

Contra el cambio climático, un cambio de mente

Antonio Ruiz de Elvira

Catedrático de Física Aplicada. UAH

En diciembre de 2015, los países del mundo llegaron en París a tres acuerdos, al menos formales, sobre el reconocimiento de la realidad del cambio climático, su origen antropogénico y las medidas para mitigarlo, al menos en una pequeña parte.

Los dos primeros merecen que los ciudadanos del mundo nos congratulemos. Tras 40 años desde que los científicos estamos comunicando a la sociedad estas realidades, es la primera vez que los gestores sociales de los países, los llamados “mandatarios”, aceptan algo de la realidad. Hasta entonces la habían negado, como el que niega que a las 12 del mediodía sea de día. Maravilloso, pero...

Pero el tercer acuerdo fue, sin embargo, decepcionante. La mitigación del cambio climático exige una substitución rápida y global de los combustibles fósiles como fuente de energía por energías solares, sostenibles, renovables. Esta substitución generará, como la revolución industrial cuyo origen fue Inglaterra en el siglo XVIII, una nueva etapa de riqueza y bienestar en el planeta, y sin embargo las fuerzas conservadoras la están impidiendo. Están impidiendo incluso unas medidas de mitigación acordadas que fueron escasas y no vinculantes, hasta tal punto que tres días después de la reunión de la COP Inglaterra autorizó nuevas centrales de carbón.

Voy a analizar en las próximas páginas estas afirmaciones que quizás a algunos parezcan un tanto exageradas.

EL CLIMA DE LA TIERRA

La secuencia temporal de estados del tiempo atmosférico configura una entelequia llamada “clima”. No hay un “clima” en la Tierra, pero si secuencias, series temporales de las variables meteorológicas y oceánicas. Es esta secuencia, y sus análisis estadísticos lo que denominamos clima. El clima de la Tierra cambia a lo largo de los meses, años, siglos, milenios, millones de años y etapas geológicas. Ha habido etapas de estas en las cuales los hielos llegaban desde los polos hasta las líneas de los trópicos, y esto durante millones de años, y otras etapas en las cuales la Tierra estaba libre de hielo, incluso en el Polo Sur.

La etapa actual, con los continentes alineados, más o menos de sur a norte, abierto el estrecho de Drake y cerrado el Istmo de Panamá, dura solo desde hace tres millones de años y es una de las etapas frías del planeta.

La temperatura que nos permite decir si las etapas son “frías” o calientes es la TMG, la Temperatura Media Global, el promedio anual de las temperaturas registradas en todo el globo.

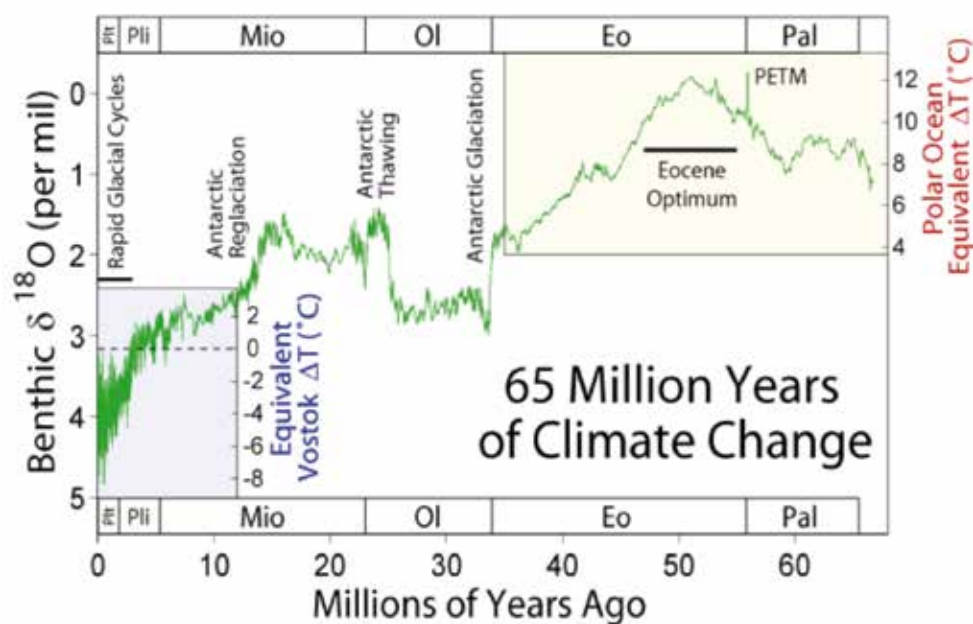


Figura 1. Evolución de equivalente de la TMG desde hace unos 60 millones de años. La fecha actual se encuentra en el eje horizontal a la izquierda.

