

## Artículo

# EL DESCONCERTANTE ASUNTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Este ensayo es fruto de intentar llegar a alguna conclusión sobre los problemas epistemológicos asociados al tema del cambio climático sin caer, por un lado, en la aceptación sumisa y acrítica de las tesis más mediáticamente extendidas al respecto ni, por otro, en un estólido escepticismo comparable con el de los que no quieren creer en la llegada del Hombre a la Luna. Por así decirlo, para desembocar en este ensayo se ha estado pasando por una especie de cuerda floja entre Caribdis y Escila.

Juan Manuel Sánchez Ferrer

Incluso razonando de manera incorrecta es posible derivar una conclusión verdadera. Considérese si no podría encontrarse un ejemplo de ello en la desconcertante coincidencia existente *grosso modo*, en relación a conclusiones sobre el cambio climático, entre declaraciones varias de cierto tipo de ecologistas —los ecologistas atávicos<sup>[1]</sup>—, seguidores de la *New Age* y antinucleares en general, por una parte, y científicos medioambientales que sin duda realizan contribuciones con el método científico como referencia, por otra.

El pensar falaz aludido se basa resumidamente en lo siguiente (al menos en mi opinión):

*Cualquier acción que se aparte de lo natural ha de ser necesariamente perjudicial para la Naturaleza.*<sup>[2]</sup>

Dado este lema, los ecologistas atávicos y demás acostumbran a establecer un razonamiento que puede esquematizarse con el siguiente silogismo de *modus ponens*: cualquier acción que se aparte de lo natural ha de ser necesariamente perjudicial para la Naturaleza; las emisiones a la Atmósfera producto de la actividad humana (antropogénicas) no son naturales; por tanto, las emisiones antropogénicas a la Atmósfera seguro que son perjudiciales para la Naturaleza del alguna manera (que sería causando un cambio climático). La conclusión de este silogismo que, por cierto, es ajeno al lenguaje cuantitativo (no hay referencia a cantidades ni al grado en que tales emisiones pueden ser perjudiciales), está en consonancia con lo que la mayoría de los científicos medioambientales piensan (lo que, por supuesto, no implica que estos científicos estén equivocados).

De otro lado, no han faltado escépticos, con pretendida actitud científica, sobre el origen antropogénico del



Al Gore, reconocido *evangelista* del cambio climático removió las conciencias con su película, ganadora de un Oscar, *Una Verdad Incómoda*. [Archivo]

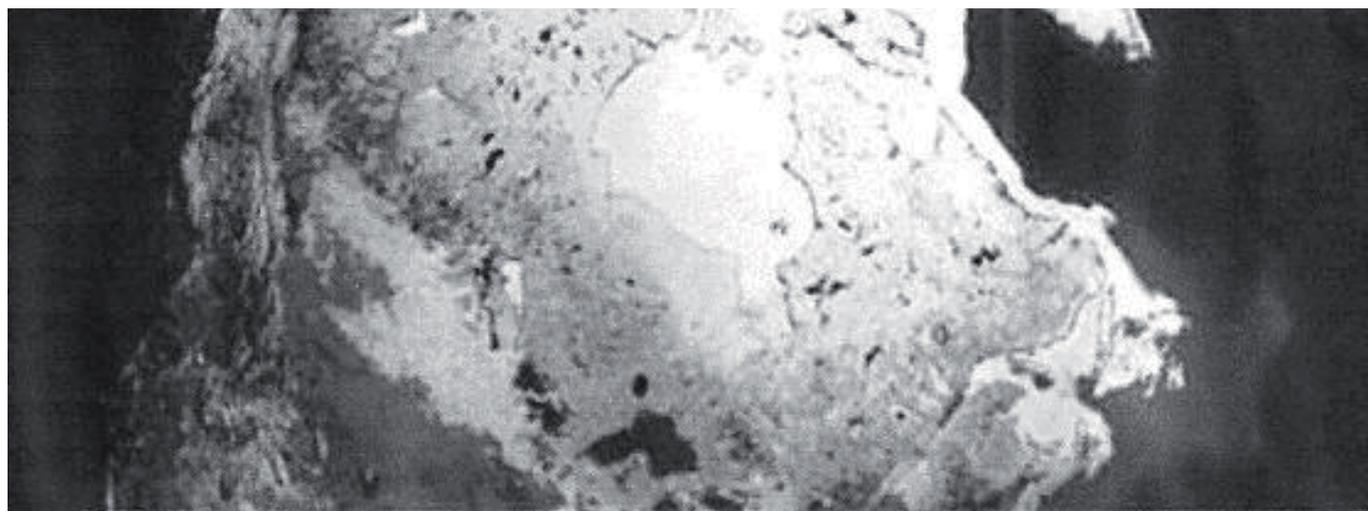
cambio climático, e incluso sobre el propio cambio climático. Esto ha ocurrido, creo yo, por dos principales motivos:

- [1] Con el término *ecologista atávico* intento referirme a aquellos autotildados de ecologistas que profesan un apego tan desbocado a la madre tierra que acarician el primitivismo antiprogresista.
- [2] De esta misma máxima también se puede deducir, al igual que lo hicieron Hitler y Goebels, que los humanos que necesariamente han de sobrevivir empleando recursos artificiales (los débiles) han de ser hostigados sin cuartel. Al respecto ver *El problema del ecofascismo*, de Philippe Pelletier.

Por una parte está que tales hipótesis han entrado en resonancia reiterada gracias en buena parte al activismo del sector de ecologistas del tipo destacado antes, que es un sector caracterizado por atenerse al anterior lema como dogma de fe fundamental e inamovible; esto los hace inquietantes, a pesar de la aureola de candor que parece desprenderse de ellos cuando están en pantalla, para el que guste de entrada del pensar sopesado; así, cierto escepticismo por la tesis antropogénica del cambio climático tiene parte de su origen en una materialización de la *falacia del hombre de paja*.

Por otra parte está el propio hecho de que la biosfera es un sistema inabordable en principio por un solo individuo *homo sapiens sapiens* (o, si se prefiere, *humán*<sup>[3]</sup>) en su relativa corta vida. Esto es, en lo que respecta al estudio detallado de la biosfera no parece hoy en día que sea posible aplicar uno de los principios fundamentales que creo que un escéptico ha de procurar seguir hasta el final: hay que examinar las cosas por uno mismo<sup>[4]</sup>. Ahora bien, actualmente dicha inabordabilidad de la biosfera comienza a remitir, ya que se ha desembocado en un desarrollo de la informática que ha generado algo como Google Earth. Esta extraordinaria aplicación permite que cada individuo pueda ver con detalle fidedigno casi todos los rincones de la superficie planetaria a través de un conjunto de fotografías de satélite que en principio es actualizado cada año. Por ejemplo, puede observarse año tras año, mediante un ordenador personal, la variación de la extensión de la zona glaciár

de Groenlandia, para así comprobar por uno mismo el grado de fiabilidad de las noticias de los periódicos (de los que en principio no nos podemos fiar, dado que prima siempre la noticia comercialmente efectiva o la políticamente necesaria según el ideario de turno), o de las respetables publicaciones científicas especializadas o de divulgación. No obstante, hay que decir que lo que Google Earth incluye sobre la placa gélida marina en torno del Polo Norte está a «años luz», en lo concerniente a detalles, de lo incluido para el resto del planeta Tierra. De hecho hasta principios de 2009 Google Earth no había incluido nada sobre los hielos árticos (pero actualmente es posible ver con Google Earth la extensión de los hielos árticos en diferentes etapas comprendidas entre 1979 y mayo de 2008, «apretando» sobre un icono que ha de aparecer sobre el espacio de pantalla reservado para la zona ártica, una vez activada la opción «Hielos del mar ártico» incluida en un submenú del «panel de capas» incluido a su vez en las opciones principales de la susodicha aplicación). Resulta un contratiempo serio el bajo grado de detalle ofrecido por Google Earth en lo que respecta a los hielos árticos, para los que quieran corroborar de manera incontrovertible si son fiables las fotografías de los periódicos que indican que para los períodos estivales ha menguado notablemente la zona de los hielos en torno al Polo Norte. De hecho, leyendo los periódicos nos podemos encontrar con auténticas falsedades sobre los efectos del cambio climático en las zonas polares del planeta. Por ejemplo, en la edición del 3 de septiembre de 2008 de *El Periódico de Catalunya*



Fotografía de satélite en la que lo más septentrional no abarca más allá del extremo norte de la Bahía de Hudson; no obstante, se presentó en diversos medios como indicativa del deshielo del Océano Ártico. Al respecto ver, por ejemplo, el periódico mejicano *El Universal* —acudiendo a [universal.com.mx](http://universal.com.mx) por el título *Confirma NASA deshielo en la capa polar del Ártico*, de marzo de 2008—, o a *ADN.es* —en lo que respecta a su edición del 2-XI-2008, por el título *La NASA confirma el deshielo del océano Ártico*—, o a la publicación valenciana *Vista al mar* —por el título *Noticias del deshielo por el calentamiento global*, acudiendo a [Vistaalmar.es](http://Vistaalmar.es), lo que a su vez incluye, dicho sea de paso, un enlace a la página de turismo de la Generalitat Valenciana— [NASA / Agencia EFE]

quedó publicada una noticia cuyo título es el siguiente: «Un explorador viaja al Polo Norte en piragua». Este título da entender inequívocamente que actualmente el Ártico está suficientemente deshelado como para poder acceder remando al Polo Norte —concretamente desde las islas Svalbarg (o Spitzberg), que están a medio camino yendo desde el Cabo Norte al Polo Norte—, pues si un explorador viaja al Polo Norte en piragua se presupone automáticamente que no será cargando con ella como de un saco se tratara. Es un título efectista que no responde a ninguna realidad actual, y es que no hay fotografías de satélite que lo verifiquen así como ningún informe serio. En mi opinión, los que han divulgado este bulo periodístico seguramente se han aprovechado del efecto psicológico que en su día produjo una noticia aparecida en agosto de 2000, según la cual se había observado una laguna donde se supone que el hielo cubre el Polo Norte. Esta noticia no pudo confirmarse con fotografías de satélite, aunque en principio, según científicos fiables, posiblemente sea fiable. Para salir del paso de la falta de confirmación vía satélite, se dijo que en el Ártico continuamente se forman aberturas kilométricas en el hielo que después se cierran en poco tiempo.

Creo que vale la pena destacar, a continuación, otro caso de noticia periodística también poco recomendable para los que gustan de informaciones ciertas. Como fotografía del deshielo en el Ártico, una buena cantidad de medios llegaron a publicar en su momento una fotografía de satélite en la que aparece un mar, por decirlo de alguna manera, que presupuestamente está libre de hielo (dado el titular que sugiere un deshielo alarmante del Ártico). ¡Resulta que hojeando un atlas puede darse cuenta uno, fijándose un poco, de que lo más septentrional de la fotografía no abarca más allá del extremo norte de la Bahía de Hudson (en Canadá)! Aquí se trata de un caso de venta de gato por liebre, dado que el extremo norte de la Bahía de Hudson está al sur del Círculo Polar Ártico (concretamente a unos 65° Latitud Norte) mientras que el extremo sur del Océano Ártico está a 80° Latitud Norte (aproximadamente la misma latitud que la del extremo norte de las islas Svalbarg). Estos datos conllevan que entre el Océano Ártico y la inmensa Bahía de Hudson hay unos 1 500 kilómetros de distancia.

