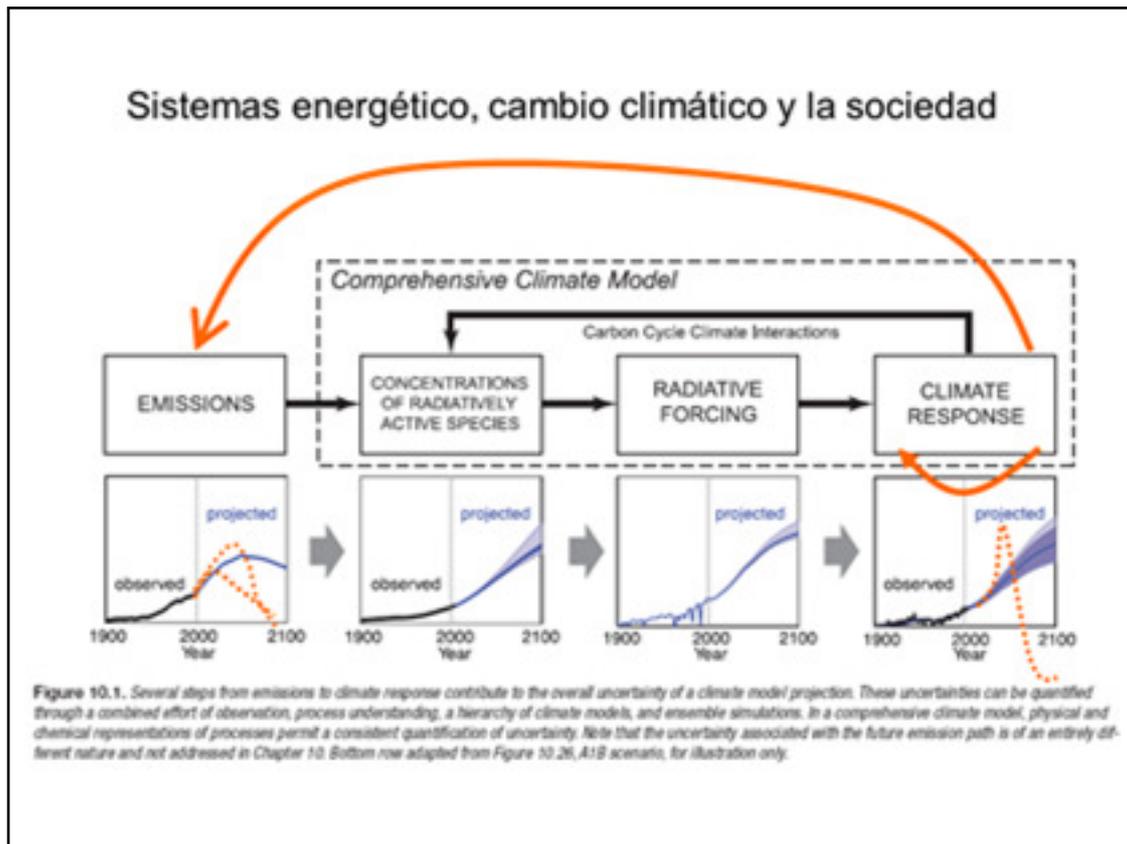
En el informe del 2001, trataron de evaluar (cualitativamente) lo que más nos interesa, que es, a partir de la evolución de las temperaturas, cual serían los riesgos y desastres en distintos ámbitos. El mundo no parecía poder permitirse los escenarios más altos. Eran muchos los que pensaban que si todos los semáforos se ponían en rojo la Civilización (incluso la humanidad misma) desaparecería (y por tanto no podíamos crecer hasta hacernos 12 veces más ricos, y por tanto invalidaba el modelo...).



Pero la comprensión de la respuesta de los ecosistemas naturales fue avanzando y en el informe de 2007 los científicos elaboraron otro semáforo (el de la derecha), mucho más aterrador, si parece que la temperatura va a subir entre 2 y 5 grados (según escenarios), la cosa se ponía roja ya para todos los escenarios, y desde luego si se llegaba a la parte alta, la extinción masiva de especies podría incluir a la nuestra. En el informe definitivo del 2007, los políticos decidieron suprimir ese semáforo...



Y es que la cosa se va complicando, casi siempre en el lado que no favorece al sistema humano. Tantos miles de científicos y la comprensión avanza al ir incorporando nuevas realimentaciones que hacían bajar los colores del semáforo (y lo siguen haciendo). En los modelos la respuesta del Ártico no era tan importante sobre el clima como lo es ahora mismo que sabemos que va a desaparecer mucho antes de lo previsto (y esto hay que meterlo en los nuevos modelos...).