Hace unos 30 millones de años se abrió el estrecho de Drake entre el sur del continente americano y la Antártida, y esa apertura aisló a esta última del resto del mundo, al establecerse una corriente de agua, la Corriente Circumpolar Antártica, que origina una pared de aire que impide el intercambio de energía entre el continente polar y el resto del Globo: la Antártida se heló, y cubierta de hielo, refleja una parte importante de la energía que llega del Sol a la Tierra: esto hizo que disminuyese la TMG.

El cierre del Istmo de Panamá originó la Circulación Termosalina, una corriente de agua que se inicia en el Caribe donde el agua se calienta como en un horno, se desplaza formando la Corriente del Golfo hasta entrar en el Mar del Norte, allí el agua muy salina de la misma se hunde entre Islandia y Groenlandia y circula por el fondo del océano hasta la Antártida, cuando gira hacia el Pacífico y aflora en la Polinesia. Desde allí, en un recorrido total de 500 años, vuelve por el Índico, Madagascar y la costa Africana hasta la latitud de Canarias, cuando cruza el Atlántico para recalentarse en el Caribe y reanudar su ciclo.

Esta corriente, con las variaciones de la intensidad solar debidas a los cambios orbitales del planeta, con escalas de 20 000 a 120 000 años,

la aleatoriedad de los sistemas fluidos no lineales que son la atmósfera y los mares, y la existencia de inmensos depósitos de gas natural (metano) en los taludes continentales, genera, desde hace algo más de un millón de años, etapas largas de glaciación, de unos 100 000 años de duración, y etapas cortas interglaciales, de unos 20 000 años. Nosotros estamos viviendo ahora en una etapa interglacial, cuyo máximo tuvo lugar hace unos 8000 años, y hasta el año 1800 de la Era Común (EC) la TMG de la Tierra estaba disminuyendo, con pequeños altibajos de alrededor de una décima de grado.

Ya a mediados del siglo XIX Eunice Newton Foote, una mujer pionera en el feminismo y la ciencia en los EEUU, y John Tyndall, dieron las primeras pistas sobre el calentamiento de la atmósfera producido por el CO₂, y este descubrimiento fue confirmado por el Premio Nobel Svante Arrhenius en 1896. La ciencia se interesó por el problema hasta 1914, pero la guerra y la postguerra hicieron olvidar el tema hasta al menos 1970 cuando se empezó a detectar la subida de temperaturas en las series temporales de temperatura de una mayoría de estaciones de registro repartidas por todo el mundo. Se vio que el aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera generaría un calentamiento anómalo que invertiría

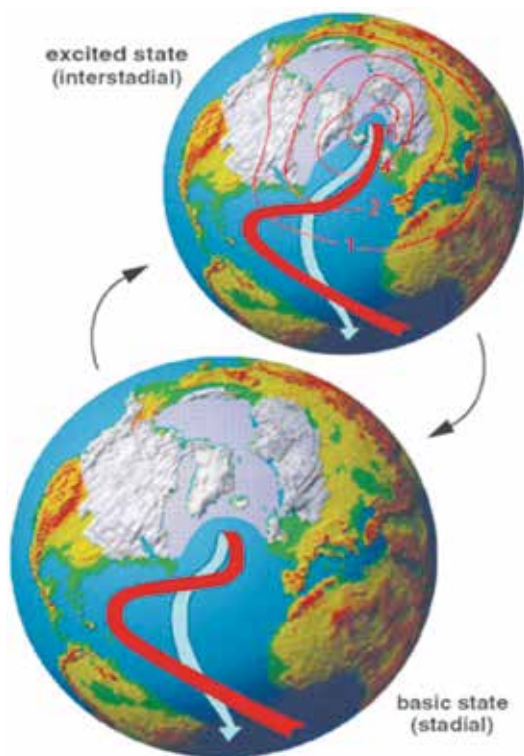


Figura 2. Corriente termohalina. Arriba, situación actual, con el Ártico abierto. Abajo, situación durante las glaciaciones, con el Ártico cerrado.

el enfriamiento histórico correspondiente a la etapa interglacial.

A ninguno de estos científicos se les hizo caso, como suele ocurrir en el divorcio entre la ciencia y los gestores sociales.

Como he mencionado, hacia 1970 las medidas de la red de estaciones meteorológicas de la Organización Meteorológica Mundial empezaron a indicar que la TMG estaba aumentando. En esas fechas, también, Keeling, en la Institución Scripps de Oceanografía de San Diego, empezó a medir sistemáticamente la concentración de CO_2 en la atmósfera, y vio que subía, con los altibajos estacionales del crecimiento de las plantas, de forma constante. Se cumplían las predicciones de Newton Foote, Tyndall y Arrhenius.