Volviendo a Google Earth, esta aplicación informática permite conocer detalladamente la evolución de dos glaciares destacables de Groenlandia situados en torno del centro de la mitad sur de su costa este: el glaciar Kangerdlugssuaq y el glaciar Helheim. Con las fotografías implicadas en Google Earth es posible vislumbrar directamente que en las últimas décadas



Ahora con Google Earth se puede ver directamente la reciente historia de los hielos árticos y la variación de su extensión a lo largo de varios años (NASA / Google Earth)

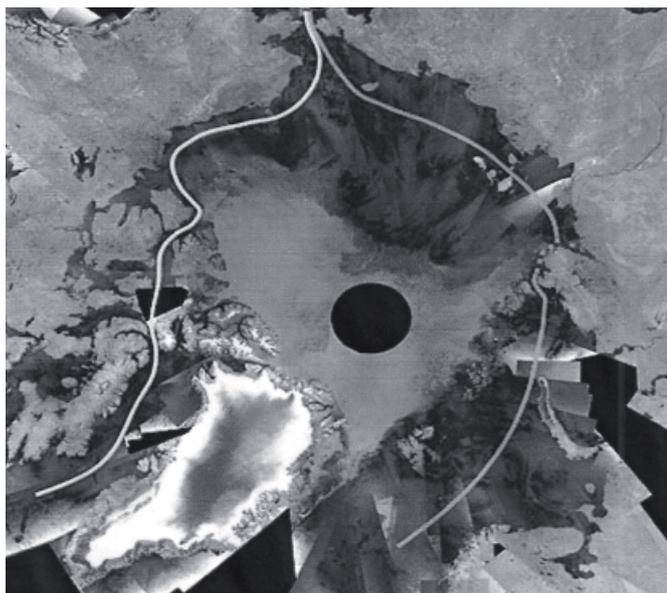
han ido retrocediendo en más de tres kilómetros sendos límites entre la parte de hielo compacto y el hielo fragmentado (que está mezclado con agua líquida) por influencia térmica del océano en el que ambos glaciares desembocan.

En lo que respecta al Océano Ártico propiamente, los análisis de las fotografías de satélite de la última década constatan disminución de su masa gélida, pero no de manera completamente progresiva (de 2007 a 2008 hubo un aumento de hielo estival debido a que el invierno 2007-2008 fue especialmente frío). Precisamente, en verano-2007 se produjo el máximo deshielo en el Ártico desde que llegan noticias del mismo. Y, de hecho, se ha remarcado que ello provocó en Europa Occidental, un verano de 2007 de los más fríos que se recuerdan en dicha zona (por mi parte, recuerdo que en pleno agosto-2007 estuve a punto de activar la calefacción de mi domicilio), considerándose que el agua fría producto del deshielo ártico se difundió hacia zonas más meridionales como son las costas de Europa Occidental.

La fotografía de satélite (o mejor dicho, el mosaico de fotografías de satélite) más espectacular que he encontrado sobre el deshielo en el Ártico es una de la Agencia Espacial Europea (ESA). Dicha fotografía apareció en varios periódicos con dos líneas dibujadas sobre ella, presumiblemente para permitir apreciar claramente dos pasos navegables (aunque uno de naturaleza abrupta)

[3] El filósofo Jesús Mosterín ha ido utilizando el término “humán” en lugar de “humano”, evitando así darle género masculino a algo que de hecho engloba los dos géneros.

[4] Ver el prólogo de *La Sabiduría de Occidente*, de Bertrand Russell; o ver también, como complemento al mismo, la entrevista de Javier Sampedro a Jesús Mosterín bajo el título *La apuesta por el individuo*, aparecida en 2006 en El País.com, sobre la obra de Mosterín *La apuesta por el individuo*.



Fotografía de la Agencia Espacial Europea del Océano Ártico, y lo que lo circunda, aparecida en varios medios en verano-2007, con dos líneas dibujadas para señalar los dos canales náuticos transitables que se formaron simultáneamente entonces [ver, por ejemplo, El PAÍS.com por el título *El calentamiento global hace navegable el remoto Paso del Noroeste en el Ártico*, del 15-IX-2007]. Esta fotografía apareció otra vez, pero sin líneas dibujadas, en El País del 28-VIII-2008, bajo el título *El deshielo preocupante del Océano Ártico*. (ESA)

surgidos simultáneamente en el verano de 2007. Cuando surgieron, estos dos pasos permitían la comunicación náutica directa entre el Atlántico Norte y el Pacífico Norte sin necesidad de pasar por el Canal de Panamá. Por lo visto, en tiempos históricos jamás había pasado que se pudiera navegar directamente de Europa a Japón por dos vías simultáneamente abiertas. Ahora bien, en dicho mosaico fotográfico queda un espacio consistente en un círculo regular con el Polo Norte como centro geométrico, presumiblemente por considerarse innecesario incluir fotografías de la zona inmediatamente circundante del Polo Norte; pero al menos un medio día pie a pensar que dicho círculo corresponde a una gigantesca zona interior de mar liberado de hielos.

Se sabe que hasta la década de 1971 desplazarse en pleno verano en trineo por esa zona era asunto delicado, porque en muchos lugares podía romperse súbitamente el hielo sustentador a causa de la carga asociada al transporte en trineo, pero ahora los análisis de las fotografías de satélite confirman que el grosor del hielo ártico ha disminuido todavía más, con lo que cabe esperar que los viajes estivales en trineo hoy en día sean asunto mucho más arriesgado que hace cuatro décadas.

Otro tanto incluso más imponente ocurre con los glaciares e hielos flotantes de la zona antártica, como se concluye sometiendo a análisis concienzudo las fotografías de satélite de los mismos, aunque sin apenas necesidad de recurrir a teorías preestablecidas. Estas fotografías de la zona ártica y de la antártica son la base del argumento más directo de que efectivamente hay cambio climático. El candidato más a mano a ser causa de este cambio climático es precisamente el dióxido de carbono de las emisiones antropogénicas.

En la primera parte de este ensayo se desarrolla un argumento a favor de conjuntar en lo posible, por así decirlo, las posturas científicas más cercanas a la tesis antropogénica del cambio climático con las alejadas de la misma. Se argumenta que desde un punto de vista epistemológico tan grave es obviar sin más los posibles efectos del dióxido de carbono antropogénico como obviar otros factores físicamente presentes, aparte de que obviar estos últimos conllevaría dejar de lado conocimientos necesarios para afrontar adecuadamente los posibles problemas que conlleve el cambio climático.

La segunda parte del ensayo es resultado de intentar profundizar sobre los problemas teóricos implicados en la problemática de predecir el futuro de la biosfera.

## **SOBRE LO INOBYVABLE ACERCA DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

De entrada, rechazar sin más la hipótesis antropogénica del cambio climático atenta implícitamente, pero directamente, contra principios fundamentales propios de escépticos. Estos principios son de carácter epistemológico que están encerrados, a su vez, en dos principios físicos plenamente vinculados a la problemática del cambio climático. Estos principios físicos son los siguientes: *el principio de conservación de la energía* y *el principio de conservación de la materia* (que actualmente tiene un dominio restringido a la química y a la física newtoniana).

El *principio de conservación de la energía*<sup>[5]</sup> sale a colación principalmente por el fenómeno denominado *efecto invernadero*. Como es sabido, este efecto se produce para la biosfera principalmente por la presencia en la Atmósfera de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), clorofluorocarbonos (CFC) y metano (CH<sub>4</sub>). En principio ha de estar claro que si se va incrementando la energía de procedencia solar que no retorna al Espacio, necesariamente ha de cumplirse que vaya aumentando la energía de la biosfera. Esta energía, a su vez, ha de

manifestarse o en incremento de energía mecánica (incremento de torbellinos en forma de huracanes, tempestades varias, procesos convectivos, etc.) o en incremento de energía térmica (aumento de la temperatura climática) o energía interna (aumento de masa vegetal, seres vivos, detritus orgánico, etc.). Sin embargo, el papel del *principio de conservación de la energía* va más allá de ser una ley para predecir.

### **La trascendencia del principio de conservación de la energía (o primer principio)**

No hay que olvidar que se ha dado el caso, a lo largo de la historia de la física, de que se ha preferido postular nuevas partículas<sup>[6]</sup>, cuya existencia no había sido detectada previamente, antes de rechazar el *principio de conservación de la energía*: se trata de un principio blindado al máximo. El contenido de fondo del *principio de conservación de la energía* es de carácter epistémico-metafísico (entiéndase aquí “metafísico” en su acepción puramente racional).

Para vislumbrar la importancia epistemológica del *principio de conservación de la energía*, considérese de entrada que es también equivalente al *principio de imposibilidad del móvil perpetuo de 1ª especie*<sup>[7]</sup>. Esto es, si no se cumpliera dicho principio de conservación, las cosas podrían como autoimpulsarse sin causa empíricamente identificable. De esto se saca que si no se cumpliera el mismo, no habría esperanza de construir un cuerpo empírico de conocimientos que pudiera considerarse con un mínimo de solidez, y libre de entidades espirituales de carácter puramente arbitrario; así, su importancia es fundamental para el que se interese por un conocimiento corroborable de la Naturaleza.

### **Lo inobviable considerando el primer principio**

Con todo esto en mente, ¿no resulta grave que alguien acepte el incremento del efecto invernadero y, no obstante, rechace sin más la hipótesis del origen antropogénico del cambio climático? Al hacer algo así, no está sólo llevando la contraria a unos cuantos iluminados que predicen el amor a ultranza a la madre tierra, está también negando, seguramente sin saberlo, la misma posibilidad de hacer ciencia fiable. Así, cuando alguien acepta el efecto invernadero no puede quedarse con decir que no se puede aceptar lo que dicen los iluminados de flor en mano, esto es, ha de examinar seriamente, y cuantitativamente, cómo la energía que aumenta en la biosfera se distribuye por la misma, si no quiere ser comparado con los mismos que critica. Admito personalmente que yo mismo, hace

tiempo, caí en el despropósito de casi acariciar el menosprecio a la hipótesis antropogénica del cambio climático por no aceptar iluminados y no ser capaz, por entonces, de reaccionar con algo de criterio ante la gigantesca y deslumbrante biosfera terrestre. Como réplica a esta actitud mía de antaño, me comentó un escéptico de pro, en cierta ocasión, que yo podía ser considerado como los que insisten en negar que realmente el Hombre llegó a la Luna.

Ahora bien, tan grave es aceptar pero obviar el incremento del efecto invernadero como dejar de lado sin más la influencia energética de los ciclos astronómicos implicados en el movimiento del Sol en torno al centro de masas del Sistema Solar, que están directamente asociados a la actividad eruptiva solar, la cual, a su vez, influye en la atmósfera terrestre. Estos procesos también pueden influir en la evolución del aporte energético a la biosfera terrestre; éstos corresponden, al parecer<sup>[8]</sup>, a diferentes ciclos de variaciones de temperatura terrestre, de incluso en torno a 3 °C, manifestados en diferentes períodos de la cronología de la Tierra (parte de los cuales están incluidos en el período histórico propiamente dicho), y a fenómenos recurrentes violentos como el de El Niño, que de hecho no se repiten al mismo ritmo en que la Tierra se mueve alrededor del Sol.

