



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Industrial
Universidad de Salamanca



Tecnología energética

Asignatura troncal de 2º curso Máster

Apuntes del profesor
Curso 2017-2018

Ing. Dr. Norberto Redondo Melchor
Ingeniería Eléctrica
norber@usal.es
Tel. +34 667 365 675

ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD

1 LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA Y LOS INTERESES DE ESPAÑA

Adaptado de:

PAUL ISBELL, *investigador principal de Economía Internacional*
© Fundación Real Instituto Elcano, Madrid, 2006. (3/3/2006)
<http://www.realinstitutoelcano.org/analisis/926.asp>

RESUMEN

España padece una alta dependencia tanto de los hidrocarburos problemáticos (petróleo y gas) como de su importación. Por lo tanto, la economía española es bastante vulnerable a los volátiles cambios en los precios internacionales del petróleo y del gas. Geográficamente, esta dependencia se concentra en países no totalmente fiables ni en sus suministros o en sus políticas. Las perspectivas para el futuro sugieren que el escenario energético se complicará más a medio y largo plazo. Por eso, España debe considerar el reto de diversificar su mezcla energética y de reducir su dependencia de los hidrocarburos como una prioridad nacional.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años ha quedado evidente que la cuestión energética es una de las más centrales del panorama estratégico para casi todos los países del planeta, tanto a corto como a largo plazo. La dependencia energética plantea a España retos estratégicos no menos agudos ni desafiantes que para los demás países avanzados.

Nota: Los datos que siguen están deliberadamente atrasados. Véase el ejercicio propuesto al final de esta sección, p. 8.

LOS PRECIOS DEL PETRÓLEO Y LA ECONOMÍA

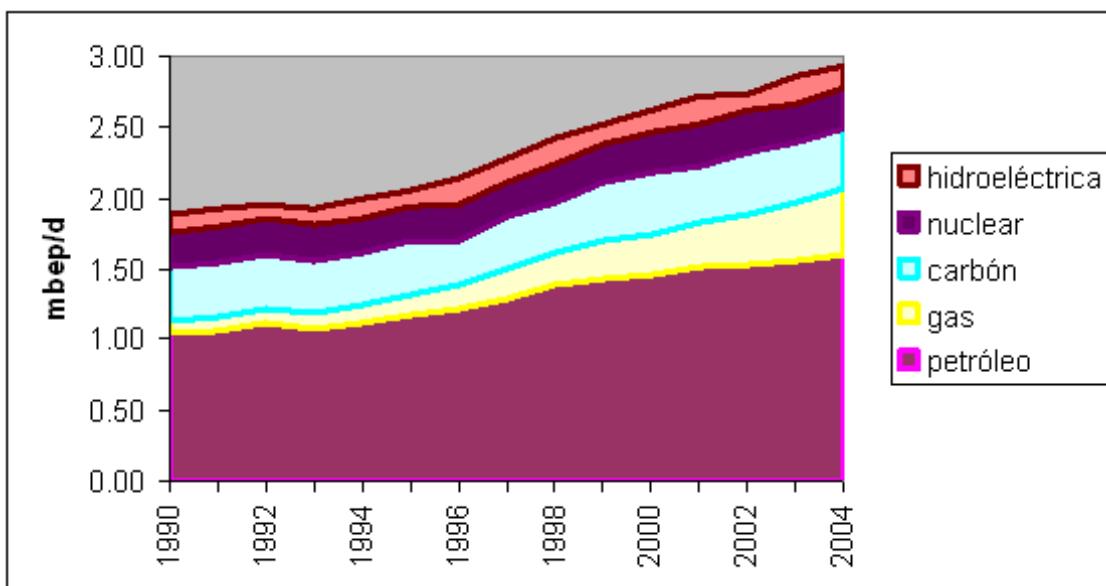
A corto plazo, el precio del petróleo –el hidrocarburo que sigue contribuyendo más o menos la mitad de nuestras necesidades energéticas y prácticamente toda la demanda energética en transporte y agricultura– se ha convertido en uno de los factores clave para la evolución cíclica de la economía mundial. Desde principios de 2002, el precio del petróleo se ha triplicado, un aumento comparable con la subida de precios de 1974 y de 1979-1980.

Cada una de las tres últimas recesiones mundiales (1980-1982, 1991-1993 y 2001-2002) fue provocada, por lo menos en parte, por un fuerte aumento previo en el precio del petróleo. Aunque la economía mundial ha aguantado bien la subida de precios de los últimos tres años, sigue siendo muy vulnerable a una nueva escalada que podría llevar al precio del petróleo a más allá de los 80 –o incluso 100– dólares por barril, provocando un rebrote de la inflación, empujando al alza los tipos de interés, posiblemente pinchando la burbuja inmobiliaria en los países que actualmente registran más crecimiento (como EEUU, España e incluso China) y terminando con el robusto crecimiento actual. Una nueva recesión e incluso una cuarta ola de crisis financieras en los países emergentes –a los que España es especialmente sensible– no estarían fuera del abanico de posibilidades a corto plazo. España no es menos vulnerable que cualquier otro país avanzado.

LA DEMANDA Y EL PAPEL DE LA ECONOMÍA

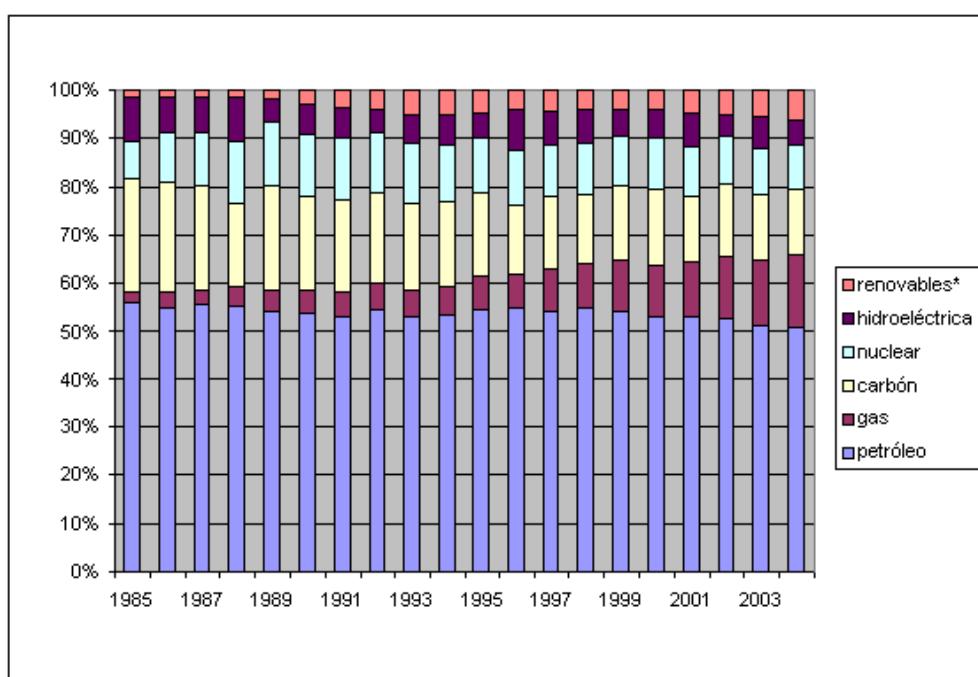
En primer lugar, la demanda española de petróleo y gas ha crecido enormemente en los últimos años. Desde 1965, el consumo de petróleo en España ha crecido un 4,5% en términos medios anuales, un ritmo bastante más alto que la tasa mundial (2,5%). El diferencial es bastante parecido para el período desde 1980 (1,75% en España frente al 1,2% en el resto del mundo). Pero, durante los últimos 10 años, la diferencia entre España y el resto del mundo se ha ampliado incluso más, con un crecimiento medio anual del 3,5% en España frente a un crecimiento global del 1,8%.

GRÁFICO 1. CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (FUENTES TRADICIONALES), ESPAÑA, 1990-2004



Nota: mbep/d = millones de barriles diarios de petróleo equivalentes por día.
Fuente: British Petroleum (*Statistical Review of World Energy 2005*) y elaboración propia.