Y es que el modelo del IPCC aunque se dice interdisciplinar, es en realidad un conjunto de partes separadas (la metodología reduccionista) débilmente unidas por realimentaciones o relaciones. Cada mes los científicos van viendo nuevas realimentaciones en el clima y sobre todo, en la respuesta climática, y lo que es una crítica fundamental a ese esquema lineal es que falte una realimentación esencial: cómo el clima modifica la economía, la población y todas las variables que son el input inicial de los modelos. Así pues, aunque atrapemos la tendencia, cualquier mínima aplicación del principio de precaución nos haría concluir que estamos utilizando una metodología como mínimo muy mejorable. (las gráficas punteadas a marillas son inventadas (aunque para las emisiones seguramente son más realistas que la mayoría de los escenarios contemplados por el IPCC), la respuesta del clima difícilmente puede hacer que la temperatura cambie tan bruscamente como lo que he reflejado, pero, por ejemplo, una guerra atómica mundial de alta escala, provocaría un desastre climático y una bajada brusquísima de la temperatura que perduraría durante algunas décadas... (los modelos del IPCC excluyen conscientemente escenarios catastrofistas o que suenen tales)



No nos podemos permitir esperar a la ciencia.



Paradigma: reduccionista-composicionista, mecanicista, lineal y estático  
Mitos: progreso, problema resoluble matemática y técnicamente.  
Problemas metodológicos: lentitud, ruleta rusa. El problema real es fuertemente no lineal y dinámico

- **Ciencia.**
  - Añadir una ciencia metodológicamente más radical y rápida (no hay que demostrar con un 90% de probabilidad, sino con un 10%)
  - Ésta última es la que se debe transmitir a la sociedad y la que la sociedad debe demandar
- **Periodismo científico y movimientos sociales**
  - Preparar mejor a los periodistas. Estimular a los movimientos sociales en vez de lo contrario. Los científicos deben implicarse ¿?
- **Políticos y poder**
  - Confiar en la capacidad de adaptación de las empresas y no caer en sus "trampas" conservadoras
  - Exigencia a los políticos de mejor preparación. Menor ingerencia en los medios de comunicación. Exigir políticas científicas que se encaminen hacia la urgencia de la investigación en Cambio Global

En definitiva, los cambios son tan rápidos y globales y nos jugamos tanto, que la ciencia actual está contribuyendo sin saberlo a invitarnos a jugar a la ruleta rusa. Cuando la ciencia demuestra, lo hace con una estimación estadística que supera el 90% de probabilidad. Lo que está bien para la mayoría de los problemas que enfrenta la ciencia. Pero cuando la ciencia es sobre el cambio climático y otros "juegos", la metodología es demasiado conservadora, lenta y lineal. Si la ciencia ha tardado más de 50 años desde las evidencias hasta la demostración, en un tema como el cambio climático, la ciencia es necesaria pero no suficiente, hay que cambiarla. No deberíamos pedir a la ciencia que nos demuestre con un 90% que el hielo del Himalaya se puede deshacer antes del 2035 (un "fallo" que se deslizó en el informe de 2007), deberíamos pedirle que nos demuestre con un 90% de probabilidad que el hielo del Himalaya no se va a deshacer antes del 2035 (lo que no puede hacer tampoco, por tanto, deberíamos actuar como si fuese a ocurrir, porque cientos de millones de personas dependen de ese hielo).

## Mientras

Visiones del mundo		Optimismo correcto	Escepticismo correcto	Pesimismo correcto
Centrada en la economía: <i>laissez faire</i>	Política optimista	Crecimiento económico elevado	Desastre económico	Colapso de la civilización humana
Centrada en el desarrollo: reformismo	Política escéptica	Crecimiento económico moderado	Desarrollo humano sostenible	Colapso posible, recesión
Centrada en la supervivencia: Revoluciones	Política pesimista	Recesión económica	Recesión económica temporal	Supervivencia, cambio de civilización
	Probabilidad de la visión	Nula	Elevada y en disminución	No despreciable y en aumento

Yo propondría ampliar la matriz de Constanza con una nueva columna y fila. Las apuestas no son simétricas y cuando no lo son, es un suicidio (como en la ruleta rusa) pensar que es opinable hacer políticas optimistas, escépticas o pesimistas. La política que hoy seguimos haciendo (en todo el mundo por la inmensa mayoría de los políticos) es una centrada en la economía y optimista (el capitalismo y la tecnología nos resuelven los problemas), si la visión del mundo optimista fuese válida, da lugar a un crecimiento económico elevado, pero si la visión del mundo pesimista es válida (si la mayoría de los expertos científicos: climatólogos, geólogos del petróleo, biólogos de la biodiversidad, etc. tienen razón) entonces las políticas optimistas nos llevan al colapso rápido y desastroso de la civilización humana. En cambio, si hiciéramos una política pesimista centrada en la supervivencia, obsesionada por el principio de precaución, basada en revoluciones en la política, la economía, la sociedad (solidaridad) y la propia forma de hacer ciencia y tecnología, si la visión optimista fuese correcta, lo peor sería que entraríamos en recesión económica (total para conseguir un mundo mejor del chiste de antes...) mientras que si los científicos de la naturaleza tuvieran razón la transición aunque generaría también un cambio de civilización, y en cualquier caso sería muy dura, nos podría conducir a la supervivencia humana sin que, quizás, el progreso técnico de la humanidad quedara enormemente disminuido.