Igualmente grave sería dejar de lado sin más el hecho de que las emisiones antropogénicas de polvo y humo acaban tamizando la luz del Sol, proyectando una especie de penumbra en la biosfera, o que los volcanes emiten también dióxido de sulfuro (SO<sub>2</sub>), el cual, al combinarse con el oxígeno (O<sub>2</sub>) estratosférico en presencia de vapor de agua o gotitas de agua, forma ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

[5] El *principio de conservación de la energía* se puede reconsiderar como un principio de simetría en el tiempo de las leyes físicas [teorema de Noether].

[6] Al respecto véase el importante caso de la accidentada y dramática historia del descubrimiento de los neutrinos [por ejemplo, en lo referente a los neutrinos electrónicos, ver la obra de Asimov *Nueva guía de la ciencia*], los cuales, después de ser postulados teóricamente, fueron finalmente detectados experimentalmente. Los neutrinos son partículas fundamentales [o elementales] sin carga eléctrica y masa extremadamente pequeña [no más de unas 200 000 veces más pequeña que la del electrón], de las que existen al menos tres especies: los electrónicos, los muónicos y los tauónicos.

[7] Para considerar detalles filosóficos de dicho principio ver, por ejemplo, *En torno a la génesis de la concepción pseudocientífica de energía* [1ª parte], publicado con el número 20 de *El Escéptico*.

[8] Al respecto está el llamativo artículo *El cambio climático ¿origen natural o antrópico?*, publicado con el número 18 de la revista *El Escéptico*.

en suspensión que tamiza la luz del Sol. Estos hechos hay que considerarlos a la hora de establecer el incremento neto de la energía que se introduce en la biosfera.

Ahora bien, un escéptico puede pensar lo siguiente: si lo del incremento del efecto invernadero se obvia porque puede que no sea más que un bulo de tantos, uno no acaba autotraicionándose. De acuerdo, ¿pero qué hay entonces con el incuestionable hecho de que hay continuas emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero? Si se acepta esto último (¿quién no puede aceptarlo?), se ha de vislumbrar que la explicación de la absorción de radiación infrarroja por parte del dióxido de carbono, el metano, y otros gases, se explica, en principio

**“Tan grave es obviar el efecto invernadero como dejar de lado sin más la actividad eruptiva solar, la cual, a su vez, influye en la atmósfera terrestre”.**

bien, en base a la teoría de los orbitales cuánticos moleculares, la cual da una idea en principio fiable de los espectros de absorción de las moléculas de los gases de efecto invernadero (espectro de absorción que incluye la frecuencia correspondiente a la radiación infrarroja). Esto es, se aprehende el efecto invernadero sin salirse del ámbito en que los átomos puedan considerarse imperturbables (excepto por alguna ganancia o pérdida de electrones) y que se enlazan entre sí por medio de sus respectivos electrones caracterizados por una serie de números cuánticos. Ello conlleva, a su vez, aceptar como válido el *principio de conservación de la materia*.

Así, si se asume la posibilidad de incremento de efecto invernadero reconociendo los gases que lo producen como formados por moléculas en los términos indicados en el párrafo anterior, entonces se está asumiendo implícitamente el *principio de conservación de la materia*. Dado esto, no cabe esperar que los átomos de estos gases de efecto invernadero vayan a desaparecer de manera arbitraria después de haber sido emitidos (si en un punto de una habitación hay una pipa encendida, la habitación se llenará tarde o temprano de humo, a no ser que haya para el mismo vías de escape, filtros o motivos para precipitar). No obstante, se puede asumir inconscientemente dicho principio como algo sólo para establecer predicciones sin reconocer la transcendencia de fondo que hay en el mismo. Y resulta que este principio también encierra claves epistémico-metafísicas que no pueden ser ignoradas por un escéptico, a pesar de que este principio sea más débil<sup>[9]</sup> que el de la conservación

de la energía. Para entender tales claves hay que elevar incidentalmente el grado abstractivo del discurso.

### **Lo trascendental en relación al principio de conservación de la cantidad de materia**

En principio es deseable que haya un substrato invariable en los cambios cuya consideración además permita explicarlos de manera inteligible, pues, de lo contrario, el establecimiento y explicación de proposiciones científicas con sentido se complica<sup>[10]</sup>, sobre todo si se ha tomado como pilar que las cosas y los hechos que nuestra mente identifica como externos son efectivamente preexistentes a nuestra propia mente. Si en química, por ejemplo, no se cumpliera que hay un substrato imperturbable (el constituido por los diferentes tipos de átomo de la tabla periódica), no podría tener sentido intentar diseñar preexperimentalmente nuevos productos químicos con características predeterminadas por algún motivo en concreto. Pasando de esta afirmación a un grado de mayor abstracción, queda, en definitiva, que si no hay garantía de que hay un substrato imperturbable inteligible en la Naturaleza, no hay garantía de que no sea infinito el número de experimentos necesarios para establecer un conocimiento con sentido del Mundo.

Con el atomismo científico (siglo XIX), heredero del metafísico de los griegos Léukippos y Demókritos, se pensó en ciencia que el deseable sustrato imperturbable en los cambios fisicoquímicos debería consistir en partículas materiales indestructibles cada una con unas determinadas características físicas fijas invariables (es decir, partículas físicas para las que no puede haber cambio entitativo). Si se emplea un lenguaje cuantitativo, esta idea implica el *principio de conservación de la cantidad de materia*.

Para no caer en la falacia del consecuente, hay que considerar que el enunciado del *principio de conservación de la materia* no implica necesariamente la existencia de partículas últimas inmutables, pero de hecho se llegó a dicho principio a partir de postular la existencia de dichas partículas. Es decir, si no se considera de entrada si hay o no substrato inmutable, el enunciado de dicho principio sólo se hubiera podido plantear de manera incidental, como ley empírica en principio restringida a un determinado contexto.

De hecho, la comunidad científica llegó a asumir que tenía que haber una serie de partículas últimas imperturbables, con unas determinadas características, que compondrían todo sistema identificable físicamente. Sin embargo, esta idea está actualmente en crisis<sup>[11]</sup>, y señal de que

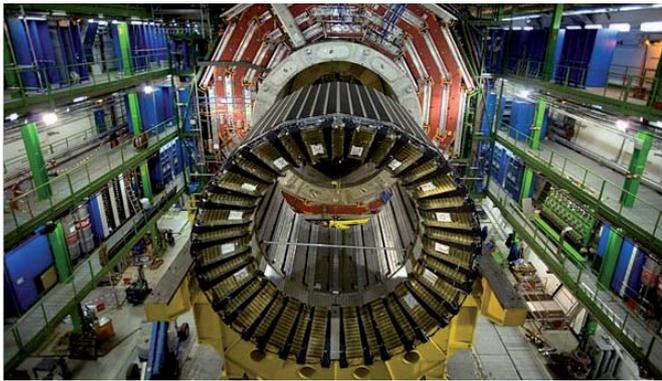


Imagen de uno de los detectores de partículas con masa del Gran Colisionador de Hadrones del CERN. (CERN)

esta crisis es de carácter trascendental es la expectación, acompañada de profunda consternación, motivada por el hecho de que la larga cadena de descubrimientos de partículas llamadas elementales no parece tener fin (como queda patente con el conjunto de experimentos realizados en los aceleradores de partículas), por no hablar de las dificultades matemáticas que surgen al considerarlas en el marco de la teoría cuántica de campos. Así, en lo que respecta a física fundamental, hace tiempo que muchos teóricos, entre ellos Mario Bunge<sup>[12]</sup>, han pensado en buscar sustituto a la serie de las llamadas partículas elementales. Y, en cualquier caso, si se encontrara otro contexto para solucionar el problema de establecer una teoría física cuyo sentido esté garantizado (que podría ser el de la teoría de cuerdas), en este contexto debería cumplirse un replanteado *principio de conservación de la cantidad de materia* de cara al mismo.

## Lo inabordable en relación al *principio de conservación de la cantidad de materia*

Hasta aquí se ha intentado resaltar, con cierto detalle, lo trascendental de lo implícito que está en juego, desde un punto de vista epistemológico (y, por tanto, de máxima importancia, para un escéptico) cuando uno asume que hay emisiones de gases invernadero a causa de la actividad socioeconómica de los *Homo sapiens sapiens*. Así, en definitiva, debería quedar claro que, asumido el hecho, se ha de preocupar uno con suma seriedad por establecer el incremento en la Atmósfera de dichos gases. Ahora bien, de la misma manera que se acepta el hecho de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero también se ha de aceptar otras presencias, tanto de emisores como de sumideros de dichos gases —tan grave es obviar las emisiones antropogénicas de dichos gases como obviar la presencia de sumideros o fuentes (antropogénicas o no) en lo que respecta a los mismos—. Ya en la edición norteamericana de 1984 de *Nueva guía de la ciencia* (de Isaac Asimov) quedaba resaltado que los volcanes, sin olvidar otras aberturas de acceso al interior de la Tierra, han ido descargando grandes cantidades de dióxido de carbono, desde hace miles de millones de años, algo que ha ido sido neutralizado por varias vías (so pena de acabar como el planeta Venus). De éstas, la que siempre estuvo presente es la acción de las rocas con mineral de silicato de calcio o *wollastonita* ( $\text{CaSiO}_3$  -  $\text{Ca}_3[\text{Si}_3\text{O}_9]$ ) no desgastadas (vírgenes) que afloran por la actividad geológica de la Tierra (las rocas vírgenes con *wollastonita* absorben dióxido de carbono en entornos húmedos, formándose entonces caliza<sup>[13]</sup>);

[9] A partir del momento en que Einstein concluyó la posibilidad de transformación de materia en energía, la aplicación del principio de conservación de la materia ha ido quedando, cada vez más, restringida al ámbito newtoniano y a la química.

[10] Al respecto está la proposición 2.0211 del *Tractatus lógico-philosophicus*, de Wittgenstein: «Si el mundo no tuviera substancia alguna, el que una proposición tuviera sentido dependería de que otra proposición fuera verdadera».

[11] Actualmente, las llamadas partículas elementales se dividen en tres grupos principales: *leptones*, *quarks* y *mediadores*; no obstante, resulta que pueden variar de masa, aniquilarse y transformarse unas en otras. Se trata de un atomismo realmente muy relativo, del que estarían muy consternados tanto Dalton como sus sucesores y antecesores atomistas.

[12] Según Jesús Mosterín, Mario Bunge le declaró lo siguiente (ver edición de 1987 de *Conceptos y teorías en la ciencia*, de Jesús Mosterín): «la física de campos refutó el atomismo, aunque no las hipótesis atómicas (físicas y químicas). Las “partículas” cuánticas no son partículas de estilo clásico, sino zonas de campos de densidad muy grande». De esta declaración se infiere que Mario Bunge es partidario de colocar el concepto de campo como el correspondiente al de substancia primordial en física. La última propuesta en relación a este problema viene con la teoría de cuerdas. En la teoría de cuerdas las partículas fundamentales son objetos que vibran como cuerdas, de manera que a cada modo de vibración le corresponde una de las partículas

elementales del grupo de los *leptones*, *quarks* y *mediadores*, o incluso otra partícula por descubrir aún. No obstante, de momento todo parece indicar que con los propios conceptos de la teoría de cuerdas no es posible siquiera diseñar un experimento para detectarlas (¿Es una pseudoteoría la teoría de cuerdas?).