GRÁFICO 2. CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (INCLUYENDO RENOVABLES), ESPAÑA, 1985-2004



* Renovables incluye biomasa, eólica, solar y minihidráulica.
Fuente: British Petroleum (*Statistical Review of World Energy 2005*) y elaboración propia.

Vemos el mismo fenómeno con la creciente demanda española de gas. Durante los últimos 10 años, el consumo español de gas natural ha aumentado a un ritmo del 15% en términos medios anuales. Desde 1993, el consumo de gas en España ha crecido casi un 275% y ahora constituye más del 16% de la mezcla de energía utilizada (más que cualquier otra energía tradicional, salvo el petróleo, que representa el 53%). Hoy en día, el petróleo y el gas juntos representan el 70% de la mezcla de energía primaria consumida por España (frente al 62% en 1990), un nivel mucho más alto que el promedio europeo (64%) y un indicador de que España es incluso más dependiente de los principales hidrocarburos que los demás países avanzados (65% en EEUU, 64% en la OCDE y 61% en el mundo).

En 2004, España consumió energía primaria –incluyendo petróleo y sus derivados (53%), gas natural (16,9%), carbón (14,5%), energía nuclear (9,8%) e hidroeléctrica (5,4%)– equivalente a casi 3,0 millones de barriles diarios de petróleo, levemente por debajo del 1,5% del total consumido en el mundo (más de 205 millones de barriles diarios *equivalentes* de petróleo). Si consideramos que esta proporción está lejos del peso económico que España tiene en el PIB mundial (más del 2%) y el hecho de que la economía española sigue creciendo fuertemente (3,4% en 2005), llegamos a la conclusión provisional de que, sin un cambio en la política energética de España y en el comportamiento energético de sus empresas, la demanda energética de España seguirá creciendo a ritmos superiores a la media mundial. Por consiguiente, la cuestión energética es de interés primordial para la continua buena marcha de la economía española.

IMPORTACIONES, DEPENDENCIAS GEOGRÁFICAS Y RIESGOS ESTRATÉGICOS

En segundo lugar, España depende en gran medida de la energía importada, particularmente los hidrocarburos más importantes. Sus reservas de petróleo y gas son testimoniales. Su actual producción anual de petróleo y gas, limitada a un puñado de yacimientos pequeños, cubre menos del 0,4% y del 0,9%, respectivamente, de su consumo interno anual. De los casi 1,6 millones de barriles de petróleo consumidos diariamente en 2004, más del 99,6% fueron importados. Más del 99% del gas consumido en España en el mismo año (una cantidad equivalente a 0,5 millones de barriles diarios de petróleo) fue importado. En comparación, la Unión Europea depende de importaciones de petróleo (casi el 75% del consumo total) y gas (alrededor del 50%) bastante menos que España.

En términos generales, España depende en la actualidad de un grupo reducido de países para sus importaciones de energía, principalmente Rusia, Argelia, Nigeria, Libia, Arabia Saudí y México, los proveedores nacionales con una cuota de por lo menos un 5% del mercado energético español (véase la Tabla 1). Más del 54% de todas las importaciones energéticas de España proviene de estos seis países, y las cuotas de Rusia y Nigeria han aumentado casi un 75% en los últimos cuatro años.

TABLA 1. IMPORTACIONES DE ENERGÍA, ESPAÑA, ENERO-OCTUBRE 2005

Posición	País	Importaciones (mil mn €)	%
1	Rusia	3.365	12,87
2	Argelia	2.918	11,16
3	Nigeria	2.321	8,87
4	Libia	1.842	7,04
5	Arabia Saudí	1.591	6,09
6	México	1.583	6,05
7	Italia	1.248	4,77
8	Irán	1.206	4,61
9	Noruega	1.069	4,09
10	Irak	824	3,15
	Subtotal	17.971	68,71
	TOTAL	26.154	100

Nota: datos del capítulo 27 del arancel. Incluye carbones, hidrocarburos y electricidad.

Fuente: *Mercados Emergentes*, sobre datos de Estacon.

De Rusia, Arabia Saudí y México, España importa casi exclusivamente petróleo. De Nigeria y Libia, importa petróleo, pero también cantidades importantes de gas. De hecho, alrededor del 65% de todas las importaciones españolas de petróleo provienen de estos cinco países (véase la Tabla 2).

TABLA 2. IMPORTACIONES DE PETRÓLEO, ESPAÑA, % DEL TOTAL, 2002-2005

Posición	País	2002 (%)	2003 (%)	2004 (%)	2005 (%)
1	México	13,8	12,7	13,4	15,1
2	Rusia	14,1	17,2	14,7	13,6
3	Nigeria	9,4	11,1	10,9	11,5
4	Arabia Saudí	12,0	12,2	11,6	11,4
5	Libia	11,5	13,3	12,3	10,5
6	Irán	5,8	7,4	6,4	8,7
7	Noruega	3,9	5,4	6,2	5,1
8	Irak	4,2	2,7	7,7	4,9
9	Argelia	1,9	2,6	3,1	3,3
	Subtotal	76,6	84,6	86,3	84,1
	Resto de países	23,4	15,4	13,7	15,9

Fuente: *Boletín Estadístico de Hidrocarburos*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, noviembre y enero 2005; *Anuario Estadístico de España 2005*, Instituto Nacional de Estadística.

Por otro lado, aunque Argelia abastece solo el 2,6% de las importaciones españolas de petróleo, su gran contribución son sus exportaciones de gas natural que –a través del gasoducto Magreb-Europa Gas, que pasa por Marruecos–, constituyen más o menos la mitad del consumo español. Nigeria (15%), Qatar (14%), Egipto (8,5%), Noruega (6,5%) y Libia (2,7%) también son importantes fuentes de gas natural licuado (véase la Tabla 3).

TABLA 3. IMPORTACIONES DE GAS NATURAL, ESPAÑA, 2002-2005

Posición	País	2002 (%)	2003 (%)	2004 (%)	2005 (%)
1	Argelia	58,5	57,4	49,8	44,9
2	Nigeria	7,6	16,9	18,0	15,2
3	Qatar	10,0	8,2	14,1	14,2
4	Egipto	–	–	0,3	8,5
5	Noruega	10,8	10,0	8,0	6,5
6	Omán	5,1	2,4	5,0	5,0
7	Libia	2,9	3,1	2,5	2,7
8	Malasia	–	–	0,9	1,0
9	Emiratos Árabes Unidos	1,0	1,6	1,4	1,0
10	Trinidad y Tobago	2,2	0,1	–	0,8
	Subtotal	98,1	99,7	100	99,7
	Resto de países	1,9	0,3	0	0,3

Fuente: *Boletín Estadístico de Hidrocarburos*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, noviembre y enero 2005; *Anuario Estadístico de España 2005*, Instituto Nacional de Estadística.

En términos generales, se puede decir que las fuentes españolas de petróleo están bastante diversificadas. Por otro lado, el hecho de que el mercado internacional de petróleo sea un mercado fungible, con diversas fuentes alternativas posibles, crea cierta estabilidad para España, reduciendo el riesgo de un hipotético corte en el suministro desde cualquier país en particular. De todas formas, España depende del petróleo para más del 53% de su energía primaria (frente a sólo el 40% en EEUU y en el mundo en general). Pero, como se ha comentado antes, más del 99,6% es importado. Dado que el mercado de petróleo es fungible e internacional, España sigue siendo particularmente sensible a choques del precio en un mercado que –debido a su actual escasa producción ociosa (menos del 2% del consumo mundial)– padece una gran volatilidad de precios.

Lo que es más, España importa más del 50% de su petróleo total de seis miembros de la OPEP (Arabia Saudí, Libia, Nigeria, Irán, Irak y Argelia), que son países que no están consolidados democráticamente o que tienen regímenes que no son estables o predecibles. Otro 11% proviene de

otros países africanos con características semejantes. Los socios europeos (como el Reino Unido y Noruega), que sí son fiables, contribuyen apenas el 6% de las importaciones españolas, sin la posibilidad de aumentar esta proporción mucho más, dada su producción limitada. México sigue siendo un socio importante (el segundo proveedor en el período 2002-2005, y el primero en 2005), pero no tiene la posibilidad de aumentar su producción fácilmente.