## Mientras

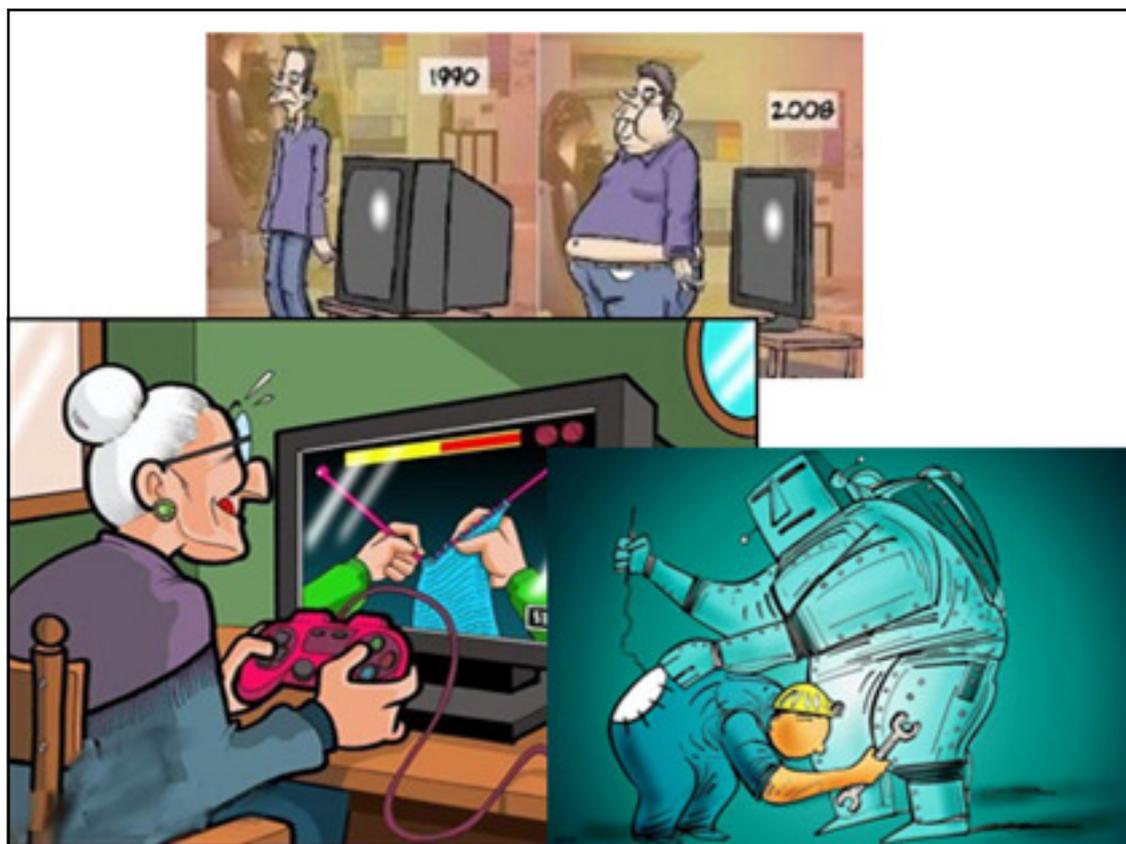
- ¡La tecnología!
  - Eficiencia, ahorro, **renovables**...