[13] Las rocas calizas son uno de los grupos sedimentarios más abundantes de la corteza terrestre. Están formadas por dos variedades de cristalización del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), que son la calcita (el constituyente principal de la caliza) y el aragonito, además de estar presente la dolomita ( $\text{MgCO}_3$ ). El carbonato de calcio presente en las calizas se produce por la combinación de iones  $\text{Ca}^{2+}$  procedentes de la *wollastonita* con iones  $\text{HCO}_3^-$  procedentes de la combinación de dióxido de carbono con agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) del entorno húmedo, materializándose el proceso esquematizado con la siguiente ecuación química:  $\text{Ca}^{2+} + 2[\text{HCO}_3^-] = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ . Aunque en el segundo miembro de la ecuación química se presente un término de dióxido de carbono, en el proceso se absorbe finalmente gas de dióxido de carbono. Fijarse que en el primer miembro hay dos carbonos y seis oxígenos mientras que en el segundo miembro una sola molécula  $\text{CO}_2$ . Esto implica que la mitad de los carbonos del dióxido de carbono del entorno húmedo quedan en las moléculas del carbonato de calcio que se produce, así como la mitad de los oxígenos, en consonancia con el principio de conservación de la cantidad de materia. Es importante señalar que el carbonato de calcio puede derivar en bicarbonato de calcio [ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ] si disuelto en agua es sometido a una “inyección” de dióxido de carbono.

---

las principales del resto de vías son la acción neta de la propia vegetación terrestre<sup>(14)</sup> y la acción de las algas marinas. Por otra parte, es igualmente grave obviar las emisiones de metano procedente de las plantas, de hielos polares y grandes herbívoros en su actividad metabólica (y este último factor está íntimamente relacionado con la producción alimenticia de la población de humanos).

En lo que respecta al dióxido de carbono neto presente en la Atmósfera, la opinión más extendida entre los científicos dedicados al tema es que realmente aumenta. Un clásico entre las gráficas que constatan un aumento de la concentración de dióxido de carbono en la Atmósfera es la ofrecida por el observatorio Mauna Loa<sup>(15)</sup>, en la isla volcánica Hawaii. En este gráfico se observa un aumento casi lineal de la concentración de dióxido de carbono desde 1955, año en que empezaron las observaciones en el observatorio Mauna Loa. Ahora bien, los gráficos siempre se han de interpretar, y yo me pregunto si se ha considerado suficientemente el tiempo que tarda en difundirse por todo el planeta el dióxido de carbono emitido por los volcanes activos de la zona donde está el observatorio Mauna Loa.

## LA PROBLEMÁTICA TEORÉTICA EN LA PREDICCIÓN DEL FUTURO DE LA BIOSFERA

El primer escollo que se señala normalmente para la predicción del futuro de la biosfera es que la misma Atmósfera es caótica, es decir, impredecible con detalle más allá de un cierto tiempo (concretamente, no es posible predecir con precisión más allá de un tiempo de tres semanas el tiempo meteorológico en un sitio determinado).

Por otra parte, también se ha llegado a afirmar que los ecosistemas, a pesar de presentar un alto grado de estabilidad en la mayoría de las circunstancias actuales, pueden ir hacia el caos por cambios aparentemente insignificantes en el clima.

Así, queda manifiesto en cierta medida que la teoría del caos no puede obviarse en lo que respecta a la predicción del futuro de la biosfera. Pero la importancia de la teoría del Caos también es teórica, en lo que respecta a los retos que plantea el estudio de los sistemas base de los ecosistemas y de los seres vivos.

Para estudiar la biosfera está la biología como ciencia más directamente implicada, con conceptos autónomos a los de la física y la química (los biólogos van a lo que van, y utilizan conceptos como el de célula o especie,

por ejemplo, que no aparecen ni en física ni en química, aunque no por ello dejan de lado estas ciencias cuando les ven aplicación para sus intereses cognitivos). No obstante, el problema de la biología es que con sus conceptos propios todavía no es una ciencia predictiva en grado suficiente como para decir algo exhaustivo sobre lo que puede pasar en la biosfera en el futuro (habiendo indicios de que nunca lo será definitivamente); por otra parte, la física y la química, a pesar de ser ciencias cuya potencia predictiva no admite parangón hasta ahora, tradicionalmente ha ido siendo un problema abierto la manera de conseguir que constituyan un fundamento sólido de la biología, al menos desde un punto de vista positivista lógico. O dicho de otra manera, para llegar a la biología desde la física y la química hace falta incluir algo más allá de lo que representa en sí el tipo de aparato deductivo clásico basado en principios y en unos conceptos de los que a su vez se derivan otros a través de definiciones lógico-matemáticas clásicas.

En las últimas décadas se ha vislumbrado que esta situación podría dar un vuelco importante con el surgimiento relativamente reciente de la disciplina denominada con el término «teoría de la complejidad» (en la que está implicada la teoría del Caos) o «teoría de los sistemas complejos». Entre los que modernamente se han propuesto avanzar en el tema de reducir la biología a física y química, una de las referencias principales, si no la principal, es la obra de Haken y su allegado científico Wunderlin (ambos alemanes). Estos han desarrollado una disciplina bautizada con el nombre «sinérgica», que agrupa bajo una misma perspectiva sistemas físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, etc. No obstante, no han faltado pensadores<sup>(16)</sup> que explícitamente o implícitamente han insinuado inequívocamente que son insuficientes las aportaciones de la teoría de la complejidad, en especial en lo referente a los ecosistemas y a los seres vivos. La sinérgica se basa en ideas ontológicas frente a las cuales hay críticas tanto en lo que respecta a ellas mismas como en lo que respecta a cómo se han desarrollado, sin que por ello no sean destacables las importantes aportaciones de la misma para la reducción de la biología a la física y la química.

Lovelock destaca en su obra *La venganza de la Tierra*<sup>(17)</sup> que la teoría de la complejidad no ha logrado en definitiva explicar la evolución de la biosfera, destacándose entonces la necesidad de recurrir a ideas heurísticas como la de Gaia. Esta situación mantiene ciertos paralelismos notables con las dificultades que los científicos de diversos ámbitos (físicos, químicos, biólogos, etc.)

tienen en la novela *Solaris*, de Stanislav Lem (editada por primera vez en 1961), la novela en la que el principal protagonista es precisamente un planeta viviente.

Otro elemento surgido estas últimas décadas, que también ha entrado con fuerza en lo que atañe al problema de la reducción de la biología a física y la química, es la aplicación del concepto de *entrelazamiento cuántico* para, sobre todo, el estudio de la conciencia. No obstante, es puramente teórica la importancia de este asunto en el contexto de este ensayo.

### **Teoría del Caos y predicción en lo concerniente a la biosfera**

Según estimaciones realizadas, por las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> desde 1900 debería haber habido un constante aumento de temperatura climática desde entonces, pero está constatado que entre la década de 1941 y la de 1971 hubo, no obstante, una bajada de las temperaturas. Se explica que la causa de esto han sido precisamente las emisiones industriales de polvo y humo. Esto es indicativo de que hay que hilar muy fino y necesariamente recurrir al empleo sistemático de un lenguaje cuantitativo que permita el cálculo del balance neto de los factores diversos contrapuestos unos con otros. De hecho, parece ser que para finales del siglo XXI el efecto neto sería de un incremento de la temperatura climática de superficie, respecto a la de 1999, de un mínimo de 1,8 °C y un máximo 4 °C, dependiendo el valor definitivo de incremento de la futura evolución tecnoeconómica y demográfica de la población mundial (ver el último informe hasta ahora del IPCC<sup>[18]</sup>, de 2007). Esto implica que podría esperarse un incremento de en torno a 2 °C para mediados del siglo XXI. Una diferencia de 2 °C puede ser fundamental (ejemplo: hay una diferencia substancial entre agua a 0 °C y agua a 2

°C, si se trata de agua pura), aunque uno no note apenas diferencia de sensación térmica entre 0 °C y 2 °C; no obstante, a lo largo de un año puede haber hasta 50 °C o más entre la temperatura mínima y la máxima (en la zona mediterránea es frecuente que anualmente las temperaturas estén comprendidas entre los -2 °C y +40 °C), y esto parece abogar que una diferencia de 2 °C no es en principio algo para preocuparse significativamente. Así, las diferencias pueden ser importantes o no según la perspectiva utilizada a la hora de considerarlas. Sea como sea, con el advenimiento de la teoría del Caos (teoría con importante desarrollo matemático cuya génesis está en los estudios de Poincaré de dinámica clásica de sistemas y los modelos de predicción meteorológica de Lorenz en la década de 1961) se enquistó la idea de que cualquier cambio climático por pequeño que sea puede ocasionar cambios en la biosfera que producirían problemas serios de adaptación para todo tipo de ser vivo, porque la dinámica atmosférica es caótica y los ecosistemas son susceptibles de sufrir transición al Caos.

La teoría del Caos ha sido considerada con motivo como la tercera revolución epistemológica de la ciencia del siglo XX, porque representa otro desafío al determinismo científico (aparte de la mecánica cuántica). Lo más extendido de esta teoría es el paradigma del efecto mariposa, algo que ha calado profundamente en el seno de la cultura popular. No obstante, este mismo éxito ha propiciado que no pocas veces haya dejado mucho que desear la manera en que se ha considerado dicha teoría. Como ejemplo de hasta qué punto se ha llegado a deformar en ciertos casos la consideración de la teoría del Caos, cabe señalar que no han faltado astrólogos que han utilizado lo del efecto mariposa para justificar<sup>[19]</sup> que una pequeña perturbación gravitatoria causada por un planeta puede llegar a condicionar la vida de una persona al nacer, ya que una pequeña perturbación

[14] Como es consabido, las plantas absorben dióxido de carbono por el día y lo emiten por la noche; pero el resultado neto es que absorben dióxido de carbono. Presumiblemente es por esto que la mayoría de los textos publicados sobre el clima consideran sin más a las plantas como sumideros de dióxido de carbono, sin entrar en el tema de cuánto de dicha substancia presente en la Atmósfera procede de las plantas.

Entrando en detalles, las plantas verdes, y en presencia de la luz, son como recipientes donde se producen reacciones bioquímicas que básicamente consisten en lo siguiente: absorción de moléculas relativamente simples, como las de dióxido de carbono y las de agua, y producción de moléculas más complejas del grupo de las de los glúcidos pero de masa molar relativamente débil, que luego se transforman en moléculas de masa molar mayor [almidón [(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>], lípidos, etc.].

[15] Al respecto ver, por ejemplo, la obra *Understanding Weather and Climate*, de Edward Aguado y James E. Burt. Es de destacar que la

obra indicada obvia que parte del dióxido de carbono atmosférico va siendo absorbido por las rocas vírgenes. Esto podría afectar a las interpretaciones que ofrece la obra en torno al tema de la concentración de CO<sub>2</sub> en la Atmósfera.