Queda Rusia, el proveedor de petróleo más importante para España en los últimos años, pero que tampoco tiene la capacidad de aumentar sus exportaciones rápidamente en el corto plazo, ni es el régimen más fiable en términos de suministro energético, como se ha puesto de manifiesto con la última crisis con Ucrania y con la deriva en general de la política energética rusa durante los últimos años. Al fin y al cabo, si consideramos el hecho de que más del 75% del total de las importaciones españolas de petróleo (equivalente al 40% de la energía primaria consumida) viene de regímenes no democráticos o inestables (los de Oriente Medio, África y Rusia), llegamos rápidamente a la conclusión de que la economía española padece un alto grado de riesgo político.

Por otro lado, aunque España está bastante avanzada en el uso de gas licuado –lo que aumenta la flexibilidad de sus importaciones de gas–, cerca del 60% del total de las importaciones de gas (más del 10% de la energía primaria consumida) proviene de tres países de África del Norte (Argelia, Egipto y Libia, y casi la mitad del total solo del primero). La mayor parte de este gas llega a España a través de Marruecos por el gasoducto MEG, por lo menos hasta que empiece a funcionar en 2008-2009 el gasoducto Medgaz, un proyecto conjunto de Cepsa y Sonatrach que vinculará Beni Saf en Algeria directamente con Almería. Pero incluso después de que funcione esta vía de importación directa, España continuará siendo muy dependiente de Argelia, y en menor medida de Libia, para su suministro de gas natural. A medida que vaya incrementándose el peso del gas dentro de su mezcla energética, esta dependencia subrayará incluso más la importancia que tiene la estabilidad del Magreb –y África del Norte en general– para los intereses fundamentales de España.

Por lo tanto, lo que pasa en el Golfo Pérsico y en África del Norte y Occidental es de interés primordial para España, a la vista de que depende de estas tres zonas para más del 40% del total de su consumo de energía primaria. Más que la mayoría de sus socios europeos y sus aliados transatlánticos (Canadá y EEUU), España tiene un interés fundamental en la estabilidad y desarrollo del mundo árabe e islámico de su entorno y en el mantenimiento de buenas relaciones con él.

DIVERSIFICACIÓN Y POLÍTICA ENERGÉTICA

Al fin y al cabo, sin un cambio significativo en la base energética de la economía española, con el paso de los años España será cada vez más dependiente de importaciones de petróleo de Oriente Medio, y más en particular del Golfo Pérsico, como es el caso de todos los grandes importadores del mundo, sean occidentales u orientales. Esta probable trayectoria en el patrón de la dependencia energética de España apunta a la prioridad nacional de diversificar la mezcla española de energía primaria y de reducir la alta dependencia que padece la economía española del petróleo y sus productos derivados. Aunque el gas puede todavía aumentar su peso en esta mezcla, la alta dependencia española del Magreb aconseja que se hagan más esfuerzos para potenciar alternativas que no sean hidrocarburos.

De momento, hay margen para aumentar la energía renovable (eólica y solar) –un sector en el que las empresas españolas están entre los líderes mundiales– e incluso la energía nuclear, si al final resulta ser política y económicamente viable. De todas formas, estas alternativas solo tienen la capacidad a corto o medio plazo de reemplazar al gas y al carbón en la producción eléctrica, y no al petróleo en su uso básico en los sectores del transporte y la agricultura. Aunque tales alternativas ayudarían a España a cumplir con sus obligaciones dentro del Protocolo de Kioto (una labor en la que España destaca hoy en día como uno de los pecadores más notables de Europa), no tendrá más que un mínimo impacto sobre las grandes vulnerabilidades que padece España actualmente tanto en términos de precios del petróleo en el mercado internacional como en términos de hipotéticos cortes en el suministro de hidrocarburos procedentes de los países inestables mencionados anteriormente. Solo el bioetanol y el biodiésel tienen la posibilidad de ayudar en este sentido.

Hay candidatos para ser nuevas fuentes de energía primaria (incluyendo las futuras generaciones de tecnología nuclear, el hidrógeno y otras fuentes renovables, además de formas no convencionales de utilizar los hidrocarburos) pero hasta la fecha ninguno se ha perfilado como una solución obvia y no problemática a medio plazo. De todas formas, la dificultad e inconveniencia que supone este reto no está impidiendo a Suecia considerar seriamente un plan para eliminar su consumo de petróleo antes de 2020 (utilizando como punto de partida el diseño de políticas para incentivar el uso de biomasa para mezclar con –y sustituir— a la gasolina y el diesel). España debe seguir en esta línea. Aunque el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha adoptado un nuevo Plan de Energías Renovables en España para 2005-2010, los objetivos de la UE siguen sin cumplirse.

Por eso, la articulación y puesta en marcha de una estrategia energética para diversificar las fuentes energéticas, reducir la intensidad en el uso del petróleo y aumentar la eficiencia en general debe convertirse en una prioridad primordial para España y para Europa. A medio y largo plazo –es decir, durante las próximas dos décadas– habrá que buscar otras fuentes no tradicionales para reemplazar al petróleo en particular e incorporarlas a la base energética de la economía de una forma económicamente racional y no traumática.

Para que sea factible, esta nueva política energética para España tendrá que articularse dentro del marco europeo, por lo menos en el mejor de los casos. En este contexto, la publicación del próximo *Libro Verde* sobre política energética europea (el 8 de marzo), y el debate posterior en la Cumbre europea de la Presidencia austriaca, son de gran interés para España.

EL PAPEL DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA DE ESPAÑA

El futuro energético de España será un desafío incluso con el desarrollo de una política energética eficaz. Lo mismo se podría decir de Europa, sus aliados tradicionales y el resto del mundo. Pero mientras este panorama plantea grandes retos –e incluso dificultades– para la industria energética española, también ofrece oportunidades.

En primer lugar, hay que destacar la importancia que tiene el sector energético para la economía española. Las grandes empresas de petróleo y gas, junto con las empresas eléctricas, constituyen casi una cuarta parte de la capitalización bursátil del IBEX-35. En segundo lugar, hay que recordar que la industria energética española ha sido relativamente exitosa hasta la fecha. El sector ha podido lidiar, sin grandes dificultades, con un aumento en la demanda energética nacional que, como se ha comentado arriba, ha crecido a un ritmo bastante más alto que la media mundial. Durante los últimos 15 años, el sector ha sido liberalizado en gran medida y se ha consolidado con bastante éxito en términos empresariales.

De todas formas, las empresas de petróleo y gas (como Repsol-YPF, Cepsa y Gas Natural) y las empresas eléctricas (como Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa, entre otras) se enfrentan con los mismos retos que sus homólogas en otros países avanzados y democráticos de occidente. Por un lado, las empresas de petróleo y gas tienen carteras de reservas de hidrocarburos cada vez más restringidas (como se ha demostrado en las últimas revisiones de Repsol-YPF) y las posibilidades de aumentarlas son limitadas, más allá de la posibilidad de operar en países de alto riesgo y con la promesa de solo añadir a sus reservas en cantidades modestas. Por otro lado, las eléctricas se enfrentan con el reto de Kioto y el espectro del cambio climático. Para el incierto futuro de la industria energética de España, la evolución del escenario energético a escala mundial es de sumo interés.

Por otro lado, estos desafíos podrían representar oportunidades, tanto para las empresas energéticas tradicionales que –además de seguir desarrollando nuevas fuentes de petróleo y gas– podrían posicionarse para liderar una futura transición energética, como para las empresas de la incipiente industria española de energía renovable, una industria que ya tiene una base desde la cual poder expandirse. Empresas como Gamesa, líder en energía eólica, o Abengoa y Ebro Puleva, líderes en el sector de biocarburantes, podrían servir de ejemplos.

CONCLUSIÓN

España depende más de los hidrocarburos tradicionales (petróleo y gas) que la mayoría de sus socios europeos y aliados transatlánticos. Además, padece un alto grado de dependencia de importaciones energéticas, concentradas principalmente en países no democráticos, inestables o volátiles en sus políticas energéticas. Por lo tanto, la política energética, pensada para reducir la dependencia de los hidrocarburos y aumentar la eficiencia energética, debe perfilarse, a partir de ahora, como una prioridad nacional.