Psicología: Las personas tenemos un sesgo hacia el optimismo

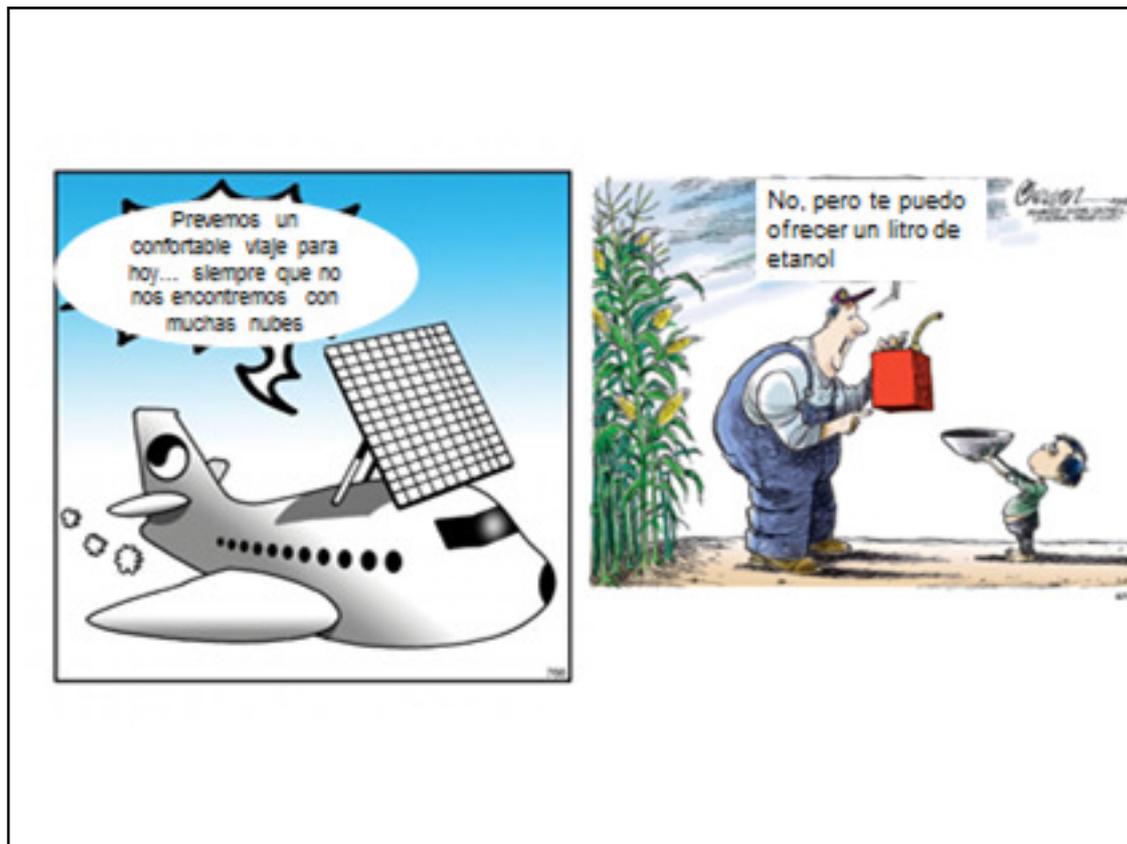
Explicación: la conciencia de la muerte es demasiado dura (a mi no me va a pasar)

Una metodología holística no necesariamente está anclada en una ideología. Aquí vamos a trabajar un poco en qué cambia en la visión y forma de hacer la tecnología este nuevo paradigma.

El paradigma actual hunde sus raíces en un mito: el progreso, que se identifica con progreso tecnológico. Invariablemente las respuestas que solemos buscar ante un problema como el del cambio climático, son tecnológicas (aunque el problema sea mucho más complejo y amplio). La respuesta típica al problema energético (con sus dos caras: cambio climático y crisis de acceso a los combustibles fósiles) es tecnológica: más eficiencia, ahorro y renovables. Y damos esa respuesta con nuestro sesgo optimista de siempre.



Y pensamos muy poco en nuestra interacción con la tecnología, no solemos pensar que la tecnología va más allá incluso de cambiar nuestro comportamiento y hábitos culturales...