[16] Entre estos pensadores cabe destacar a Lovelock (ver su obra *La venganza de la Tierra*) y a Lawrence Sklar (ver su obra *Physics and Chance* [Philosophical issues in the foundations of statistical mechanics]).

[17] Ver concretamente la página 52 de la edición española castellana de *La venganza de la Tierra*, de James Lovelock

[18] Al respecto ver, por ejemplo, [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)

[19] Al respecto ver la obra *Azar y Caos*, de David Ruelle, y también *La feria de los ignorantes* [o un día en Magic-1998], en *El escéptico digital*

---

gravitatoria efectivamente puede llegar a condicionar la evolución atmosférica en un lugar determinado de la biosfera. Es cierto que Marte, por ejemplo, puede influir en la evolución atmosférica terrestre. Que esto ocurra se debe precisamente a que la Atmósfera, como sistema físico, es caótica, es decir, muy sensible a las perturbaciones por insignificantes que sean; no obstante, a su vez, esta sensibilidad a las perturbaciones da lugar a la imposibilidad de predecir con detalle la evolución de la Atmósfera, y esto último precisamente es una razón más para establecer la imposibilidad de predecir la vida de una persona a partir de cómo se configuren los planetas, algo que precisamente contraría el objetivo fundamental de la astrología.

Está también, considerando la teoría del Caos, que hasta hace poco más de un lustro fue disciplina «virgen» de moda, ideal para individuos con idea de medrar fulgurantemente (por temor a llegar a los cuarenta en precario, dicho sea de paso). Esto ha ocasionado, tal y como declaró en su momento David Ruelle<sup>[20]</sup>, que en investigaciones que conllevan la teoría del Caos sea necesario considerar la posible existencia de elementos espurios establecidos sólo para impresionar a la galería.

El problema del denominado *efecto mariposa* hace imposible *de facto* predecir con detalle la evolución de un sistema más allá de un cierto período de tiempo, pero esto no conlleva necesariamente que no pueda decirse nada sobre la propia evolución del sistema. De hecho es posible, no obstante, predecir el comportamiento estadístico del sistema. Por ejemplo, cuando se tira una moneda al aire no es posible determinar con seguridad el resultado, pero es posible predecir, no obstante, que bajo determinadas circunstancias existe un número  $n$  (sin precisar) para el que seguro resultará que el recuento de caras es igual al de cruces (probabilidad objetiva de 1/2 de salir cara y probabilidad objetiva de 1/2 de salir cruz). De cada dinámica subyacente de un sistema es posible determinar el comportamiento estadístico del mismo, y si previamente es conocido el comportamiento estadístico de un sistema, es posible descartar los sistemas de ecuaciones dinámicas subyacentes que no pueden corresponder al comportamiento del sistema dado.

Además, un sistema puede ser caótico pero no por ello comportarse de manera que incumpla las leyes fundamentales de la física, como la de la conservación de la energía. Mientras un sistema caótico no reciba más energía, sus posibles estados estarán acotados dentro de unos límites fijos. Dado que la Atmósfera es caótica, con las pequeñas perturbaciones que siempre

han estado presentes tiempo sobrado ha habido para que su caoticidad se haya desarrollado todo lo posible en relación a la biosfera.

El problema fundamental está en que la energía de la Atmósfera aumente lo suficiente como para llegar a estados inaccesibles hasta ahora, que sí provoquen transición al Caos en la biosfera o en una parte de sus ecosistemas, de manera que no haya tiempo de que especie viva alguna pueda reaccionar lo suficiente para su supervivencia, o al menos se desestabilicen los ecosistemas claves en donde se desarrolla la Civilización. Esto es, puede darse el caso de ecosistemas claves regidos por ecuaciones con al menos un parámetro que dependa directamente de algún factor climático (como podría ser la temperatura), de manera que una variación del valor del mismo acabe convirtiéndolos en sistemas caóticos (es decir, desestabilizados completamente).

El asunto de cómo aplicar la teoría del Caos está abierto a discusión teórica, pero, en cualquier caso, hay hechos del pasado que se diría ponen en tela de juicio la forma en que no pocas veces se ha considerado la teoría del Caos en lo que respecta a la biosfera: siglos atrás en la historia ha habido aumentos de la temperatura climática, en lo que concierne a determinadas zonas del planeta, comparables a los que se supone que nos esperan en un futuro no lejano, como el que permitió a los vikingos el descubrimiento de Groenlandia y la península de El Labrador, y no parece que pasara nada «espectacular» por entonces, aparte de que en el sur de Inglaterra se extendiera el cultivo de viña, más otras curiosidades varias. Lovelock no comenta nada de esto en su libro *La venganza de la Tierra* (La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad), lo cual es un motivo para levantar relativas suspicacias respecto a su honestidad intelectual. Es más, si nos fijamos en el gráfico de la evolución de la temperatura climática en el Hemisferio Norte, que aparece en la página 87 de la edición castellana española (un gráfico «palo de hockey») del libro, se puede observar directamente que no hay referencia a años anteriores a +1400, precisamente justo acabado el famoso período cálido medieval y empezado la no menos famosa pequeña edad de hielo, pudiendo entonces ser lícito sospechar que el motivo de ello es mostrar un gráfico en el que no existan subidas de temperaturas si no es hasta bien entrada la era industrial. Aparte está que si se quiere extraer conclusiones sobre el futuro de la biosfera a partir de un gráfico de evolución de temperaturas, es necesario hacer referencia a la temperatura climática de todo el planeta, y no de un hemisferio en concreto (como ocurre con dicho gráfico). No obstante, estos

calentamientos climáticos del pasado tampoco pueden usarse a la ligera para desprestigiar definitivamente a los que nos dicen, como Lovelock, que nos espera un futuro poco halagüeño.

En la fase inmediatamente previa al dominio romano, en lo que respecta a la cuenca atlántica europea, según algunas fuentes<sup>[21]</sup> las temperaturas eran allí entre 2 ó 3 grados Celsius (según la zona) superiores a las actuales en la misma área; mucho más se ha indagado sobre el denominado período cálido medieval, transcurrido en los siglos en torno al XI de nuestra era (hasta entrado el siglo XIV), que en lo que respecta a prácticamente toda la cuenca atlántica supuso temperaturas entre 1,5 ó 2 grados Celsius (según la zona) superiores a las actuales; ahora bien, también es cierto que estas temperatura más cálidas estaban «compensadas» por las de la cuenca del Pacífico (que eran inferiores a las actuales en la misma zona), de manera que la correspondiente temperatura global climática del planeta difería por entonces relativamente poco de la actual. Así, si bien estas noticias del pasado son base para relativizar lo que importantes científicos como Lovelock y Hawking temen para finales del siglo XXI, tampoco se puede disparar cohetes para anunciar que puede continuar sin problemas la civilización de la combustión. Al parecer, este entusiasmo de algunos escépticos contra el alarmismo respecto al Cambio Climático, ha llevado, como «contrapeso» excesivo, a majaderías como la de decir, basándose en crónicas confusas mal interpretadas, que en el siglo XV de nuestra era una flota del Extremo Oriente atravesó sin problemas el Océano Ártico, como manifestando que puede deshacerse el Ártico sin más consecuencias que las del hecho de que el Rin (o Rhein, en lengua alemana) ya no se hiela como antaño; sin embargo, este asombroso viaje contrasta brutalmente con que, precisamente en el siglo XV, los vikingos groenlandeses quedaron prácticamente aislados de Islandia y Noruega, dado que ni siquiera con sus luengas naves como la drakkar podían navegar sin grandes peligros, debido a que por entonces se desplazó hacia el Sur, unos 6° de latitud, el límite meridional de la zona de imponentes placas compactas de hielo típicas de los mares polares (zona de banquisa), ocurriendo otro tanto con el límite meridional de la zona de los hielos flotantes (situado más al sur que el límite de banquisa).

Los calentamientos climáticos del pasado histórico a los que se ha hecho referencia no eran del todo globales, por lo que en principio había más opciones para que los animales afectados (principalmente mamíferos, ya que éstos no pueden soportar de manera continuada temperaturas superiores a los 40 °C sin

tomar agua continuamente) pudieran migrar a zonas más favorables. Por ejemplo, los feroces leones africanos de la sabana actual muchas veces se encuentran al límite a temperaturas de 40 °C, por lo que una subida de la temperatura climática global de un solo grado puede suponer una situación muy delicada para ellos en épocas de sequía; sin embargo, en torno al siglo XI de nuestra era tuvieron la opción clara, presumiblemente, de trasladarse hacia el sureste de África (las temperaturas yendo hacia el sur de África disminuyen y en el Índico del siglo XI la subida térmica fue en principio menor que en la cuenca atlántica del mismo siglo). Por otra parte, como comenta Lovelock<sup>[22]</sup>, el estado actual de la vegetación, elemento casi imprescindible para aliviar sequías, no tiene nada que ver con el de siglos atrás. En efecto, en la Antigüedad, para sugerir la frondosidad de los bosques de la Península Ibérica, se decía que una ardilla podía saltar de árbol en árbol desde los Pirineos hasta el Estrecho de Gibraltar, y los romanos encontraron impracticable controlar el territorio más allá del Rin y el Danubio, por el gigantesco y tupido laberinto de bosques milenarios y pantanos que cubría toda Germania hasta el mar Báltico por el Norte (de hecho, una expedición estrictamente romana, por tierra, para recoger ámbar<sup>[23]</sup> en el Báltico, fue considerada una auténtica hazaña), extendiéndose al Este de manera prácticamente infinita hacia los territorios de la actual Rusia, que en aquella época estaba considerada como el territorio de los muertos situado al otro lado del mitológico Estigia (que, en la mitología de la Antigüedad, Caronte ayudaba a atravesar con su barca).

Con toda la información histórica presentada ya, considerando el problema del futuro de la biosfera bajo la teoría del Caos, creo razonable concluir lo siguiente: no cabe esperar, si se restringe a un continente un determinado cambio climático, desestabilizaciones

---

[20] Ver la obra *Azar y Caos*, de David Ruelle.

[21] Ver, por ejemplo, [lino.naranjosite.com/web1/doc/orquir2.pps](http://lino.naranjosite.com/web1/doc/orquir2.pps)

[22] Ver la obra *La Venganza de la Tierra [La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad]*, de Lovelock

[23] Hay que aclarar que la palabra «ámbar» es polisémica; proviene del árabe, lengua en que «ámbar» quiere decir «lo que flota en el mar». El ámbar que apreciaban los romanos no es un detrito de ballena (el ámbar gris), sino el mismo con el que Tales de Mileto descubrió el primer fenómeno de la historia de la electricidad; este ámbar es una resina vegetal fosilizada proveniente de restos de coníferas [en Europa, principalmente *Pinus succinifera*], que en el Báltico se encuentra con relativa facilidad flotando en el mar. El origen de la mencionada polisemia está en que flotan tanto el ámbar gris, el primero que se identificó con la palabra «ámbar», como el ámbar de coníferas.

alarmantes por una subida en el mismo, respecto a las temperaturas actuales, de entre 2 y 3 grados Celsius (por falta de más elementos, no me atrevo a decir que sin problemas puede aumentar más de tres grados Celsius la temperatura en un continente en concreto). Ahora bien, en base a la información introducida antes no es posible decir que no habría desestabilización alarmante en caso de subida a escala planetaria de la temperatura climática de entre 2 y 3 grados Celsius.