Aunque esta conclusión no será ninguna sorpresa para las autoridades españolas en la materia, la evolución reciente del panorama económico y estratégico mundial –y sus perspectivas futuras– debería inyectar una nueva urgencia en la labor de diseñar una estrategia y llevarla adelante. Esta conclusión también subraya la importancia de articular una política dentro del marco europeo, dado que el reto es compartido, aunque en grados distintos, por todos los socios europeos. Si consideramos también los desafíos a largo plazo que nos plantea la cuestión energética –el cambio climático y la competencia geopolítica entre países para asegurarse el acceso a los hidrocarburos– el reto es incluso más claro.

EJERCICIO PROPUESTO (OPCIONAL)

El alumno puede actualizar los datos que anteceden en este apartado, y presentar un pequeño resumen, de no más de 3 páginas, relativo al problema de la dependencia energética que sufre España del exterior. Como conclusiones deberán compararse los nuevos datos que se hayan conseguido con los expuestos en estas páginas, y determinar si la tendencia es a aumentar, a disminuir o a mantener la dependencia respecto de cada fuente de energía y en general.

2 ESTRATEGIA EUROPEA PARA LA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

La dependencia energética de España se sitúa en un 85,1%
Ep / BRUSELAS (21-09-2006)
Publicado en: CincoDías.com - Economía

España importó durante 2005 hasta 125,7 millones de toneladas de energía, lo que supone una tasa de dependencia del 85,1%, cifra que aumentó en 7,7% con respecto al año anterior, según los datos difundidos por la oficina estadística Eurostat. Datos que revelan también que la dependencia energética de la Unión Europea creció dos décimas durante dicho año hasta alcanzar un nivel del 56% de importaciones requeridas para cubrir las necesidades de los Veinticinco.

La Comisión propone un paquete de medidas integradas sobre la energía y el cambio climático para reducir las emisiones en el siglo XXI
IP/07/29 Bruselas, 10 de enero de 2007.
http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/index_en.htm

En el día de hoy, la Comisión propone un paquete global de medidas para establecer una nueva política energética para Europa, a fin de luchar contra el cambio climático e impulsar la seguridad energética y la competitividad de la UE. El paquete de propuestas establece una serie de objetivos ambiciosos sobre emisiones de gases de efecto invernadero y energía renovable, y pretende crear un auténtico mercado interior de la energía, así como reforzar la regulación eficaz. La Comisión

considera que si se alcanza un acuerdo internacional sobre el marco posterior a 2012, podrá llegarse a reducir en un 30% las emisiones de los países desarrollados en 2020. Para reforzar su compromiso, la Comisión propone que la Unión Europea se comprometa ahora a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20% como mínimo en 2020, especialmente a través de medidas energéticas.

Europa se enfrenta a unos desafíos reales. Existe una probabilidad superior al 50% de que las temperaturas globales aumenten en el presente siglo en más de 5º C. Según las previsiones actuales, las políticas de energía y transporte no reducirán las emisiones en la UE, ya que éstas aumentarán aproximadamente un 5% en 2030. Si se mantienen las tendencias y políticas actuales, la dependencia energética de la UE aumentará del 50% del consumo total de energía en la UE actual al 65% en 2030. Además, el mercado interior de la energía aún no se ha realizado plenamente, lo cual impide que los ciudadanos y la economía de la UE se beneficien de las plenas ventajas de la liberalización de la energía.

El paquete que hoy propone la Comisión pretende aportar soluciones a estos retos tomando como base tres pilares:

1. UN AUTÉNTICO MERCADO INTERIOR DE LA ENERGÍA

El objetivo es ofrecer una auténtica posibilidad de elección a los usuarios de energía en la UE, ya sean particulares o empresas, e impulsar las grandes inversiones que necesita la energía. El mercado único no sólo favorece la competitividad, sino también la sostenibilidad y la seguridad.

El estudio sobre el sector de la competencia y la Comunicación sobre el mercado interior ponen de manifiesto que para lograr estos objetivos, las nuevas medidas que se adopten deberán establecer una separación más clara entre producción y distribución de energía. Asimismo, se requiere un mayor control reglamentario independiente, que tenga en cuenta tanto el mercado europeo como las medidas nacionales, a fin de lograr el objetivo de la Unión Europea de alcanzar unos niveles mínimos de interconexión del 10%, identificando los cuellos de botella principales y designando coordinadores.

2. UTILIZAR RÁPIDAMENTE FUENTES DE ENERGÍA QUE EMITAN POCO CARBONO

La Comisión propone mantener la posición de liderazgo mundial de la UE en materia de energía renovable, proponiendo el objetivo obligatorio de que el 20% de su combinación de fuentes energéticas proceda de energías renovables en 2020. Esto exigirá el crecimiento considerable de los tres sectores energéticos renovables: electricidad, biocombustibles y el sector de calefacción y refrigeración. Este objetivo para la energía renovable se completará con un objetivo mínimo del 10% para los biocombustibles. Además, el paquete de medidas legislativas sobre energías renovables que se presentará en 2007 incluirá medidas específicas para aumentar la proporción en el mercado tanto de los biocombustibles como de la energía renovable en los sistemas de calefacción y refrigeración.

La investigación es de crucial importancia para reducir el coste de la energía limpia y situar a la industria de la UE en primera línea del sector de la tecnología para reducir las emisiones de carbono, que está creciendo rápidamente. Para realizar estos objetivos, la Comisión propone un plan estratégico europeo de tecnología energética. La Unión Europea también incrementará al menos en un 50% su gasto anual en investigación energética en los próximos siete años.

Actualmente, la electricidad nuclear constituye el 14% del consumo energético en la UE y el 30% de la electricidad en la UE. Las propuestas de la Comisión subrayan que corresponde a cada Estado miembro decidir utilizar o no la electricidad nuclear. La Comisión recomienda que cuando el nivel de energía nuclear en la UE se reduzca, la reducción sea compensada con la introducción de otras fuentes de energía que emitan poco carbono, ya que si no es así el objetivo de reducir emisiones de gases de efecto invernadero será todavía más problemático.

3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

La Comisión reitera el objetivo de ahorrar un 20% del consumo total de energía primaria en 2020. Si

se logra, en 2020 la UE utilizará aproximadamente un 13% menos de energía que en la actualidad, y ahorrará 100.000 millones de euros y alrededor de 780 toneladas de CO₂ al año.

La Comisión Europea presentó en octubre de 2006 su Plan de acción sobre eficiencia energética, que comprende un paquete de medidas para que los aparatos que consumen energía, los edificios, el transporte y la producción en sí de energía resulten más eficientes. Se proponen nuevas normas de eficiencia más rigurosas, el fomento de servicios energéticos y mecanismos específicos de financiación para apoyar productos de mayor eficiencia energética. La Comisión establecerá asimismo un Pacto entre Alcaldes de entre 20 y 30 ciudades europeas pioneras en la materia y propondrá un acuerdo internacional sobre la eficiencia energética. En total, se presentan más de 75 medidas.

El Plan de acción, que se pondrá en práctica a lo largo de los próximos seis años, viene a dar respuesta al urgente llamamiento de los Jefes de Estado y de Gobierno en el Consejo Europeo de la primavera de 2006 en favor de una estrategia realista para la eficiencia energética. El Plan subraya la importancia de contar con normas mínimas de rendimiento para una larga serie de aparatos y equipos (desde electrodomésticos como frigoríficos y aparatos de aire acondicionado hasta bombas y ventiladores industriales), así como para los edificios y los servicios energéticos. Junto con las clasificaciones según rendimiento y los sistemas de etiquetado, las normas mínimas de eficiencia constituyen un poderoso instrumento para eliminar del mercado los productos que consumen demasiada energía, informar a los consumidores acerca de los productos más eficientes y dar al mercado mayor eficacia desde el punto de vista energético. Se desarrollarán requisitos mínimos de rendimiento para los edificios nuevos y reformados. También se potenciarán los edificios de consumo energético muy bajo (o viviendas pasivas).

El Plan hace hincapié en el considerable potencial de reducción de pérdidas en las fases de producción, transporte y distribución de electricidad, y propone instrumentos específicos para mejorar la eficiencia de la capacidad de producción tanto nueva como ya existente, así como para reducir las pérdidas por transporte y distribución.