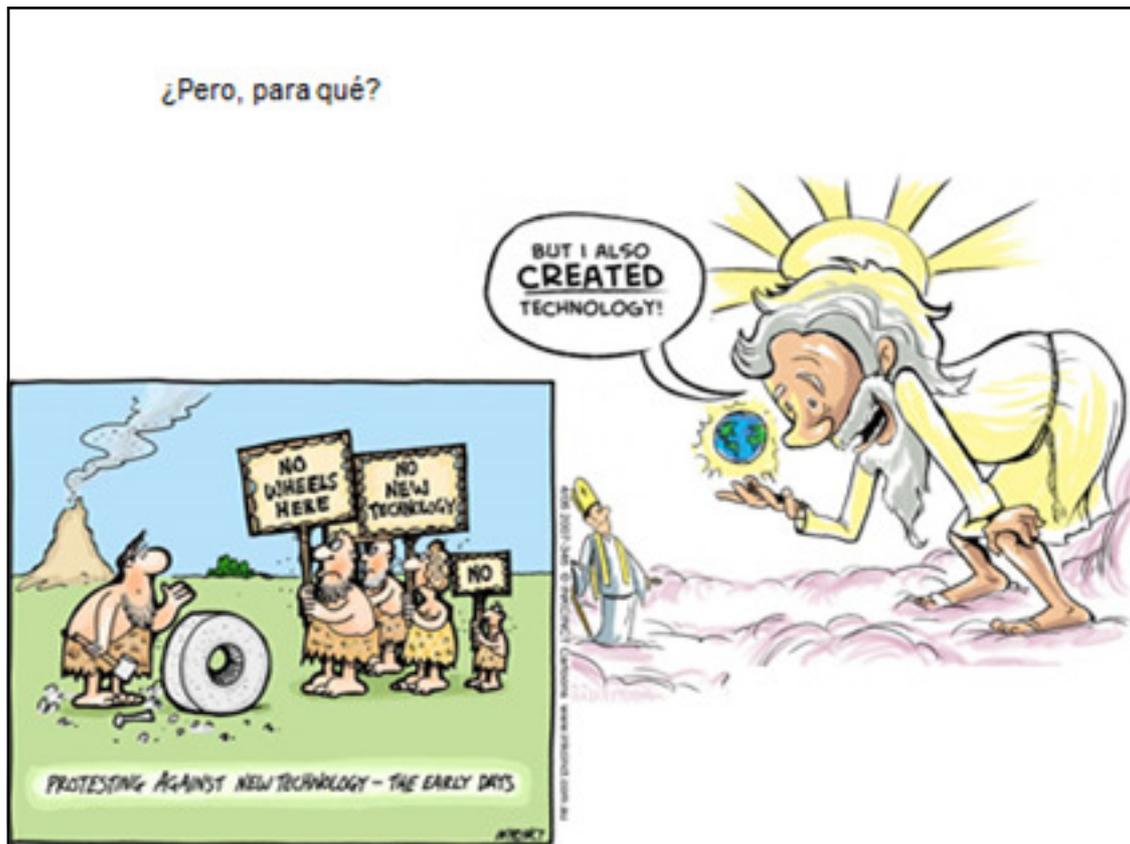


Y es esencial preguntarse por el para qué. Qué queremos mantener en el fondo cuando utilizamos una tecnología. ¿Las renovables pueden sustituir a las fósiles en nuestro modelo cultural, en nuestra civilización?

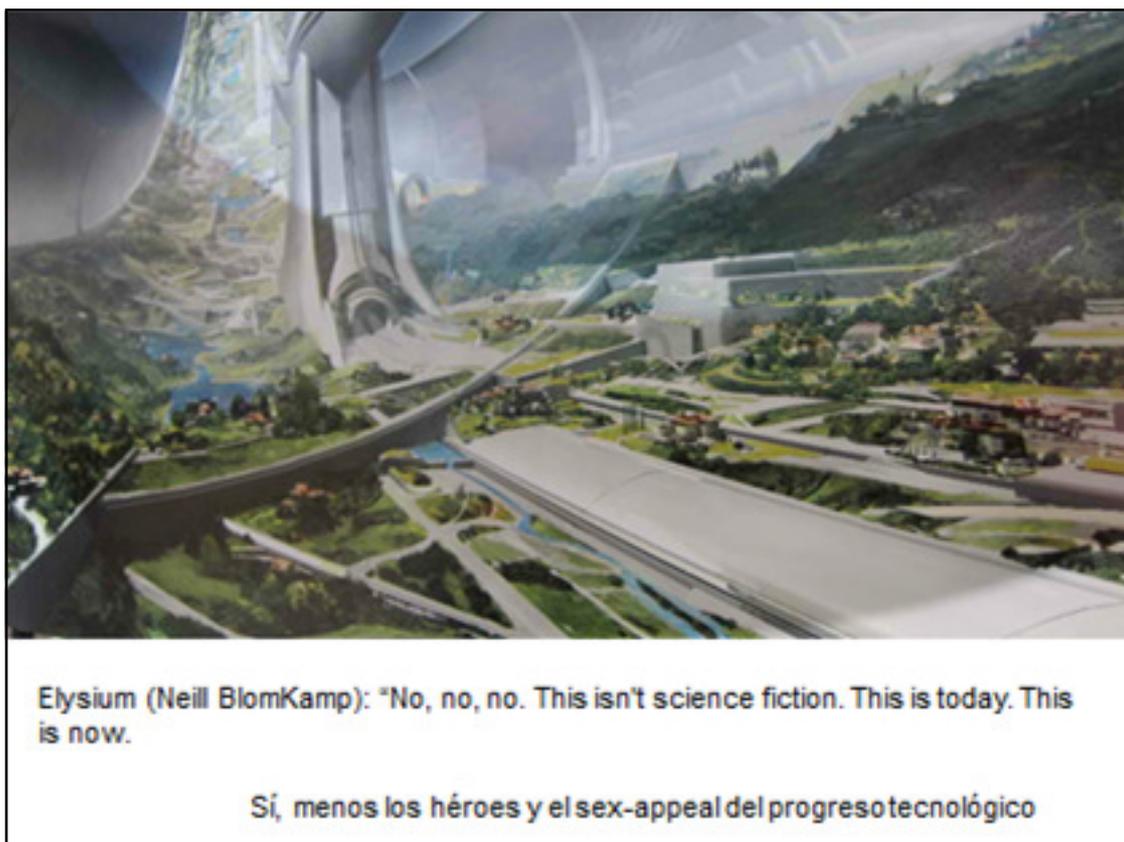


¿O sólo serán útiles si cambiamos nuestra cultura radicalmente?





No es fácil hacer una crítica de la tecnología cuando llevamos el mito tan unido a nosotros. Y nuestros logros (innegables), en realidad si los vemos con una mente menos antropocéntrica, son irrisorios frente a las tecnologías del mundo natural que nos rodea. Si entendemos la tecnología como una herramienta que nos permite adaptar el mundo a nuestras necesidades (y no necesitar así tenernos que adaptar al mundo, aunque finalmente tengamos que adaptarnos al mundo que crea la tecnología), entonces el nido de una cigüeña es tecnología y es tecnología la capacidad que tiene el conjunto de ecosistemas de la Tierra, Gaia o biosfera, de reciclar el carbono, el fósforo y el nitrógeno con tasas que superan el 99% (lejísimos de la capacidad humana).