Se ha comprobado hasta la extenuación que el aumento de la concentración de gases poliatómicos de más de dos átomos en la atmósfera hace

que aumente la TMG. La explicación es muy sencilla, aunque muchos no la quieren aceptar: los gases poliatómicos de más de dos átomos absorben radiación en el rango del infrarrojo cercano, que es la que irradia la Tierra a su temperatura actual. Al menos la mitad de esa radiación se devuelve a la superficie, y queda así atrapada entre esta superficie del planeta y la tropopausa de la atmósfera. Al perder menos energía en forma de infrarrojos, la superficie de la Tierra aumenta su TMG. No existe la menor duda empírica de que esto es así, ni tampoco teórica.

El ser humano, al emplear en unos 200 años la energía capturada por las plantas y los animales del plancton durante unos 30 millones de años hace 300 millones de éstos, está liberando a la atmósfera una cantidad inmensa de CO_2 , y lo hace mucho más deprisa de lo que los océanos pueden capturarlo. Al mismo tiempo, al destruir los bosques elimina un elemento de absorción y almacenamiento de CO_2 , y al irse deshelando la tundra se libera metano, cuyo potencial de calentamiento es 30 veces superior al del CO_2 . ¿De quién es la responsabilidad del calentamiento?

En este momento somos los seres humanos los que estamos calentando el planeta. Siempre ha habido cambios climáticos, pero que sepamos, por la historia geológica de la Tierra, nunca ha cambiado tanto el clima en un intervalo tan corto.

El cambio climático de origen antropogénico es el cambio actual de la TMG y sus efectos derivados, causado por la quema de combustibles fósiles en un intervalo de tiempo del orden de 200 años.

EL TIEMPO ATMOSFÉRICO

¿Importa algo el aumento de la TMG?

Toda la meteorología, el tiempo que disfrutamos o sufrimos, las sequías e inundaciones, los vientos y las calmas, dependen de las diferencias de temperatura en el globo terráqueo. En particular, el clima de la región extratropical,

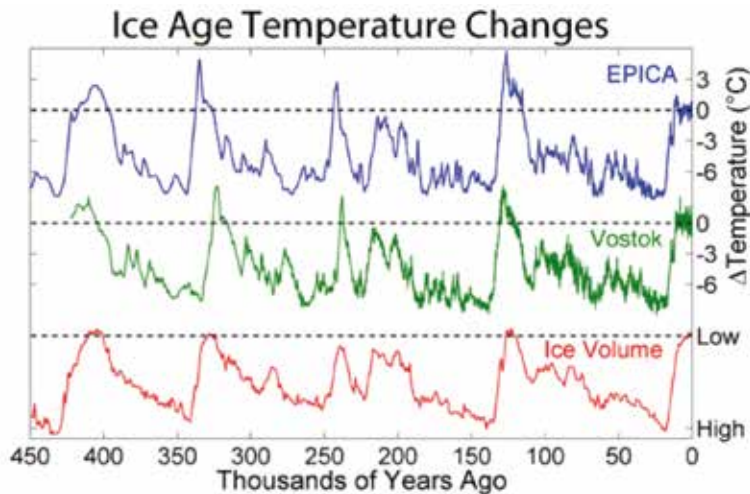


Figura 3. Secuencia de glaciaciones (mínimos de las curvas) y periodos interglaciales. En esta figura, la etapa actual está a la derecha.

en la que vive al menos media humanidad, depende de la diferencia de temperaturas entre el ecuador y los polos, y el clima tropical, en el que vive la otra mitad de los humanos, depende de los monzones, de las diferencias de temperatura entre los océanos y las tierras emergidas en sus proximidades.

La TMG es un promedio. Bajo la influencia de un aumento de concentración de gases poliatómicos de más de dos átomos (esencialmente CO_2) las zonas ecuatoriales aumentan muy poco su temperatura, no más de un grado o grado y medio. La razón es sencilla, de nuevo: la zona ecuatorial es esencialmente agua, en los océanos, y en tierras empapadas en la misma. Más calor implica más evaporación de agua, sin subida de temperatura.

Sin embargo, en los polos, más energía implica aumento de temperatura hasta la fusión, y dado que el calor de fusión es del agua es de 330 J/g mientras que el de vaporización es de 2225 J/g, la temperatura de las zonas polares aumenta mucho, del orden de 8 a 10 grados.

De la misma manera, en las montañas, o mesetas que rodean los océanos tropicales, la temperatura sube mucho más, relativamente que en los océanos, por la misma razón de vaporización del agua. El resultado en ambos casos es que disminuyen las diferencias o gradientes de temperatura en el Globo.

Ahora bien, los fenómenos meteorológicos importantes son las lluvias, suaves o intensas, concentradas en unas horas o extendidas a todos las horas y días del año. Las lluvias se generan sobre los océanos cuando se evapora el agua, pero precipitan sobre tierra dependiendo de los vientos que arrastran ese vapor y el ascenso del vapor a partes altas de la atmósfera.