Asimismo, el Plan incluye una serie de propuestas adicionales para incrementar la sensibilización en materia de eficiencia energética, tales como la educación y la formación. Por último, el Plan pone de relieve la necesidad urgente de abordar los problemas de eficiencia energética a escala mundial, por medio de asociaciones internacionales.

3 CAMBIO CLIMÁTICO

Adaptado de: *Calentamiento global*, N. REDONDO MELCHOR
Actas del Simposio de Ecología y Ecoética
UPSA, Salamanca, octubre de 2010

3.1 La Física del calentamiento

La primera ley de la Termodinámica dice que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. El calor, que es una forma de pasar energía de un cuerpo a otro, sigue la misma ley. Imaginemos nuestro planeta como un sistema cerrado que recibe calor del sol (fig. 1) y alguno más que genera internamente como consecuencia de la actividad de su núcleo.



Fig. 1.

Como la energía no se puede destruir, o ese calor se almacena, o se devuelve de alguna manera al espacio. Si el equilibrio es favorable al almacenamiento, la temperatura subirá. De lo contrario, bajará o, si el ajuste fuera lo suficientemente perfecto, la temperatura global se mantendría estable.

La ganancia de energía se debe a diversos factores, entre los que destaca la potencia de la radiación solar, que fluctúa enormemente de unos años a otros, con ciclos de 11 años, de varias décadas y de siglos, estos últimos no totalmente comprobados por la falta evidente de datos fiables.

Hay otros factores de ganancia de energía que no tienen que ver con la fuente sino con la capacidad del planeta de absorberla. Por ejemplo, se habla de apatallamiento químico para referirse al efecto protector frente a la radiación solar de la atmósfera, que o bien refleja directamente esa radiación, o bien la absorbe y la emite después, sin que su energía pueda colaborar, en ninguno de los dos casos, en la variación de temperatura de la Tierra.

Las nubes son un factor parecido, pero algo más complicado. Si son muy blancas, reflejan mucho la luz solar, con lo que ese calor no hay que tenerlo en cuenta, pero si tienen un color más oscuro, absorben la parte que no reflejan y es posible que sí acabe incorporándose como ganancia de energía al sistema global.

El brillo de la superficie de la Tierra, que es el brillo del agua líquida y helada, y el del suelo y la vegetación, es un factor que provoca la reflexión de la radiación solar y disminuye la ganancia de energía. A su vez el color de todos esos elementos es también causa de mayor o menor ganancia de calor, por cuanto los cuerpos oscuros absorben más calor que los claros, que lo reflejan.

Claro que a la hora de limitar la energía que se emite hacia el espacio, el factor predominante es el efecto invernadero. Consiste en que parte de la radiación solar que consigue atravesar la atmósfera, penetrando en nuestro sistema Tierra, y que luego rebota hacia afuera, no consigue salir pues en el choque pierde parte de las características que le permitieron entrar. En concreto, cambia su longitud de onda, que se alarga, y ya no puede volver a atravesar la misma atmósfera que, para entrar, le exigió una longitud de onda más corta. La energía de esa radiación es retenida en el planeta y contribuye a elevar su temperatura más que cualquier otra causa de las anteriores.

El efecto invernadero lo producen algunos gases naturales, como el vapor de agua y el anhídrido carbónico (CO_2). Lo incrementan algunos otros que se generan a consecuencia de fenómenos artificiales, pero lo que preocupa a la Humanidad últimamente es la sobreabundancia de uno de los naturales, del anhídrido carbónico, porque desde hace 50 años la cantidad presente en la atmósfera ha crecido muchísimo. Como también se están midiendo temperaturas más altas, la correlación entre una cosa y la otra es tentadora, porque el efecto invernadero la explica, y hay preocupación al respecto.

3.2 Cultura general

A menudo es imposible definir las cosas, y es más práctico darlas a entender hablando un rato de ellas. Así es como vamos a considerar la diferencia entre *clima* y *tiempo* atmosférico: tratando de ellos. El clima puede ser atlántico, mediterráneo, continental, de montaña, estepario, desértico, polar, etc. Como se ve, el *clima* son multitud de caracteres que definen ciertos fenómenos meteorológicos de manera poco precisa, pero suficiente para distinguirla, a grandes rasgos, de otra conjunción diferente de caracteres, de otros climas diferentes. Poco importa que en una zona de clima mediterráneo nieve dos veces en un invierno particularmente frío: eso no afecta a su consideración de zona de *clima* mediterráneo. Lo que ha ocurrido es que el *tiempo* ha sido excesivamente desapacible en esas dos ocasiones. Porque el *tiempo* es variable, loco decimos, y cambia de un día para otro, y de unas horas a otras a veces. El *clima* es fijo o, mejor, cambia lentamente y necesita décadas para ello.

Uno de los caracteres más importantes del *clima* es la temperatura, aunque ese factor también caracteriza al *tiempo*. La temperatura media de este siglo en una región forma parte de la definición de su clima, mientras que la temperatura mínima esta mañana forma parte de su tiempo de hoy. En ambos casos hay que medir temperaturas y calcular medias o diferencias con momentos anteriores, aunque, como veremos, las escalas son diferentes.

Al hablar de calentamiento global hablamos de un fenómeno que afecta al clima de una región particularmente extensa: todo el planeta. En este clima la variable fundamental es la temperatura, y

es la que está subiendo.

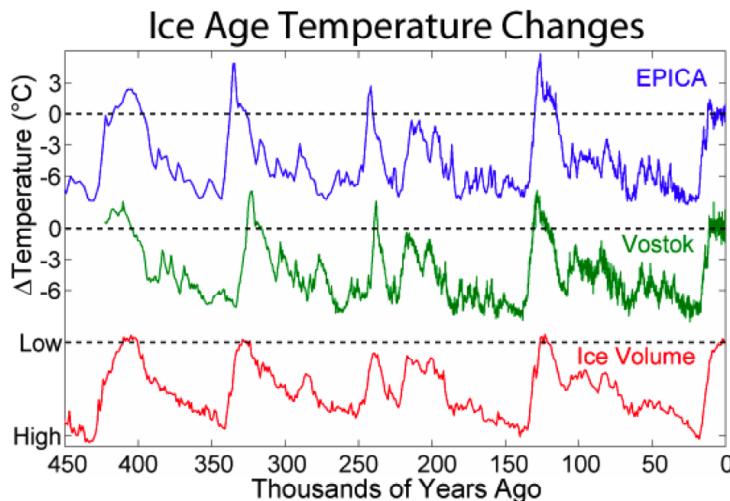


Fig. 2.

Los registros de temperatura comenzaron hace menos de 200 años con la fabricación de los primeros termómetros de vidrio. Los estudios que se remontan mucho más atrás en el tiempo han de obtener datos de otras fuentes, a menudo sorprendentes. La gráfica (fig. 2) muestra, en miles de años hacia atrás, la temperatura media de ciertas partes del planeta obtenida de esas formas indirectas. Las dos primeras (*EPICA* y *Vostok*) corresponden a dos sitios de la Antártida, y se han obtenido analizando la concentración de isótopos de deuterio en el hielo profundo de sus glaciares, que resulta ser proporcional a la temperatura del océano. La tercera (*Ice Volume*) es una reconstrucción del volumen mundial de hielo según la cantidad de microorganismos acumulados en sedimentos del fondo de los océanos.

Las variaciones de las gráficas se leen en la escala de temperaturas a la izquierda. Se puede comprobar que el rango de oscilación va desde +3 °C a -7 °C aproximadamente, lo que da un intervalo de cambio de 10 °C.

Si nos fijamos en la última remontada de la derecha, que corresponde a la época más reciente, concretamente a los últimos 15 000 años, podemos comprobar la correlación que existe con muchos otros estudios que se han centrado solo en este período. La siguiente gráfica (fig. 3) muestra las curvas correspondientes a 10 de estos estudios, siendo el trazo más grueso y oscuro la media de todas. Aquí llamo la atención sobre la escala, situada ahora a la derecha: las oscilaciones se producen aproximadamente entre +0,5 °C y -0,5 °C, lo que reduce el intervalo de cambio a 1°C.