Y finalmente, si las tendencias del pasado se extrapolan y pensamos que la tecnología basta, entonces el mundo que describe la película Elysium es altamente probable. De hecho, como dice el director de la película, describe ya nuestro mundo actual. Muchas películas describen simplemente el mundo actual.



En la colectividad sabemos que la tecnología no resuelve ella sola los problemas...

## Depósito Oro-Petróleo de Caixa Girona

Control | Análisis Financiero

Uno de los depósitos que comercializa Caixa Girona es el **Depósito Oro-Petróleo**, un innovador depósito con el que podremos conseguir rentabilidad según la cotización futura del oro y el petróleo. Tanto el oro, que actúa como un valor refugio en momentos de crisis, como el petróleo presentan unas buenas expectativas de evolución. Aún así antes de contratar el producto recomendamos preguntar a algún experto.

Con el **Depósito Oro-Petróleo de Caixa Girona** en sólo un año podremos ganar un **5,75% nominal** si los precios de cotización del oro y el petróleo son superiores a los iniciales. En caso contrario tendremos nuestro dinero

000 € y no admite las disposiciones se quiera cancelar el producto para a nos ofrecerá un crédito en condiciones

### Petrolera estatal de Ecuador entregará 4,32 millones de barriles a Repsol

Agencia EFE - sáb, 7 sep 2013

Compartir en Facebook, Twitter, LinkedIn, etc.

CONTENIDO RELACIONADO

Quito, 6 sep (EFE).- La empresa estatal petrolera ecuatoriana, Petroecuador, informó hoy de que entregará desde finales de esta mes 4,32 millones de barriles de crudo a la española Repsol, que ganó un concurso internacional de ofertas para la compra del hidrocarburo.

Dicho volumen se entregará en 12 cargamentos de 360.000 barriles cada uno y el primer embarque zarpará desde el puerto de Balao, en la costa del Pacífico ecuatoriano, entre el 25 y 27 de septiembre, informó Petroecuador.

El crudo es el principal producto de exportación de Ecuador y su venta financia...

Según Petroecuador, Repsol presentó la mejor oferta de precio en el concurso, en el que también se recibieron las petroleras Chiquin, Noble Americas, Repsol, Tesoro Refining, BP Products North America y Shell Western.

El petróleo es el principal producto de exportación de Ecuador y su venta financia un 20 por ciento del presupuesto estatal.

Ecuador es el socio más pequeño de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP).

Y olvidamos que en el mundo real de lo complejo, termina siendo tu banco el que está implicado...



Deberíamos pues revisar rápidamente (por la prisa que hoy tenemos) nuestro mito. Haciendo publicidad de mi libro (donde dedico un capítulo a la Ciencia y otro a la Tecnología), es difícilísimo librarse del mito del progreso. En la portada la editorial pensó que si se hablaba de evolución y de Gaia (la biosfera), entonces una imagen adecuada era poner al simio y su evolución hacia el homo sapiens, es una imagen que al mismo Darwin no le habría gustado, pero se ha convertido en el arquetipo de la evolución. A pesar de que contradice lo que yo escribo en el libro, ahí está, un ascenso por la pendiente de la superficie terrestre hasta la cúspide (que al ser el polo norte pronto ahogará al sujeto por falta de hielo).



En el caso de las renovables, debemos ser conscientes de que son las mismas fuentes energéticas que usa la biosfera, y por tanto, dependiendo de la escala, una competencia con la biosfera en un mundo humano que aspira al crecimiento perpetuo nos conduciría al desastre igualmente.

- Mitos: Tierra plana, tecno-optimismo, progreso
- Paradigmas: reduccionismo, mecanicismo, linealidad... (incapacidad de físicos e ingenieros)
- Observación holista: Las renovables son las usadas por la biosfera
  - ¿Qué energía podemos co-optar?
    - Reduccionismo: 17TW de 170000TW solares
      - Límites económicos y políticos, no tecnológicos
      - 100TW vientos
      - 100TW océanos
      - >1000 TW solares
      - > 10TW biocombustibles
    - Holismo:
      - ¿Cuánto es accesible?
      - Materiales e infraestructuras necesarias

Y es que los estudiosos y promotores de las energías renovables, inevitablemente suelen estar anclados también en los mitos de nuestra civilización. Los físicos e ingenieros que trabajamos con aparatos que captan energías renovables, y dados nuestros filtros, somos incapaces en general de analizarlas de una forma holista. La visión reduccionista nos lleva a comparar nuestros 17TW de potencia consumida por la humanidad con los más de 170000 solares. A partir de aquí, esa mente ve un espacio infinito de crecimiento y si hay barreras a su expansión y sustitución de modelo energético, es por culpa de la economía, de la política, de la sociedad. Tecnológicamente llevamos décadas diciendo que podríamos generar del orden de los 100TW eléctricos provenientes de los vientos del mundo y así.