La trayectoria de los vientos depende de los gradientes de temperatura entre distintas regiones del planeta. Cuando disminuyen los gradientes cambia la trayectoria geográfica de los vientos, disminuye su intensidad y al disminuir su intensidad se producen grandes meandros que generan cambios muy bruscos de temperaturas, sequías muy largas intercaladas de grandes precipitaciones.

Sequías e inundaciones generan movimientos migratorios humanos importantes y enormes daños materiales.

De momento solo estamos experimentando los prolegómenos suaves de estos cambios meteorológicos, pero ya están empezando a no poder ser asegurados, ni siquiera repartiendo los costes entre todo el planeta.

Una decisión razonable es tratar de mitigar, de reducir el alcance del cambio climático: la TMG seguiría subiendo a lo largo de los próximos 100 años aunque redujésemos hoy mismo

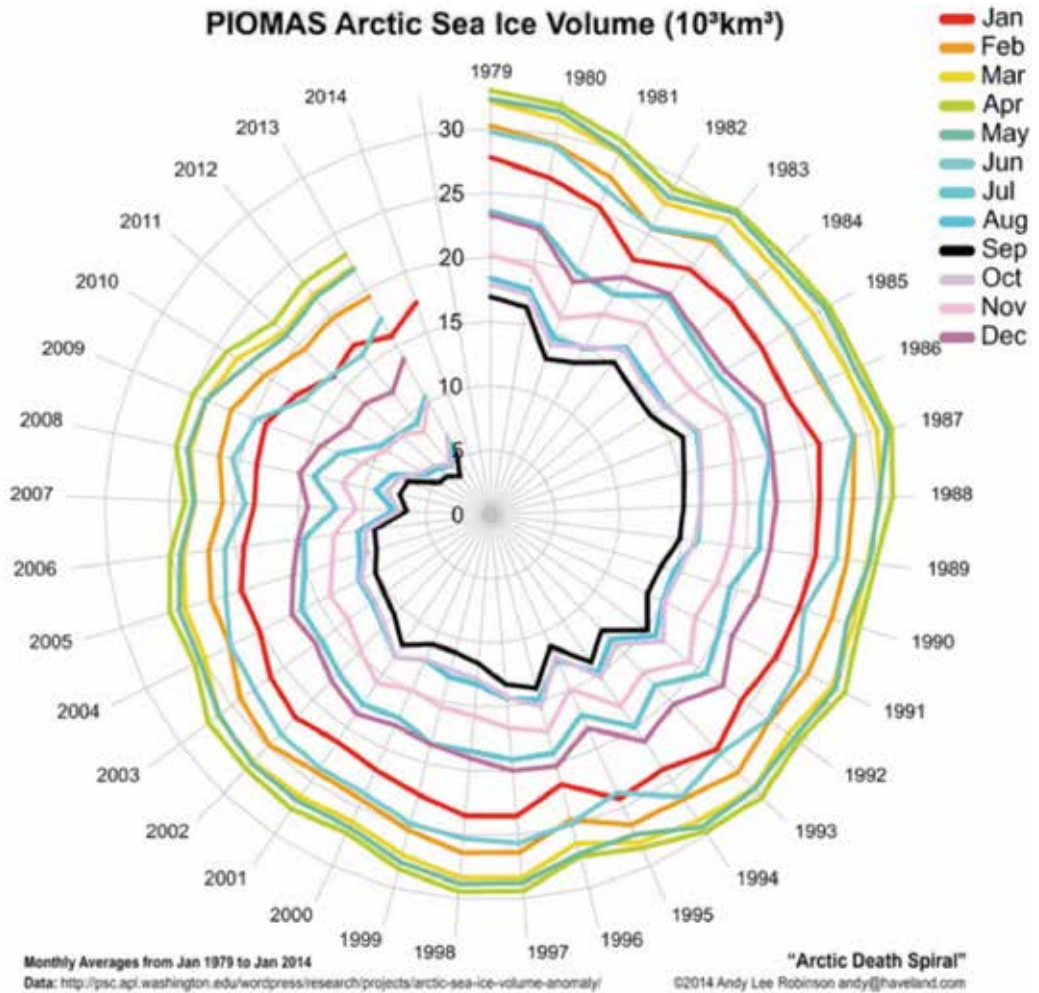


Figura 4. Disminución de la extensión del hielo ártico desde 1979 hasta 2014.

a cero las emisiones, una parte del daño está ya hecho. Pero el cambio climático esperado en esta circunstancia es aún llevadero: implica grandes costes materiales y humanos, pero no la desintegración de la civilización.