## **Teoría del Caos y recurrencia en lo concerniente a la biosfera**

Seguidamente, se plantea ahora la necesidad de matizar más la afirmación de que la Atmósfera es caótica. Desde nuestros días en la escuela sabemos que hay cierta periodicidad anual en el tiempo meteorológico (de manera que sabemos seguro que en agosto no nevará a nivel del mar en latitudes medias). Esta periodicidad anual se debe, como se sabe desde hace al menos 150 años, al movimiento orbital periódico de la Tierra considerando la inclinación de su eje de rotación respecto al plano de la trayectoria de su movimiento en torno al Sol. Se trata de una periodicidad de origen astronómico externo a la biosfera. La importancia de esta afirmación consiste en que lo que ocurre en la biosfera no es sólo una cuestión interna suya, es decir, que también hay que «mirar» al espacio exterior. ¿Pero se limita a la periodicidad anual del movimiento orbital de la Tierra la influencia del espacio exterior en su clima?

A pesar de su dinámica subyacente caótica, la Atmósfera es, empleando una expresión derivada de una presente en la enciclopedia Wikipedia, erráticamente cíclica. Erráticamente cíclico, o eso es lo que parece ser en principio, también es el síndrome extremadamente potente, desde el punto de vista meteorológico, de El Niño (que en sus manifestaciones extremas se denomina Mega-Niño), y también lo es la denominada *oscilación del Atlántico Norte*. Es clave, para contestar la pregunta con la que finaliza el anterior párrafo, contestar esta otra: ¿se debe la periodicidad de estos fenómenos a procesos periódicos astronómicos en el espacio exterior, o bien se deben a algo intrínseco de la dinámica subyacente de la Atmósfera en su interacción con buena parte de la biosfera? El sentido de la pregunta se fundamenta en buena parte en el hecho de que todo sistema energéticamente cerrado ha de cumplir, desde el punto de vista de la dinámica clásica, el *teorema de recurrencia de Poincaré*. Según dicho teorema, para todo sistema energéticamente aislado se ha de cumplir, una vez iniciado un proceso en un estado  $E$

del mismo, que vuelva un número potencialmente infinito de veces al mismo estado  $E$  o a unos muy próximos a él. Así, cabe esperar teóricamente que el sistema *atmósfera terrestre-biosfera* presente fenómenos recurrentes independientemente de la influencia energética solar, con lo que en principio podría plantearse que fenómenos “erráticamente” recurrentes como El Niño sean propios de la atmósfera terrestre en el contexto de su interacción con la biosfera. Si fuera así realmente, no cabría buscar en el espacio exterior causas a los efectos que apuntan a un acaecimiento efectivo de cambio climático. Sin embargo, están las consideraciones del investigador doctor Theodor Landscheidt. Según Landscheidt, síndromes como El Niño tienen su origen en los ciclos de erupciones solares que inyectan a la Atmósfera, en determinadas circunstancias astronómicas, suficiente energía como para producir las alteraciones atmosféricas que se observan en el Hemisferio Sur y también en el Norte, de tal manera que, en su opinión, poco tienen que ver con los gases antropogénicos de efecto invernadero los cambios que se están observando en el clima respecto a décadas anteriores.

Para acabar de entender suficientemente el desarrollo de las conclusiones fundamentales de Landscheidt<sup>[24]</sup>, es necesario introducir nociones previas sobre la naturaleza de estos síndromes climáticos y también sobre la naturaleza del Sol. En lo que respecta a estos síndromes, me centraré en El Niño, para no ser excesivamente prolijo. El Niño es un fenómeno que no es anual y entre la producción de uno y el siguiente al menos transcurren cinco años, pudiendo ser superior a cinco años el espacio temporal entre dos; debe su nombre a que cuando se inicia lo hace precisamente en días de Navidad (o Natividad). El Niño se produce a raíz de una súbita acumulación de agua caliente que da lugar a una drástica disminución de nutrientes fundamentales para el ecosistema marino (de hecho, el calentamiento del agua provoca la marcha de los peces a aguas más frías, con nutrientes) frente a las costas peruanas, y además comporta una acumulación de energía quizá no compensada con pérdida energética en otras partes del planeta, a pesar de que dicho calentamiento va acompañado siempre de relativo enfriamiento en las aguas situadas entre Australia e Indonesia. Con el intenso aumento de la temperatura del agua del mar frente a Perú se acumula una cantidad de energía suficiente como para producirse imponentes formaciones de nubes, que descargan lluvias intensas combinadas con temporales catastróficos en buena parte de Sudamérica.

Por otra parte, hay que considerar que el Sol es una bola cuasiesférica de fluido gaseoso, cuyo radio es más

de cien veces superior al de la Tierra. Debe advertirse que carece de superficie sólida. Hoy se sabe que el Sol rota sobre un eje que tiene una inclinación máxima de unos siete grados respecto del plano en el que orbita la Tierra, y también se sabe que el Sol, en consonancia con el hecho de que no es un sólido rígido, rota a velocidad angular diferente según la latitud de su superficie; de hecho, rota más rápido en el ecuador que en los polos, de forma que, mientras en el ecuador tarda unos 26 días en dar una vuelta completa, cerca de los polos tarda más de 30 días.

La naturaleza fluida del Sol comporta que cualquier proceso de cambio brusco de aceleración positiva a negativa (o viceversa), en su movimiento, conlleve subcorrientes de material, de manera similar a lo que le ocurre al agua contenida en un vaso si éste pasa de aceleración positiva a negativa (o viceversa). Estas subcorrientes de material solar pueden en principio excitar energéticamente el campo magnético solar, al actuar como espiras de corriente que crearían un campo magnético añadido. A su vez, el propio campo magnético solar desprendería esta energía añadida produciendo las conocidas erupciones solares que conllevan aumento de la radiación solar sobre la Tierra, ya sea de tipo electromagnético o corpuscular.

Una forma de aproximarse al estudio del movimiento del Sol es analizando la variación del vector de momento de fuerza correspondiente al Sol, el cual acaba repitiendo periódicamente su bastante complejo movimiento en torno al centro de masas del Sistema Solar; para determinar este momento de fuerza lo más cómodo es referirlo al centro de masas del Sistema Solar<sup>[25]</sup>. Según lo dicho, y en consonancia con Landscheidt, sería en los períodos de cambio de positivo a negativo, o viceversa, del sentido del momento de fuerza del Sol, cuando se producirían las erupciones solares potencialmente más intensas e influyentes sobre la atmósfera terrestre. Así, estudiando la dinámica del movimiento orbital del Sol respecto al centro de masas del Sistema Solar, la cual conlleva una superposición de ciclos recurrentes en lo que respecta al signo del vector de momento de fuerza del Sol, es posible, según Landscheidt, determinar los períodos de producción de fenómenos como El Niño u otros como la *oscilación del Atlántico Norte*. Sin embargo, faltaría un desarrollo más detallado de lo que dice Landscheidt acerca de la dinámica de la producción de las erupciones solares; esto ha llevado a que Landscheidt haya apoyado buena parte de la justificación de sus tesis en estudios de correlación estadística entre los datos de los ciclos climáticos en cuestión y los valores de los momentos

de fuerza correspondientes al Sol. Este acudir a estudios de correlación estadística, en vez de acabar de ahondar lo suficiente en la dinámica solar (que, por cierto, es de lo más compleja), lo ha hecho susceptible de ser acusado de justificar excesivamente sus tesis empleando “maquillajes” de tipo estadístico, sobre todo por parte de los que mantienen que el cambio climático está muy poco relacionado con fenómenos astronómicos externos a la biosfera. De entre los que opinan que efectivamente dicha relación es insignificante están los científicos del IPCC; en cuanto a Lovelock, éste omite toda alusión a las tesis de Landscheidt en su famoso libro *La venganza de la Tierra: La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad*, y está claro, por lo que omite, que sus tesis al respecto son cercanas a las del IPCC.

¿Fundamentalmente quién yerra, Landscheidt o el IPCC y allegados suyos al respecto? ¿O acaso yerran los dos? Contestar estas preguntas es de importancia en lo que respecta al tema del cambio climático, porque según lo que haya que contestar habría que realizar matizaciones profundas en la opinión más extendida, que precisamente es la que está en consonancia con la manifestada por el IPCC.

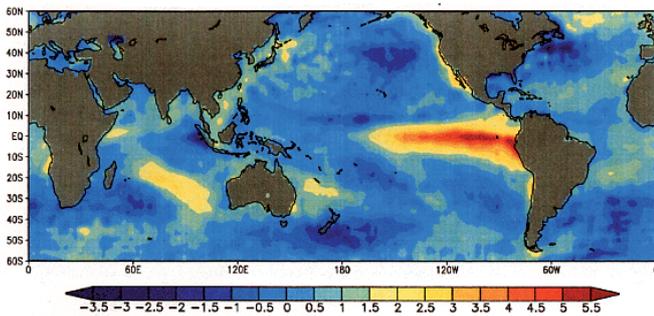
En mi opinión, los últimos avances en teoría de los sistemas complejos podrían muy bien ayudar substancialmente a contestar las preguntas acabadas de presentar. Existe un informe exhaustivo y detallado<sup>[26]</sup> (un *report*) basado en 216 libros y artículos en torno a los desarrollos y conclusiones acerca del establecimiento de diferentes fórmulas para determinar de manera fina el grado de dependencia entre las variables de un sistema del que se haya observado recurrencia en su evolución dinámica, partiendo de las series de valores observados en el tiempo de cada una de las variables sistémicas. En el contexto de los valores observados para un sistema

---

[24] Al respecto ver detalles en, por ejemplo, *Solar eruptions linked to North Atlantic Oscillation*, de Landscheidt.

[25] La suma completa de los respectivos momentos de fuerza aplicados a los astros del Sistema Solar [Sol, planetas, asteroides, etc.] ha de ser nula si se considera omitible la influencia de las estrellas más próximas al Sol; ahora bien, esto no implica que sea nulo el momento de fuerza resultante en cada astro considerado por separado, que es lo que cabría pensar en caso de considerar [como ocurre frecuentemente en textos de física básica] cada astro orbitando en movimiento circular uniforme respecto al Sol como referencia para la determinación del momento de fuerza y como única influencia gravitatoria.

[26] Me refiero a *Recurrence plot for the analysis of complex systems*, un *report* de la sección de revisiones de *Physics Letters*, escrito por Norther Marwan, M. Carmen Romano, Marco Tihel y Jürgen Kurths.



### El fenómeno de *El Niño*. [Archivo]

complejo que presenta ostensiblemente recurrencia en el tiempo, el grado de dependencia entre las variables se puede establecer presumiblemente mejor que en los casos sin recurrencia observada. Para determinar el grado de dependencia entre variables, como mejor alternativa a la *función de correlación* estadística clásica están otras funciones estadísticas (o *estadísticos*), consideradas en teoría de la complejidad, como la de *información mutua*<sup>[27]</sup>, siempre y cuando se haya determinado previamente, mediante métodos refinados, la parte de los valores que son puro ruido ajeno a la dinámica subyacente del sistema.