Una ciencia holística partiría de la fuente global (en el caso de los vientos toda la atmósfera disipa unos 1000TW) para ir descendiendo preguntándose por cuánto nos sería accesible sin distorsionar en exceso los flujos de la naturaleza, por cuáles son las restricciones que imponen las infraestructuras y materiales necesarios no renovables (el viento se renueva solo, pero el molino de viento no, algo obvio que sistemáticamente ha sido ignorado por casi todos los expertos).



En la ciencia actual, es frecuente montar “pizarras” complejísimas que frecuentemente no se revisan (en un mundo con tanta información es casi imposible tener el tiempo para rastrear las fuentes últimas de los estudios y menos leerlas).

Como ejemplo positivo de lo que puede hacer un paradigma más holista aplicado en la ciencia, basten nuestras publicaciones recientes sobre renovables.

**Primeras cuentas (2008):**  
**Viento: 1TWe    Solar: 5TWe**  
**Otras: despreciable**

**Resultados:**

**Global wind power potential: Physical and technological limits**  
 Carlos de Castro<sup>a</sup>, Margarita Mediavilla<sup>b</sup>, Luis Javier Miguel<sup>b</sup>, Fernando Frechoso<sup>c</sup>  
<sup>a</sup> Applied Physics, Campus Miguel Delibes, University of Valladolid, 47011 Valladolid, Spain  
<sup>b</sup> Systems Engineering and Automatic Control, Paseo del Cañar s/n, University of Valladolid, 47011 Valladolid, Spain  
<sup>c</sup> Electric Engineering, Francisco Mendicutubal s/n, University of Valladolid, Spain

► Reported wind power potentials are flawed because they violate energy conservation. ► For the first time, it is evaluated the technological wind power potential with a top-down approach. ► Our results show 1 TWe for the limit of wind power energy, which is much lower than previous estimates.

[Energy Policy](#)  
**Volume 39, Issue 10, October 2011,**  
**Pages 6677–6682**

Renewable and Sustainable Energy Reviews 28 (2013) 628–635

Contents lists available at ScienceDirect



**Renewable and Sustainable Energy Reviews**

Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser)



**2-4 TWe** ← **Global solar electric potential: A review of their technical and sustainable limits**  
 Carlos de Castro<sup>a,c</sup>, Margarita Mediavilla<sup>b</sup>, Luis Javier Miguel<sup>b</sup>, Fernando Frechoso<sup>c</sup>  
<sup>a</sup> Applied Physics, Campus Miguel Delibes, University of Valladolid, 47011 Valladolid, Spain  
<sup>b</sup> Systems Engineering and Automatic Control, Paseo del Cañar s/n, University of Valladolid, 47011 Valladolid, Spain  
<sup>c</sup> Electric Engineering, Francisco Mendicutubal s/n, University of Valladolid, Spain

Un par de cuentas llevan a extrañarse que 100TW eléctricos obtenidos de una fuente cinética de vientos de 1000TW es cuando menos raro y sospechosamente un desastre para el clima (¡modificaríamos más del 10% de los vientos!). Extrañamente, los expertos, con cientos de publicaciones, se basaban en una metodología tan lineal para hacer los cálculos que cogían un parque de molinos y medidas de vientos en todo el planeta para extrapolar cuanto podríamos coger, ¡sin tener en cuenta dos principios de la física: la conservación de la energía y del momento cinético! Tan extraño que no es hasta una publicación de unos investigadores del Max Planck alemán y la nuestra en que alguien se plantea que la metodología para sacar cual es el potencial de explotación eólico parte de un error de bulto desde el principio. Llamo la atención que el equipo alemán tiene un científico experto en teoría Gaia, acostumbrado pues a la visión de conjunto. Llamo la atención que el único mérito fue hacer dos cuentas básicas con cierto cambio de visión respecto al reduccionismo extremo actual de la ciencia. En el caso de la energía solar (y también para el resto de renovables), el desengaño es brutal, nuestra conclusión es que los potenciales tecnológicos son grandes para las renovables, pero muy alejados de una pretensión de sustituir con tecnología el modelo socio-económico actual. El resto del tiempo lo estamos empleando en afinar y en defender ante un público al que le quitas el mito tecnológico como salvador del problema, que la transición energética será hacia una energía renovable (¡qué remedio! en cualquier caso). Para el caso de los biocombustibles (donde ya hay una tradición crítica desde hace décadas), estamos tratando de publicar algunas cuentas demoledoras: los biocombustibles actuales tienen más del doble de Huella Ecológica por energía generada neta que los combustibles fósiles... Recordemos de nuevo a Einstein: el problema solo tiene solución si cambiamos el pensamiento que llevó al problema, y eso en este caso implica previa-

si simultáneamente cambiar radicalmente toda la cultura y sociedad (y por tanto i maginar modelos que lo incorporen, no modelos en los que cambiamos hacia eficiencia, a horro y renovables sin realimentaciones en la sociedad que simultáneamente cambiaría también profundamente).