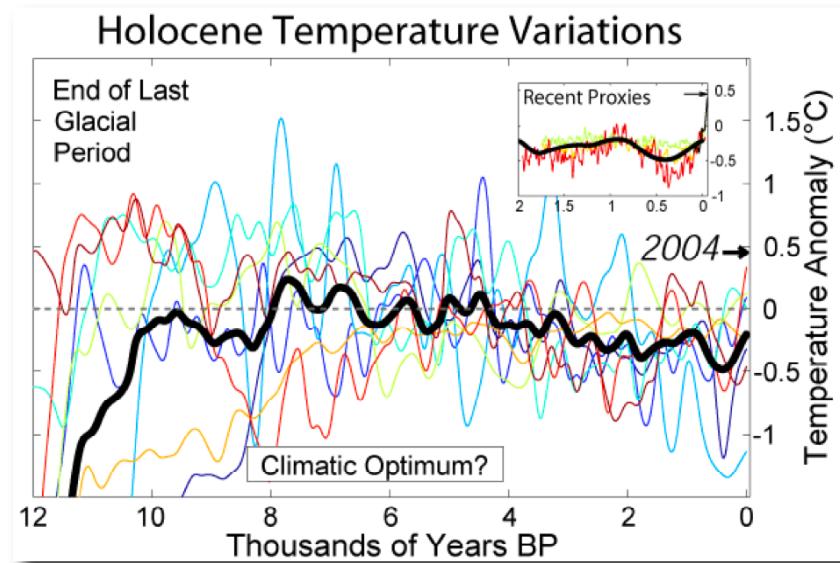


Fig. 3.

De estos datos se deduce que, si bien nuestro planeta ha sido capaz de variar su temperatura en diez grados, en los últimos 10 000 años no lo ha hecho, pues las temperaturas se han mostrado considerablemente constantes, oscilando apenas un grado.

Afinando un poco más, hay estudios que se fijan, como ocurrió antes, solo en la parte final de las gráficas anteriores, la situada más a la derecha, que es la correspondiente a los últimos cientos de años.

Estos estudios muestran, de nuevo, una enorme variación entre diferentes décadas, como pone de relieve la gráfica resumen que se adjunta (fig. 4). Sin embargo, leyendo en la escala de temperaturas, ahora otra vez a la izquierda, vemos que el rango de oscilación es el ya conocido de 1 °C e incluso menos, y que los picos y valles apenas se alejan unas décimas, como mucho 0,4 °C arriba o abajo.

La oscilación final, a la derecha, que corresponde a las temperaturas de los dos últimos siglos de sociedad industrial, presenta una pendiente ascendente y llega muy arriba, unas 6 décimas de grado por encima de la media de los dos milenios representados. Y esas 6 décimas son la causa de la alarma actual respecto del cambio climático.

Fijémonos ahora en la pendiente de la última oscilación: el grado de verticalidad de la curva no es mucho más grande que en otras crestas o valles. Los altibajos de otros siglos ofrecen "paredes" tan verticales como nuestra subida moderna, lo que sugiere que la velocidad del cambio que sufrimos es habitual en la Tierra. Lo que no parece tan habitual, a la vista de los últimos 2 000 años, es que la remontada de temperaturas dura muchas décadas. El registro histórico habría hecho pensar en una brusca recaída hace ya 50 años, y esta recaída no se ha producido. Pero no debemos olvidar que estamos hablando de unas pocas décimas de grado, y que estamos en un planeta donde las oscilaciones son de un grado entero en los 10 000 últimos años, o diez grados completos en los últimos 400 000 años.

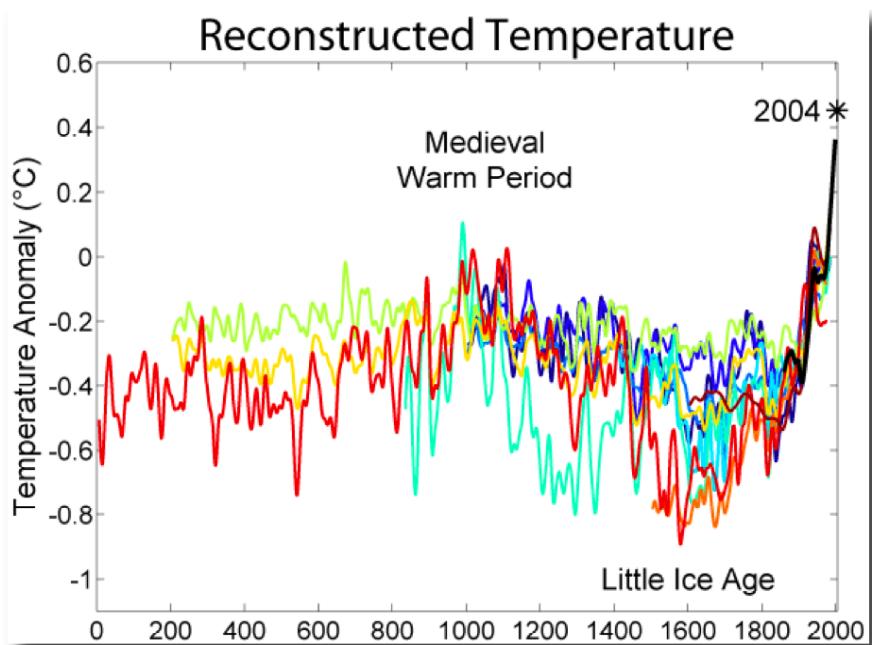


Fig. 4.

Es preciso tener también en cuenta, por último, que para estimar las temperaturas prehistóricas en una escala de 10 grados completos hacen falta estudios indirectos muy complejos y minuciosos, que nos hacen dudar de la fiabilidad de los resultados. Pero los registros de temperaturas de los dos últimos siglos, en una escala de décimas de grado, no son necesariamente más ciertos, ya que hay numerosas incertidumbres que les afectan. Lo que significa que tan equivocados pueden estar los datos sobre épocas prehistóricas como los contemporáneos. O que ambos pueden ser igual de buenos. De lo que no se debe dudar, en cambio, es de las escalas de los diferentes estudios de que se dispone: mientras que el planeta puede cambiar su temperatura en hasta 10 grados enteros, el cambio climático que ahora nos alarma es de pocas décimas de grado. En esta nueva gráfica (fig. 5) se aprecia eso mismo.

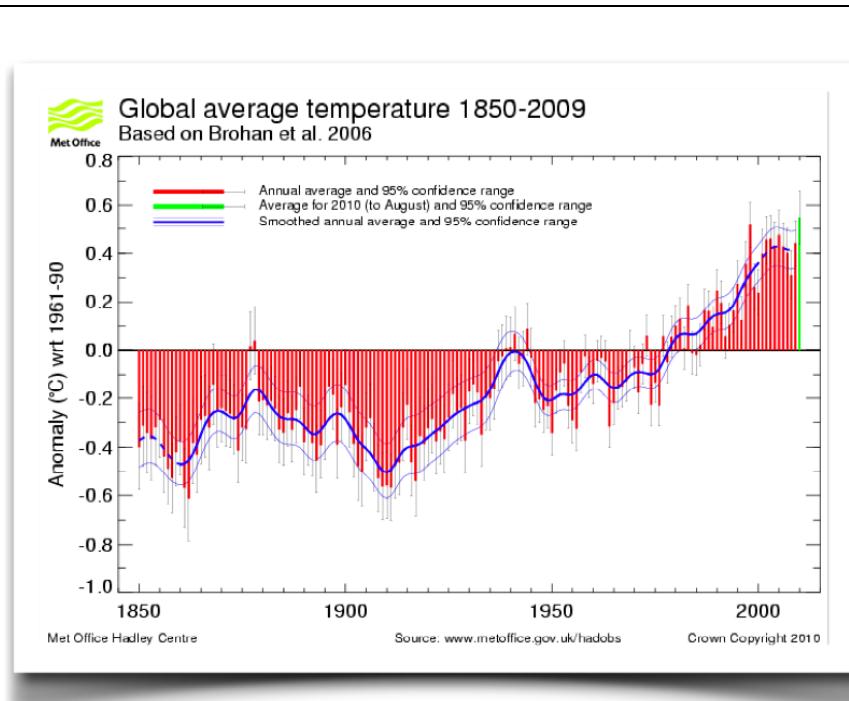


Fig. 5.