Ahora bien, un cambio climático en el cual la TMG aumente 3 grados sobre la TMG de hace 100 años implicaría esa desintegración, con la misma seguridad que teníamos los científicos hace 40 años sobre la realidad del cambio climático.

La Tierra seguiría funcionando, la vida se adaptaría como ha hecho siempre, al cambio, pero no lo haría el sistema cultural humano. Millones de personas sin agua suponen migraciones absolutamente disruptivas de los esquemas sociales, y la subida de decenas de metros del ni-

vel de mar tras el deslizamiento al mismo de los glaciares de Groenlandia implicaría la destrucción del sistema de vida de miles de millones de personas que habitan en las costas.

Es **imprescindible** frenar ya el cambio climático.

MEDIDAS DE CONTROL DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La única forma viable para controlar el cambio climático de origen antropogénico durante los próximos 100 años es substituir la obtención de energía para la humanidad mediante la quema de combustibles de energía solar fósil por la obtención de esa energía directamente del Sol. La energía solar fósil es la energía que recibe la

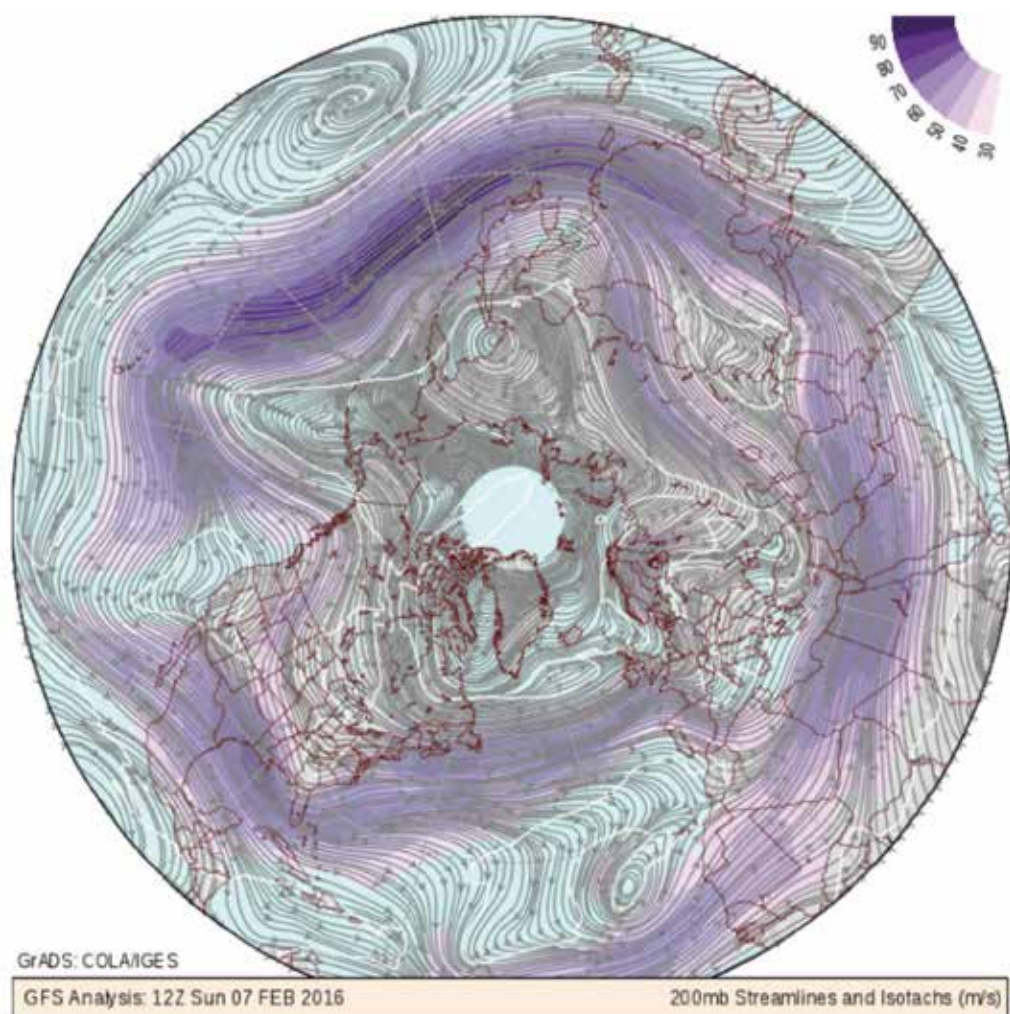


Figura 5. Trayectoria del chorro polar del día 7 de febrero de 2016. La trayectoria de este río de aire, sus meandros, intensos o suaves, genera las lluvias y sequías en las zonas templadas del planeta. Esta trayectoria y los meandros dependen del gradiente de temperaturas entre el Ecuador y el Polo Norte.

Tierra diariamente desde el Sol, capturada mediante la fotosíntesis y almacenada en los estratos geológicos hace cientos de millones de años.