En el caso paradigmático de El Niño, las variables a considerar pueden ser las sujetas exclusivamente al sistema *atmósfera terrestre-biosfera* o bien el conjunto de variables más extenso del sistema formado por el Sistema Solar y por el sistema *atmósfera terrestre-biosfera* (este último conjunto de variables incluirá a las del sistema *atmósfera terrestre-biosfera*). En el primer caso (el caso A) pueden aplicarse las fórmulas teóricas para determinar el grado de dependencia entre variables sistémicas partiendo de sendos valores obtenidos experimentalmente, en lo que respecta a un sistema que presenta recurrencia, y determinar así si el resultado está en consonancia con lo deducible sobre dependencia estadística entre las variables sistémicas partiendo de la dinámica subyacente del sistema *atmósfera terrestre-biosfera*, que es una dinámica determinada por las ecuaciones de Lorenz y las ecuaciones físico-químicas cuyo origen está en la interacción entre la atmósfera terrestre y el resto de la biosfera; para el segundo caso (el B) se podría realizar algo similar, para vislumbrar si hay consonancia entre la interdependencia entre variables deducible de los valores experimentales de las mismas (abarcando ahora todo el Sistema Solar con la Tierra incluida) y lo que puede deducirse sobre lo mismo a partir de todo lo sugerido hasta ahora acerca de la dinámica del Sol y el Sistema Solar, conjuntamente con las ecuaciones de Lorenz y las demás ya indicadas en relación a la interacción entre la atmósfera terrestre y el

resto de la biosfera. Necesariamente, cabe esperar que en uno de los dos casos, el A o el B, una consonancia de las referidas sea mayor que la otra. Esto sería, bajo mi punto de vista, un método factible para avanzar en el camino de decidirse por fin sobre la naturaleza de la influencia real de los factores externos a la Tierra en su propio clima.

## RECAPITULACIÓN

Para establecer con precisión lo que puede ocurrir realmente con la biosfera se ha de aplicar el método científico. Aquí se considera el clásico planteamiento del método científico, el de Popper<sup>[28]</sup>, con el permiso de Bunge, Lakatos, Achinstein y otros. En la línea de Popper, lo principal del método científico, desde un punto de vista operativo, es plantear una hipótesis de tal manera que con ella sea posible establecer una predicción cuyo resultado sea contrastable cuantitativamente<sup>[29]</sup> con resultados experimentales. Si lo que se predice con la hipótesis no se corrobora experimentalmente, la hipótesis ha de ser rechazada y cambiada por otra. Hay que fijarse, según lo acabado de decir, en que si el planteamiento de la hipótesis no es susceptible de ser utilizado para predecir resultados experimentales, dicho planteamiento no puede ser considerado de carácter científico.

Por otra parte, está el problema de que en la mayoría de los casos no es practicable considerar todos los factores que pueden influir en la predicción; pero, afortunadamente, normalmente es posible descartar factores cuya influencia no es significativa. De esta manera, a la hora de establecer predicciones nos vemos obligados a realizar modelos en donde esté captado lo imprescindible (o esencial) para poder realizar una predicción que pueda estar en consonancia con lo que pueda determinarse experimentalmente. Ahora bien, en caso de predicciones para la biosfera, la determinación de las variables a considerar como significativas es algo de por sí problemático; y también es problemático de entrada que la Atmósfera, parte esencial de lo que hay que considerar para determinar el futuro de la biosfera, es un sistema caótico, aunque presentando recurrencias en su evolución. Así, primero hay que determinar qué variables del problema son significativas, y en esto está de por medio de manera importante el contenido del subapartado *Teoría del Caos y recurrencia en lo concerniente a la biosfera*; además, dado que la Atmósfera presenta un tipo de caoticidad y los ecosistemas pueden sufrir transición al Caos incluso localmente, es imposible predecir de manera detallada, para más allá de tres semanas, cada uno de los valores de las variables del sistema *atmósfera terrestre-biosfera*; ahora bien, lo que sí se puede

predecir es el comportamiento estadístico en el futuro del sistema *atmósfera terrestre-biosfera*. Sin embargo, para corroborar una predicción sobre el comportamiento estadístico de un sistema, es necesaria una serie «larga» de recogida de datos experimentales que, en el caso del sistema *atmósfera terrestre-biosfera*, conlleva uno de los mayores retos con los que puede toparse la ciencia experimental, dada la cantidad de variables a considerar y la magnitud del sistema que hay que abordar. Esto, a su vez, implica esperar un dilatado tiempo, que podría abarcar varias décadas, para corroborar el modelo de predicción correcto. Mientras pasa el tiempo al respecto es posible que nos encontremos súbitamente con una situación alarmante para la existencia de la propia vida, recordando lo discutido en este ensayo sobre lo inabordable en relación al tema del cambio climático, y dado lo que ha ocurrido con planetas como Venus y Marte, donde la concentración de CO<sub>2</sub> ha llegado a prácticamente la máxima posible, y provocado macroefectos invernadero que no permiten vida más allá de la microscópica (si es que hay algo de eso en esos planetas). Así, es necesario un *principio de prudencia* que consista en intentar reducir en lo posible las emisiones antropogénicas de gases de *efecto invernadero* (a cambio de potenciar la energía nuclear con sus nuevos desarrollos en tecnología de seguridad). Pero una vez determinada científicamente la hipótesis correcta, se ha de actuar en consecuencia, de manera que si resultara que las emisiones de CO<sub>2</sub> no son tan graves como se ha llegado a afirmar, no debería practicarse una política de restricción de las mismas sólo por una cuestión de puro odio vehemente a lo artificial.

Adviértase que el *principio de prudencia* introducido anteriormente no es comparable, en concreto, al estólido *principio de prudencia* propuesto hasta la saciedad (incluso por ciertos consejeros de gobiernos españoles, ya sean autonómicos o estatales) en relación a la telefonía móvil. En el caso de la telefonía móvil está suficientemente demostrado, gracias a la imponente corroboración de las teorías sobre campos electromagnéticos (por acumulación de experiencias con campos electromagnéticos) y de lo sabido acerca del origen del cáncer y el funcionamiento de los organismos vivos, que las radiaciones no ionizantes asociadas a la telefonía móvil no comportan prácticamente ningún peligro de efectos realmente graves (a no ser que uno quiera exponerse a peligro de descargas eléctricas tocando indebidamente antenas de alta potencia y cables de alta tensión).

Por otra parte, no hay que dejar de analizar una opción, ya planteada por ciertos autores, que de entrada puede hacer innecesario esperar a conocer el futuro comportamiento

estadístico del sistema *atmósfera terrestre-biosfera*. Ésta consiste en considerar e interpretar los sucesos climáticos registrados del pasado. Analizar el pasado de la biosfera para saber que nos depara el futuro es lo que fundamentalmente plantea Lovelock en su famoso libro ya citado aquí. Según Lovelock, las muestras de aire atrapado en los hielos de Groenlandia y el Antártico, de hasta hace un millón de años, son perfectamente analizables para llegar a la conclusión de que hay una correlación clara entre la concentración de dióxido de carbono y la temperatura climática global. Según Lovelock, los propios datos que constatan dicha correlación corroboran que el ritmo de emisión actual de gases de efecto invernadero muy bien puede haber causado ya una situación irreversible de destrucción literal de la biosfera. No obstante, en el susodicho libro no se comenta nada en relación a la necesidad de considerar los factores geoastronómicos en lo que respecta a la interpretación exhaustiva de los registros del pasado. Me refiero a la variación periódica del perihelio terrestre (la mínima distancia de la Tierra al Sol durante su movimiento orbital respecto al Sol), que tiene un ciclo periódico de 21 310 años, y también a la *precesión de los equinoccios* (la variación de la inclinación del eje de rotación terrestre respecto al plano orbital), que tiene un ciclo periódico de 25 780 años. Estos fenómenos geoastronómicos, más otros más sutiles, tienen efectos perfectamente demostrables sobre la “temperatura media” de la Tierra; además, a mi entender quizá tampoco se puede obviar los impactos en el pasado de grandes meteoritos (que en su momento provocaron grandes concentraciones de polvo en la Atmósfera, como el que produjo el cambio climático que causó la extinción de los dinosaurios). Estos comentarios sólo implican una parte de lo que se ha de considerar respecto a la interpretación de los registros del pasado. Así, desde un punto de vista epistemológico, para realizar una reconstrucción correcta de los sucesos del pasado resulta previamente necesario establecer un modelo y, de manera análoga a lo que ocurre con la predicción del futuro de la biosfera, la corroboración del modelo no puede ser sino de tipo estadístico. Además, en principio, puede ocurrir que un modelo para reconstruir el pasado no sea el único posible que pueda quedar en consonancia con el conjunto dado de registros

[27] Sobre el concepto de información mutua (también conocido por información conjunta), véase por ejemplo *Orden y caos en sistemas complejos*, de Ricard Vicente Solé y Susanna C. Manrubia.

[28] En el artículo *La ciencia (una visión personal)*, de Eloy Anguiano Rey, aparecido en el nº 20 de *El Escéptico*, se presenta una explicación de ideas sobre en qué consiste el método científico que son cercanas a las de Karl Popper.

del pasado que finalmente se acumule; de hecho, sería algo completamente accidental que la acumulación de registros del pasado sea tan informativa, para un mismo período de tiempo, como puede serlo una acumulación futura de datos. Con lo considerado en este párrafo se concluye que los análisis de los registros del pasado no pueden ser en principio determinantes para predecir el futuro de la biosfera, pero sí muy importantes para llegar antes, que en caso de limitarse sólo a acumular datos de la actualidad y del futuro más o menos próximo, a un modelo definitivo para predecir el futuro. En todo caso, el modelo que se construya para predecir el futuro ha de ser también válido para reconstruir el pasado.

Con las reflexiones expuestas se intenta contribuir a verter luz en el tema del cambio climático, cuya problemática no sólo está originada en la cantidad de variables a considerar, el tamaño del sistema a considerar y la dinámica relativamente caótica implicada, por una parte, pues está afectada de cuestiones epistemológicas implicadas en la teoría del Caos, sin olvidar la problemática de la reducción de conceptos biológicos a físico-químicos. El tener que vérselas con este imponente mar de asuntos daría lugar quizá a que no pocos investigadores se hayan dejado conducir circunstancialmente, a falta de tener a mano una metodología ya probada, por sus convicciones ideológicas, o incluso morales, en lo que respecta a escoger hipótesis sobre el cambio climático. Que hay mar de confusión, respecto al cambio climático, parece estar corroborado por no pocas políticas medioambientales y de ahorro energético ensayadas, criticadas por Lovelock (ajeno a toda sospecha de servir a las multinacionales petroleras). Precisamente, España es uno de los países donde más nefastas son las políticas en relación a la energía y el medio ambiente, tanto desde un punto de vista racional como propiamente económico. En España se combina con poco criterio científico, junto con descontrol administrativo en lo que respecta a vertidos de desechos, el antinuclearismo ecológico-atávico, el potenciar energías renovables de efectos colaterales indeseables (aerogeneradores en masa)<sup>[30]</sup>, y estrategias de ficticio ahorro energético<sup>[31]</sup>, dirigidas a un público desinformado como por decisión propia. De todas maneras, no puede olvidarse que el estado español no ha escatimado esfuerzos en investigar sobre aprovechamiento de fuentes de energías alternativas (resulta que España es uno de los países de referencia en tecnología de aprovechamiento de energía solar y energía eólica). Por poner un ejemplo, resulta interesante señalar el desarrollo en España (concretamente en Almería) de sistemas generadores de energía eléctrica formados

fundamentalmente por espejos parabólicos, con motor Stirling<sup>[32]</sup> acoplado, que respectivamente concentran los rayos solares sobre el foco caliente del motor acoplado. Los motores Stirling accionados con energía solar son en principio, al menos teóricamente, más eficaces para producir energía eléctrica que las más avanzadas células fotovoltaicas.