El *tiempo* atmosférico es mucho más variable todavía, pero no muestra ninguna tendencia, al margen del cambio habitual de las estaciones. Si ampliamos el ámbito de estudio a todo un año, las alteraciones de las temperaturas medias de unos años a otros son enormes, como ponen de manifiesto los estudios sobre la época contemporánea de la gráfica siguiente (fig. 6).

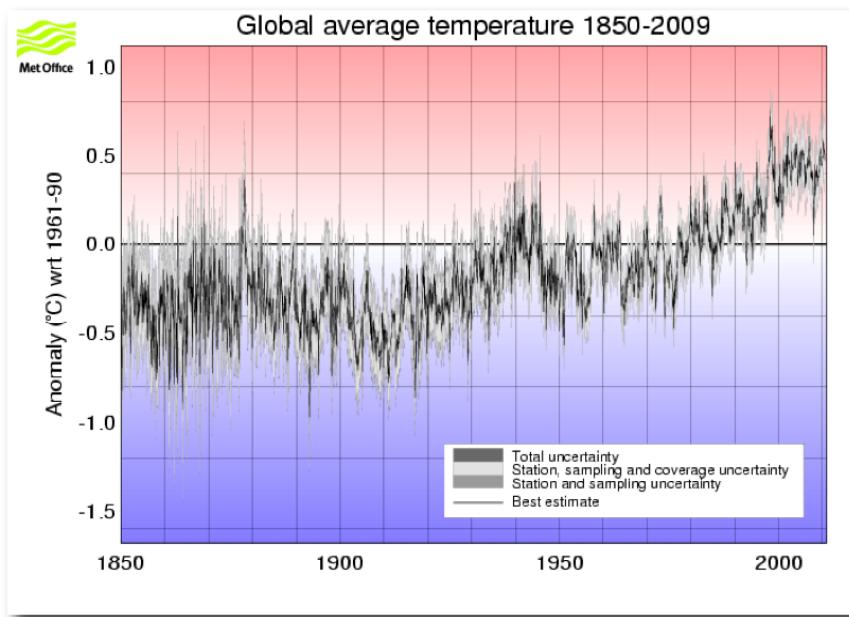


Fig. 6.

Esta serie de curvas indica que la oscilación de las temperaturas medias entre años sucesivos puede ser de hasta 1,5 °C, pero los ascensos de un año se convierten en descensos al año siguiente.

Ahora bien: los efectos de esos cambios anuales de 1,5 °C son extraordinariamente importantes. De hecho, son los causantes directos de las catástrofes atmosféricas como grandes huracanes, devastadoras sequías, inviernos demasiado fríos o veranos extra calurosos. Son efectos debidos al *tiempo*, y no al *clima*.

3.3 La intervención política

Detrás de los modelos científicos que intentan explicar la evolución del *clima* y predecir, después, la tendencia que éste seguirá, se encuentra la política. Con pocas o ninguna excepción, los abanderados del calentamiento destructivo son los grupos progresistas (demócratas, socialistas, comunistas, verdes, de izquierdas en general). Los abanderados del escepticismo climático son los grupos conservadores (populares, republicanos, de derechas en general). Es curioso que tanto las razones de unos como las de otros sean igualmente científicas, pero es evidente que la política no debería haber entrado a este nivel, y habría debido esperar a la fase de actuaciones concretas, guiadas por un sano consenso científico suficientemente mayoritario. En cambio, la politización de la ciencia ha impedido lograr ese consenso. ¿Cómo se ha llegado a esta situación?

La investigación con métodos científicos ha llegado al convencimiento prácticamente unánime de que la concentración atmosférica de CO₂ ha crecido desde la Revolución Industrial, y de que el mayor incremento ha ocurrido desde 1950 a causa de quemar combustibles fósiles que liberan de golpe el CO₂ fijado por la naturaleza durante siglos desde hace cientos de miles de años.

Otro punto de acuerdo es que la temperatura global ha subido a partir de 1850, ya que desde entonces hay medidas "ciertas" que dejan poco margen de duda. Y también es claro que el mayor incremento ha ocurrido a partir de 1970. Pero hasta aquí.

Después hay una corriente dominante, en medios e influencia, hegemonizada por el IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change* - grupo intergubernamental sobre cambio climático) que depende del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, y de su Organización Meteorológica Mundial. Esta corriente es la que defiende, con pruebas científicas muy abundantes y de una calidad excelente, que el calentamiento climático es causado por el Hombre, que nos conduce a la catástrofe a infinitud de niveles, y que debemos reducir el efecto invernadero evitando las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

El respaldo de Naciones Unidas no es el único que este grupo mayoritario ha recibido. En 2007, el ex vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore, y el presidente del IPCC, Rajendra Pachauri, obtuvieron el Premio Nobel de la Paz por su trabajo de concienciar sobre el calentamiento global. Y además cuenta con el apoyo unánime de la política de izquierdas.

Como ocurre casi siempre, hay una corriente de escépticos que se opone a las conclusiones de los anteriores. Llama la atención que se hallan organizados a la contra, es decir, como grupo reaccionario que trabaja a posteriori, criticando hasta negar los resultados tan ampliamente respaldados por el IPCC. Han llegado al extremo de formar el NIPCC (*Nongovernmental International Panel on Climate Change*- grupo no gubernamental sobre el cambio climático), cuyo nombre, copiado del grupo oficial, denota bien su carácter de "grupo protesta". Defienden que el origen antropogénico del calentamiento no está probado hasta el extremo de asegurar que reduciendo el CO₂ emitido se pueda lograr bajar la temperatura del planeta a voluntad.

El apoyo recibido por este grupo es también curioso: en contra de lo que una primera impresión pueda indicar, sí disponen de estudios científicos tan rigurosos como los que sostienen la reducción de emisiones, y provienen de científicos de tanta categoría como los del primer grupo. La diferencia está en que los estudios de estos segundos científicos no son tenidos en cuenta por la corriente oficial del IPCC.

El IPCC, que trabaja desde 1988, nunca elabora sus estudios, sino que resume los resultados de otros. Ha publicado cuatro informes sobre el estado de la ciencia del cambio climático, que han dado lugar a importantes acuerdos políticos. El primero, de 1990, sirvió para que la Asamblea General de las Naciones Unidas preparase la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) en vigor desde marzo de 1994. El segundo, de 1995, proporcionó material para las negociaciones del Protocolo de Kioto derivado de la Convención. El tercero, de 2001, definió las orientaciones políticas para las reducciones de emisiones. Y el cuarto hasta la fecha, de 2007, resume las conclusiones a las que llegan unos 2 500 expertos en sus publicaciones científicas por todo el mundo, y afirma que el calentamiento climático es inequívoco y se debe, *muy probablemente*, a crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero generadas por la actividad humana. "Muy probablemente" se define como más del 90% de probabilidad estadística.

El otro comité, el NIPCC, trabaja desde 2004 y, como el primero, tampoco elabora estudios sino que resume resultados. Ahora bien: la diferencia está en que considera aquellos trabajos científicos que

no son incluidos en el informe oficial del IPCC. En especial, a raíz del último de 2007, su actividad se centra en rebatir sistemáticamente las conclusiones mayoritarias, y en 2009 publicó el documento *Climate Change Reconsidered* (fig. 7), donde se analizan las opiniones de aquellos científicos cuyos trabajos les impiden apoyar la tesis del calentamiento antropogénico. Sus críticas al trabajo del IPCC son muy duras, pues le achacan, por ejemplo, ignorar basándose en argumentos espúreos los artículos que fundamentan opiniones contrarias, en especial a partir de 2007. Denuncian el uso de modelos climáticos imperfectos que, sin embargo, sirven para extraer conclusiones muy probablemente ciertas. En fin, el documento del NIPCC de 2009 concede la mayor importancia a las reglas naturales, que se imponen al Hombre.