Es una energía de un ERoEI (Energía Recuperada sobre la Energía Invertida para su recupe-

ración) gigantesca, del orden de 100 hace 50 años , y aún hoy del orden de 50. La energía de que ha dispuesto la sociedad humana durante toda su historia hasta 1800 era la energía solar obtenida por la fotosíntesis de las plantas. El ERoEI de la fotosíntesis es del orden de 1.1-1.5

La TMG seguiría subiendo a lo largo de los próximos 100 años y, aunque redujésemos hoy mismo a cero las emisiones, una parte del daño está ya hecho. Pero el cambio climático esperado en esta circunstancia es aún llevadero: implica grandes costes materiales y humanos, pero no la desintegración de la civilización. Ahora bien, un cambio climático en el cual la TMG aumente 3 grados sobre la TMG de hace 100 años implicaría esa desintegración

La Tierra seguiría funcionando, la vida se adaptaría, como ha hecho siempre, al cambio, pero no lo haría el sistema cultural humano. Millones de personas sin agua suponen migraciones absolutamente disruptivas de los esquemas sociales, y la subida de decenas de metros del nivel de mar implicaría la destrucción del sistema de vida de miles de millones de personas que habitan en las costas

(este último valor solo se dio en el Nilo en la antigüedad y en Bélgica hoy en día). Esto quiere decir beneficios entre el 10% y el 50% de la inversión.

Un EROEI de 50 significa beneficios del 5000%, algo inimaginable es cualquier negocio distinto de la extracción de energía solar fósil. Es evidente que una parte de la humanidad ha vivido en el paraíso con esos rendimientos. Sin embargo hoy los rendimientos ya no son posibles en esa magnitud, las reservas de energía fósil han empezado a disminuir (una de las razones de la crisis económica) y los costes (EI) de esta energía derivados del cambio climático no son soportables por la humanidad.

Necesitamos eliminar la energía solar fósil. Y hacer esto para cantidades enormes de energía y de forma segura. Estas dos ligaduras implican que no podemos utilizar la energía nuclear de fisión, y la energía nuclear de fusión es una utopía que siempre está, como el arco iris, algo mas lejos de lo que creemos y que no necesitamos, porque tenemos la energía solar contemporánea, la que recibimos hoy, cada día, procedente de las reacciones de fusión en el sol.

Sobre un metro cuadrado de superficie de la Tierra, entre las dos líneas tropicales, llegan más de 800 vatios cada día. Digamos, para hacer cálculos, 0,8 kw por 6 horas cada día, es decir, 4,8 kwh/m² día. Entre los 20 y los 60 grados de latitud podemos contar con unos 1,8kwh/m² día.

El área de suelo entre los trópicos es de unos 60 millones de km². Entre 20 y 60 grados de latitud podemos estimar unos 100 millones de km². Si hacemos las multiplicaciones obtenemos alrededor de $1,6 \times 10^{17}$ kwh/año. Con rendimientos del 25% (hoy estándar) podemos obtener 4×10^{16} kwh/año de electricidad, es decir unas 200 veces la energía que estamos gastando hoy en la Tierra. Esto quiere decir que con energía solar tenemos para 60×7000 millones = 420 000 millones de personas con un gasto por persona similar al de los EEUU. Una magnitud inimaginable.

Tenemos, pues, energía de sobra procedente del Sol para cualquier sueño de riqueza humana. Y no solo esto. Tenemos ya la tecnología desarrollada para capturar esa energía y almacenarla. Las celdas fotovoltaicas, que son esencialmente arena de playa fundida, están produciendo hoy energía eléctrica al mismo precio que la energía de la red, pero la sociedad no termina de aceptar la necesidad de cambio, la facilidad con que podemos pasar a utilizar esta energía.

Hay dos actitudes ante el problema: la primera es la de una gestora social que en enero de este año de 2016 dijo públicamente que, dado que el parque de vehículos de Madrid era diesel en un 80%, no se podía hacer nada para reducir la contaminación en la ciudad. Es la actitud negativa de una gran parte de la sociedad, pública y privada.

La otra actitud, que uno esperaría de los gestores sociales, es: asumamos que tenemos un problema, vamos a ir resolviéndolo: vamos a estimular mediante los impuestos, por ejemplo, que de cada tres vehículos diesel que vayan al desguace, se reemplacen dos por otros de gasolina y uno por un coche híbrido o eléctrico.