Ahora bien, a pesar de los esfuerzos del gobierno español en desarrollo de tecnologías de energías alternativas, falta aclarar si su desprecio por la energía nuclear es compensado suficientemente, desde un punto de vista económico; de hecho, hay indicios de que la actuación energética global del gobierno español afecta negativamente al futuro del erario público, beneficiando sólo a un sector minoritario de los llamados empresarios verdes, e indirectamente a empresarios realmente irrespetuosos con el medio ambiente. Esto hace que el actual gobierno español sea circunstancialmente especialmente susceptible de ser criticado por personas que mantienen ideologías contrapuestas al mismo. De hecho, resulta que los empresarios verdes sacados a colación son precisamente puestos en evidencia como perjudiciales para los recursos del estado español, en informes del liberal instituto (políticamente hablando) Juan de Mariana<sup>[33]</sup>, que fundamentalmente basa sus conclusiones en determinados principios económicos de carácter neoliberal, ya sea razonando lícitamente o no, pero sin precisamente preocuparse demasiado por fundamentar sus indagaciones en las denominadas ciencias exactas.

---

[29] El ensayista francés, del siglo XVII, Gabriel Daniel, presentó un argumento convincente contra el principio de conservación de la cantidad de movimiento examinando cualitativamente un experimento relativamente simple, presentado en *Viaje del mundo de Descartes*; no obstante, como es consabido, el principio de conservación de la cantidad de movimiento no ha sido realmente refutado.

[30] No deja de ser llamativo que en un controvertido artículo de la revista británica *The Economist*, *The party's over* [El fin de la fiesta], se acabe ironizando sobre el uso indiscriminado de aerogeneradores en España, sacando a colación, para ello, la frase principal de una popular canción del sesentero Bob Dylan: *The answer is blowing in the wind* [La respuesta pulula en el viento].

[31] Al respecto ver el notable artículo ¡Es el calor, no la luz, estúpido!, de Félix Ares, aparecido en el nº 27 de la revista *El Escéptico*.

[32] El motor Stirling es un motor térmico cuyo fluido consiste en aire que fluye según un ciclo térmico que se desarrolla entre una temperatura máxima y otra mínima. El motor Stirling tiene la propiedad interesante de ser más operativo que el de Carnot [el de máximo rendimiento teórico] y tener además el mismo rendimiento que el de Carnot.

[33] Al respecto ver [www.juandemariana.org/nota/2938/instituto/juan/mariana/denuncia/congreso/](http://www.juandemariana.org/nota/2938/instituto/juan/mariana/denuncia/congreso/)



Los motores Stirling fueron inventados hace 200 años, aunque nadie les ha sacado provecho comercial. (Archivo)

Como puede observarse, con un problema cuyo planteamiento no esté claramente tipificado desde un punto de vista epistemológico puede haber consecuencias socioeconómicas francamente no deseables; y cuando de por medio hay consecuencias socioeconómicas muy bien puede haber sorpresas respecto a los que entren en nuestro vagón de opiniones. En mi opinión, es necesario considerar que hemos de liberarnos de prejuicios, en el sentido de que no ha de preocupar con quién estamos en el vagón sino que nuestras reflexiones estén guiadas correctamente, epistemológicamente hablando.

Sea como sea, una guía que creo puede ofrecerse, en mi opinión, para unos primeros pasos ante una situación tan desconcertante como la del cambio climático, consiste en tener inexorablemente presente la vertiente epistemológica de los principios fundamentales de la ciencia. En este ensayo se ha acudido a la vertiente epistemológico-metafísica de los principios de *conservación de la energía* y de *conservación de la cantidad de materia*, con el objeto de indicar unos puntos referencia para no dejarnos desviar por prejuicios en los que podemos caer si nos invade sensación de desconcierto por andar por terrenos abruptos y no trillados.

## AGRADECIMIENTOS

A Juan Soler, por sus comentarios orientativos en lo que respecta al encauzamiento de la exposición del contenido de la introducción de este ensayo; al profesor Rafael Budría, por informar de diversas fuentes en lo que respecta a opiniones de origen políticamente liberal (o, si se prefiere, neoliberal); al filósofo Francesc Xicola, por ayudar con su perspicacia, combinada con un

oportuno conocimiento específico, en lo que respecta a interpretaciones del artículo *The party's over*; al profesor Antoni Escrig, por soportar pacientemente el peso de inacabables dilucidaciones expresadas por teléfono en torno al tema del cambio climático, y no obstante mostrar su sabiduría explicando la importancia de previamente escoger un modelo adecuado a la hora de realizar predicciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ADN.es [2008], La NASA confirma el deshielo del océano Ártico, en ADN.es, 19/03/2008.
2. Aguado, E., James, E. B. [2004], *Understanding Weather and Climate*, Pearson Education, Inc, New Jersey.
3. Anguiano Rey, Eloy [2005], *La ciencia (una visión personal)*, *El Escéptico* nº 20, septiembre-diciembre 2005.
4. Ares, Félix [2008], *¿Es el calor, no la luz, estúpido!*, *El Escéptico* nº 27, agosto 2008.
5. Asimov, Isaac [1985], *Nueva guía de la ciencia*, Plaza&Janes editores, S.A. [Versión original: Asimov, Isaac [1984], *Asimov's. New guide to science*, Basic Books, Inc. New York]
6. Daniel, Grabiell [1742], *Viaje del mundo de Descartes*, Universidad de Salamanca [editado por Nicolás Joseph Villargordo] [Versión original: Daniel, Gabriel [1724], *Voyage du monde de Descartes*, Imprimerie de Jean Baptiste Coignard, Paris].
7. El País [2007], *El calentamiento global hace navegable el remoto Paso del Noroeste en el Ártico*, EL PAÍS.com, 15 de septiembre de 2007
8. El País [2008], *El deshielo preocupante del Océano Ártico*, EL PAÍS.com, 28 de agosto de 2008.
9. El Periódico de Catalunya [2008], *Un explorador viaja al Polo Norte en piragua*, en *El Periódico de Catalunya*, 3 de septiembre de 2008.
10. El Universal [2008], Confirma NASA deshielo en la capa polar del Ártico, universal.com.mx, 18 de marzo de 2008.
11. Escrig Vidal, A., Sánchez Ferrer, J. M. [2004], *La feria de los ignorantes (o un día en Magic 1998)*, en *El escéptico digital* (edición digital), número 1.
12. Instituto Juan de Mariana [2008], *El Instituto Juan de Mariana denuncia en el Congreso de los EEUU los efectos del intervencionismo energético en España*, [www.juandemariana.org/nota/2938/instituto/juan/mariana/denuncia/congreso/](http://www.juandemariana.org/nota/2938/instituto/juan/mariana/denuncia/congreso/)

13. IPCC (2007). *Cambio climático 2007 (Informe de síntesis)*, [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)
14. Landscheidt, Theodor (2001), *Solar eruptions linked to North Atlantic Oscillation*, <http://www.john-daly.com/theodor/solarnao.htm>
15. Lem, Stanislaw (1997), *Solaris*, Ediciones Minotauro [Versión original: Lem, Stanislaw, (1961), *Solaris*, Warszawa, MON]. Nota: La edición de Minotauro de *Solaris* es resultado de una traducción de una edición francesa.
16. Lovelock, James (2007), *La venganza de la Tierra: La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad*, Editorial Planeta, S. A. [Versión original: Lovelock, James (2006), *The Revenge of Gaia: Why the Earth is Fighting Back and How We Can Still Save Humanity*].
17. Marwan, N., Romano, M.C., Thiel, M., Jürgen, K. (2007), *Recurrence plots for the analysis of complex systems*, en *Physics Reports* (a review section of *Physics Letters*), volumen 438, números 5-6, enero-2007. Páginas 237-329.
18. Mazón Bueso, Jordi (2005), *El cambio climático: ¿origen natural o antrópico?*, en *El Escéptico* nº 18, primavera 2005
19. Mosterín, Jesús (1987), *Conceptos y teorías en la ciencia*, Alianza Editorial, S.A., Madrid.
20. Mosterín, J., Sampedro, J. (2006), *La apuesta por el individuo* (entrevista en torno a la obra *La apuesta por el individuo*, de Jesús Mosterín), El País.com [edición electrónica]
21. Naranjo Díaz, Lino R. (2003), *El cambio climático: un reto del siglo XXI*, [lino.naranjosite.com/web1/doc/orquir2.pps](http://lino.naranjosite.com/web1/doc/orquir2.pps)
22. Pelletier, Philippe (2002), *El problema del ecofascismo*, en *Tierra y Libertad* [edición electrónica], nº 163, febrero [Versión original: Pelletier, Philippe (2001), *Le Problème de l'écofascisme*, en *Le Monde libertaire*, 20 de diciembre de 2001]
23. Reid, Michael (2008), *The party's over*, en la revista *The Economist*, volumen 389, número 8605, noviembre-2008 semana del 8 al 14, London.
24. Ruelle, David (1993), *Azar y Caos*, Alianza Universidad [Versión original: Ruelle, David (1991), *Chance and Chaos*, Princeton University Press]
25. Russell, Bertrand (1975), *La sabiduría de Occidente*, Aguilar, S. A., Madrid [Versión original: Russell, Bertrand (1960), *Wisdom of the West*, Aldus Books, Ltd., London]
26. Sánchez Ferrer, Juan Manuel (2005), *En torno a la génesis de la concepción pseudocientífica de la energía (1ª parte)*, *El Escéptico* nº 20, septiembre-diciembre 2005.
27. Sklar, Lawrence (1998), *Physics and chance: Philosophical issues in the foundations of statistical mechanics*, Cambridge University Press.
28. Solé, R. V., Manrubia, S. C. (1993), *Orden y caos en sistemas complejos*, edicions UPC, Barcelona.
29. Vista al mar (2008), *Noticias del deshielo por el calentamiento global*, [Vistaalmar.es](http://Vistaalmar.es), agosto 2008.
30. Wakes, J. y Sanger, L. [fundadores], *Wikipedia (La enciclopedia libre)*, [http://es.wikipedia.org/wiki/?ngulo\\_horario,2008](http://es.wikipedia.org/wiki/?ngulo_horario,2008).
31. Wittgenstein, Ludwig (1989), *Tractatus Logico-Philosophicus*, Alianza Editorial [Versión original: Wittgenstein, Ludwig (1922), *Tractatus logico-philosophicus*, Kegan Paul, Ltd., London]