**A E E T**  
ASOCIACIÓN ESPAÑOLA  
DE ECOLOGÍA TERRESTRE

Ecosistemas 22(2): 113-118 [Mayo-Agosto 2013]  
DOI: 10.7818/EICOS.2013.22-2.17

Artículo publicado en Open Access bajo los términos  
de Creative Commons attribution Non-Comercial License.

INVESTIGACIÓN

**ecosistemas**  
REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

ISSN 1697-2473 / Open access  
disponible en [www.revistaecosistemas.net](http://www.revistaecosistemas.net)

## En defensa de una teoría Gaia orgánica

C. de Castro Carranza <sup>1\*</sup>

(1) Dpto. Física Aplicada, Universidad de Valladolid, Campus Miguel Delibes, 47010-Valladolid

\* Autor de correspondencia: C. de Castro Carranza [ccastro@fermo.uva.es]

> Recibido el 15 de noviembre de 2011, aceptado el 27 de mayo de 2013.

**¡Pero, > 15 años de peregrinación!**



Eso sí, ir contracorriente es más duro de lo habitual. No es un camino romántico, exige paciencia y ciertos privilegios (como científico funcionario me he podido permitir el lujo de estar sin publicar más de 15 años desde que decidí cambiarme el filtro, lo que muy muy poca gente se puede permitir). Pero la propia exploración es muy enriquecedora y si tienes suerte (la diosa Fortuna es también necesaria) puede dar algunos frutos. Mi analogía favorita es algo así como meterse en un armario (el de la ciencia) y terminar descubriendo que detrás está Narnia...





[ccastro@termo.uva.es](mailto:ccastro@termo.uva.es)



**1977**  
El PNUMA lanza un Plan de Acción sobre la Capa de Ozono: Investigación de las causas y efectos de la posible destrucción del ozono. Se establece una colaboración científica sin precedentes liderada por R. Watson

**1980**  
Modelos de ordenador prevén menos daño que los predichos por Molina y Rowland

**1982**  
Primeras observaciones del agujero (no publicadas hasta 1984)

**1984**  
Se publican las observaciones del agujero (= 2/3 en el Antártico), lo que ningún modelo de ordenador preveía

**1989**  
Watson et al.: Publicación de la primera evaluación exhaustiva en la que se da como muy probable la conexión CFCs-ozono

Cuando se descubrieron los CFC simultáneamente se descubrieron y empezaron a utilizar los BrCF (con Bromo en vez de Cloro). Diversas circunstancias (del mundo de la contingencia económica más que de la lógica) hicieron que se impusieran los CFC. Fue un golpe de fortuna, porque los compuestos de Bromo son mucho más perjudiciales que los de Cloro para la capa de ozono. Probablemente en vez de físicos, habrían dado la alarma los médicos al no explicarse el aumento explosivo de cánceres de piel. La ciencia quizás habría ido un poco más rápida, pero no mucho más (los satélites fueron clave en el descubrimiento), y el problema habría sido mucho peor.

Las observaciones tardan en publicarse por un fallo (metodológico) se programó al satélite para que descartara como error de medida por debajo de cierta cantidad de ozono. Por suerte, el programador no borró además esas medidas sino que permanecieron en la memoria y pudieron ser rescatadas.



**1925-1930**  
Se inventan los CFCs → Comienza un crecimiento exponencial de la producción

**1970**  
P. Crutzen: "Los óxidos de nitrógeno pueden destruir el ozono"

**1971**  
J. Lovelock: "Los CFCs fabricados desde los años 30 no han desaparecido del Antártico"

**1974**  
M. Molina y F.S. Rowland: "Los CFCs alcanzan la estratosfera liberando Cl"  
R. Stolarski y J. Cicerone: "El Cl en la estratosfera destruye el ozono"

Es de señalar que la industria implicada, llegó a tachar de "locos alarmistas" a Molina, Rowland y demás científicos... La reacción social, de las empresas, de los políticos, fue exactamente igual que la reacción ante la relación cáncer-tabaco, o fósiles-cambio climático. No aprendemos de la historia (ni de la reciente), a pesar de que manejamos más información que nunca.

Do you agree with the theories of Schrodinger?



C'mon, physicists. It's been almost 75 years. Accept it. Schrödinger's cat is DEAD.

AND THE BOX IS STARTING TO REALLY REEK.

2009 ©



**SCHRÖDINGER'S CAT IS ALIVE**

Visión antropocéntrica de la ciencia:  
¿El gato no puede colapsar él solito la función de onda? ¿Acaso no sabe si está vivo?



"Nos gustaría ayudar, pero por el momento parece que los científicos no se ponen de acuerdo en la escala del problema"