Exactamente lo mismo es preciso hacer con la energía: en España tenemos una sobredimensión de la potencia instalada: utilizamos, en los días de máxima demanda, 35 Gw de potencia eléctrica. Tenemos instalados 105 Gw de esta potencia, de forma que cualquier día hay más de 70 Gw no utilizados. La política racional y razonable de cualquier gobierno es cerrar, de entrada, las centrales de carbón españolas, para siempre, y desmantelarlas. En segundo lugar, cerrar *sine die*, aunque sin desmantelarlas, las centrales de ciclo combinado. Estas centrales tienen potencias de entre 300 y 700 Mw. El cierre debe realizarse de manera que se instalen centrales solares térmicas (que almacenan la energía para la horas sin luz) a base de centrales de 500 Mw. Cada central de estas que empiece a verter energía a la red deberá reemplazar a una central de ciclo combinado.

Se debería mantener la potencia de 105 Gw, de forma que en el futuro los coches eléctricos pudiesen recargar todos sin problemas.

Por último, los gobiernos deben revertir la norma recientemente aprobada, y potenciar y estimular, vía impuestos, las energías fotovoltaicas individuales instaladas en los edificios de las ciudades y pueblos, con garantía de vertido a la red de la energía sobrante en cada caso.

MEDIDAS ADICIONALES

Las medidas anteriores son necesarias, pues una parte substancial de la vida civilizada se basa en aparatos eléctricos, y cuando se impongan los vehículos eléctricos esta parte de la civilización deberá también obtener su energía del sol a través de las centrales fotovoltaicas, termosolares o eólicas.

Pero hay otra parte del consumo actual de energía que es esencialmente superfluo, y es una parte muy considerable. Es la parte del acondicionamiento térmico de los edificios. Este acondicionamiento implica calefacciones en los inviernos de las regiones por encima de las líneas de los trópicos, y refrigeración en verano en las regiones al sur y al norte de los paralelos 60°N y 60°S.

Ahora bien, estas necesidades se deben a un diseño erróneo de los edificios, reliquia de los modos de pensar de los siglos XIX y XX en los cuales se trataba de resolver los problemas humanos y sociales mediante el gasto sin límite de la energía.

Los edificios bien diseñados necesitan muy poca energía de calefacción en invierno, y casi ninguna de refrigeración en verano y estas energías deben ser proporcionadas por sistemas de captación solar.

Hoy día es posible aislar casi por completo los edificios respecto a la pérdida de calor por conducción y convección, tanto los edificios nuevos, como los antiguos mediante aislantes incorporados a planchas de Pladur colocadas en las paredes interiores de las fachadas. De la misma manera, es perfectamente posible aislar las ventanas a los intercambios de energía y sonido.

Respecto a las pérdidas o ganancias de calor por radiación, se ha desarrollado en la Universidad de Stanford un film reflectante de la radiación infrarroja, que puede colocarse en paredes y techos.

La refrigeración adicional que se precise, lo mismo que el agua caliente sanitaria, se consigue mediante sistemas de intercambio solar en los techos de los edificios, la primera utilizando sistemas de cambio de fase de ciertos compuestos inorgánicos de baja temperatura, lo segundo mediante intercambiadores de calor en paneles ennegrecidos y al vacío, siendo las necesidades de calentamiento disminuidas mediante sistemas de recuperación de calor de las aguas grises residuales.

CAMBIOS MENTALES

De hecho, los esfuerzos contra el cambio climático exigen una revolución tecnológica similar a las que substituyeron la caza y recolección por la agricultura en el Paleolítico, y la fuerza animal por la potencia de los combustibles fósiles durante el siglo XIX. Pero las revoluciones tec-

Tenemos energía de sobra procedente del Sol para cualquier sueño de riqueza humana. Y no solo esto. Tenemos ya la tecnología desarrollada para capturar esa energía y almacenarla. Las celdas fotovoltaicas, que son esencialmente arena de playa fundida, están produciendo hoy energía eléctrica al mismo precio que la energía de la red, pero la sociedad no termina de aceptar la necesidad de cambio, la facilidad con que podemos pasar a utilizar esta energía

nológicas no han sido nunca un derivado de descubrimientos científicos o de ingeniería.

Para desarrollar cualquier revolución es imprescindible, primero, cambiar los esquemas mentales, la visión del mundo de las personas que componen una sociedad.

La revolución francesa fue posible por el cambio mental de la Ilustración, que eliminaba el contacto “divino” entre dioses y personas, el “derecho divino de los reyes”. Sin esa eliminación mental, intelectual, desarrollada durante la segunda mitad del siglo XVIII, a nadie se le hubiese ocurrido resolver el problema de la bancarrota de la corona francesa eliminando a los reyes.

Durante el Imperio romano se podían haber desarrollado toda clase de técnicas de ingeniería capaces de reducir el trabajo de las personas. Pero ante cualquier propuesta de esto, la respuesta era siempre: “si ya hay esclavos ¿para qué molestarse en utilizar máquinas?”

Esta misma respuesta la dieron las iglesias, cristiana en sus múltiples denominaciones, el Islam, las religiones indias y las filosofías chinas: si los dioses habían creado los pecheros, ¿para qué desarrollar máquinas?

La revolución mental que lanzó la revolución industrial en el siglo XVIII en Inglaterra derivó de las luchas religiosas de esa isla que produjeron un agotamiento real de las justificaciones sobrenaturales. Si los dioses no habían creado a los seres humanos para que trabajasen, se podían buscar soluciones alternativas –máquinas– que redujesen la actividad humana.

Hoy necesitamos un cambio mental que rechace, no ya la creación de pecheros, sino que las soluciones a los problemas actuales se resuelven mediante el gasto gigantesco de energía, y sobre todo de energías fósiles. Una parte muy mayoritaria de la sociedad, incluyendo hasta ministros y presidentes de gobiernos, no concibe la vida sin el dispendio inútil de energía, y sin que esa energía sea de origen solar fósil.

Hablando con personas, desde mecánicos, taxistas, amas de casa, hasta ingenieros consultores de la U.E. y economistas, aparece siempre el argumento de que “las energías solares, los coches eléctricos ‘son muy caros’”.

Ahora, ¿Qué quiere decir “muy caro”?

En el mes de enero de 2016 apareció la noticia de que los EEUU iban a destinar un billón (español) de dólares a armamento. Desde hace 70 años el gasto en armamento no ha servido de nada y los EEUU han perdido todas las guerras en que han intervenido. Aviones, barcos, bombas, han sido desguazados: ¿no es esto “muy caro”?

La única riqueza real en la Tierra es la producida por el sol, bien como productos agrícolas, bien como energía solar fósil, o actual. El resto no es más que movimiento de riqueza (con pérdidas) de un punto a otro, o riqueza virtual, sin realidad alguna.



Figura 6. Central termo-solar. Unos espejos controlados mediante ordenadores, concentran la luz solar en un punto de una torre en el centro del cuasi-círculo. En la torre un fluido inorgánico se calienta hasta temperaturas de 700°C. El calor recogido en la torre se almacena en sales fundidas de litio, sodio y potasio para ser recuperado durante la noche.

La riqueza gigantesca que hemos disfrutado desde el siglo XIX hasta hoy ha sido esencialmente el reparto de la energía solar fósil sacada de las cajas fuertes de los escasos yacimientos disponibles en el planeta.

“Muy caro” es sacar petróleo de un pozo para quemarlo sin reemplazamiento. Pero esto en la actual visión del mundo no aparece como caro.

“Muy caro” es construir un avión que se cae al mar, o que explota en el aire. Muy caro es perder miles de vidas humanas en guerras y deshacer millones de bombas en trozos de metal y humo.

Si esto es así, construir centrales solares que se mantengan en el tiempo, que capturen una energía que no se convierte en humo, que puede llegar a ser, día a día, de aquí a millones de años, 200 veces superior en cantidad a la que estamos utilizando hoy, disponible en todos los lugares de la Tierra y no en escasos yacimientos ¿cómo puede “ser caro”?

Coches eléctricos, limpios, silenciosos, no contaminantes, con un reducido número de piezas mecánicas en sus motores, y por tanto duraderos y reciclables, ¿cómo pueden “ser caros”?

Antes de la Revolución Francesa no había más que 4 personas que pensasen que los reyes no tenían derecho divino: una mayoría inmensa de franceses aceptaba, en su visión del mundo, que los reyes podían actuar a voluntad sin

control alguno. Bastó un minúsculo cambio mental: “no hay derecho divino” para anular la arbitrariedad y conseguir que los gestores sociales respondiesen ante quienes les pagaban.

Antes de la revolución industrial la visión del mundo era que los dioses habían creado a los seres humanos para trabajar sin parar. Se construyeron mitos como el de “ganarás el pan con el sudor de tu frente (algunos)”. Mientras se aceptaba esta visión de mundo evidentemente no se pensaba en máquinas. Bastó un minúsculo cambio mental: “¿y si nadie hubiese ordenado ese mandamiento? ¿Y si substituyésemos las tejedoras e hilanderas por telares automáticos?” para que en 100 años se reemplazase todo el trabajo brutal de los seres humanos por trabajos esencialmente mentales.

Hoy bastaría un cambio de visión de mundo: “no tenemos que gastar ni el 20% de la energía que estamos dilapidando ahora, y la que necesitamos la podemos sacar del sol cada día” para reducir una enorme cantidad de los problemas actuales, y en particular, el que nos ocupa en esta artículo, el del cambio climático.

Sin cambio mental, vamos al desastre. Con este minúsculo cambio mental, podemos empezar, como se empezó con los telares mecánicos en la Inglaterra del siglo XVIII, a buscar y construir nuevas soluciones.

Lo necesitamos. Urgentemente. ❁