La polémica entre científicos es razonable, sana y perfectamente asumible, pero solo hasta cierto punto. Es normal que la ciencia avance a través de teorías basadas en experimentos y refutaciones, las cuales se apoyan en otros experimentos distintos. Es parte del método científico. Pero no es asumible que los científicos del NIPCC tengan que rogar públicamente a sus compañeros que no los excluyan del ámbito de influencia política por haber llegado a conclusiones distintas.

Y es lo que, justamente, hicieron en una carta publicada en agosto de 2010, dirigida al comité designado por el IPCC para revisar el procedimiento de selección de los artículos que merecen ser considerados. En ella el presidente del Centro para el estudio del CO₂ y el Cambio global de la Universidad de Princeton (EEUU), pide al presidente del comité IPCC lo siguiente (traducido):

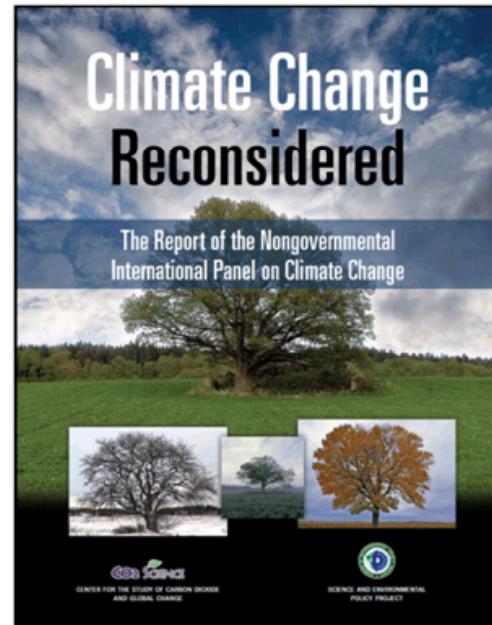


Fig. 7.

...Espero que mientras ojee nuestro *Climate Change Reconsidered* pueda llegar a comprender que realmente existe un vasto cuerpo de literatura científica de calidad que ha sido ignorada por el IPCC porque no apoya el discurso oficial escogido por los líderes de su organización ni por sus autores más destacados. Su informe dice [se refiere al de 2007], tan diplomáticamente como es posible hacerlo, que el IPCC ha ignorado convenientemente, si no suprimido, dichos hallazgos científicos para llegar a lo que parece ser una conclusión pre-establecida respecto al clima futuro y su impacto en la biosfera. Me temo que no tiene usted idea de cuánta investigación hubo de ser ignorada y suprimida por el IPCC para llegar a esa conclusión. Si el IPCC pretende reformarse, debe conseguir llegar hasta esa llamada comunidad científica de escépticos y apreciar la profunda valía de sus miembros...

[El original puede encontrarse en
<http://www.nipccreport.org/articles/2010/sep/HaroldShapiroOpenLetter.pdf>]

¿Qué puede estar ocurriendo para que la comunidad científica "escéptica" reclame su lugar de forma tan dramática? ¿Tiene esto algo que ver con una "caza de brujas" moderna? ¿Qué hemos de pensar los demás de todo esto?

En mi opinión las conclusiones científicas pueden no estar demasiado claras, pero sí lo está un hecho alarmante: los gobiernos han puesto sus recursos al servicio de un IPCC que excluye a parte de la comunidad de investigadores en función de los resultados de su investigación. Esta exclusión no es científica sino política, luego no es de extrañar que el proceso del conocimiento se estanque. Las injerencias políticas en la Ciencia no han beneficiado hasta ahora el consenso científico sobre las causas y consecuencias del cambio climático y mucho menos van a hacerlo ahora, cuando el ambiente se está enrareciendo demasiado. Las noticias de la reunión de gobiernos en Cancún que está teniendo lugar mientras acabo de redactar estas líneas, parecen indicar que el mundo camina hacia un compromiso insustancial, en lugar de hacia un juego equilibrado donde se respeten las reglas de la limitación de CO₂.

Pesan, en contra de las manifestaciones de los partidarios de la postura del IPCC, las rotundas declaraciones del comité NIPCC y las que aparecen en una carta abierta a la firma de cualquier científico con inquietudes sobre el clima (el *Petition Project*) (fig. 8).

We urge the United States government to reject the global warming agreement that was written in Kyoto, Japan in December, 1997, and any other similar proposals. The proposed limits on greenhouse gases would harm the environment, hinder the advance of science and technology, and damage the health and welfare of mankind.

There is no convincing scientific evidence that human release of carbon dioxide, methane, or other greenhouse gases is causing or will, in the foreseeable future, cause catastrophic heating of the Earth's atmosphere and disruption of the Earth's climate. Moreover, there is substantial scientific evidence that increases in atmospheric carbon dioxide produce many beneficial effects upon the natural plant and animal environments of the Earth.

En dicha carta se apremia al gobierno de EEUU a rechazar el acuerdo de Kyoto sobre calentamiento global y cualquier otra propuesta similar, porque limitar la emisión de gases con efecto invernadero, dice, puede dañar el medio ambiente, obstaculizar el avance de la ciencia y la tecnología, y dañar la salud y el bienestar de la humanidad. Los argumentos de esa afirmación consisten en que no hay pruebas científicas convincentes que afirman la relación causal entre la emisión antropogénica de CO₂, metano u otros gases de efecto invernadero, y el calentamiento catastrófico de la atmósfera o la alteración del clima terrestre en el previsible futuro. Además, concluye, hay pruebas científicas consistentes que indican cómo incrementos en la concentración de CO₂ atmosférico producen muchos efectos beneficiosos en el entorno vegetal y animal de la Tierra.

Fig. 8.

Al parecer esta declaración ha sido expresamente firmada, a día de hoy, por más de 9 000 académicos con título de doctor, de entre un total de más de 31 500 firmantes con menor grado de estudios.

3.4 Sentido común

La Ciencia está para averiguar la mejor verdad que se pueda conocer sobre el cambio climático, y ello exige un diálogo libre entre todos los científicos, sin injerencias políticas. Hasta el momento la situación ha sido la contraria, y los investigadores se han visto favorecidos o no por el poder según el rumbo que tomaban sus experimentos, de donde el diálogo está viciado y el resultado del proceso es inseguro.

Este fenómeno no es nuevo, pero aquí ha adquirido una envergadura enorme pues la presión, ejercida a nivel gubernamental, ha trascendido a la opinión pública. Por el momento siguen sin ser muchas las voces que reclaman respeto para el trabajo de los científicos frente a una avalancha mediática y de intereses muy poderosa, pero se van abriendo paso progresivamente. Ahora bien, este camino tampoco parece que vaya a ser muy productivo, al menos a corto-medio plazo, porque el

daño ya está hecho. La credibilidad de la ciencia del cambio climático está en entredicho, y su posibilidad de influir en las decisiones políticas aparece ya seriamente dañada. No es una situación de la que uno pueda alegrarse, pero sí constituye un alivio en cierta medida, pues las repercusiones de una decisión mal tomada serían gravísimas. Es decir, si erróneamente se estableciera una prohibición mundial de emitir CO₂ libremente, los países en vías de desarrollo no podrían usar las fuentes energéticas hoy disponibles como las hemos utilizado las demás potencias, que no tuvimos esa abrumadora restricción durante nuestro desarrollo. Y las diferencias entre países ricos y pobres se acentuarían injustamente. Si, por el contrario, la prohibición no fuera errónea sino acertada, parece que los perjuicios evitados compensarían con creces esa injusticia. Ahora bien: como la repercusión de dicha prohibición no está científicamente consensuada, la decisión entre causar una injusticia evidente buscando un beneficio probable, o dejar de momento las cosas como están, se deberá decantar por la opción más prudente, que es la segunda. Parece que esta es la línea que van siguiendo los acontecimientos, aunque no desaparece el compromiso de limitación de emisiones a largo plazo.

Afortunadamente han surgido, no hace mucho, una serie de iniciativas encaminadas en otra dirección. Son las que, aceptando la situación actual y reconociendo que las investigaciones sobre el cambio climático están viciadas por los conflictos de intereses presentes, han decidido apostar por los esfuerzos para adaptarse al cambio climático, que es lo único que se constata como evidente. Siguiendo un razonamiento lógico sencillo, si no está claro que las medidas contra el efecto invernadero sean eficaces para enfriar el clima, lo más práctico es asegurar que su calentamiento no cause efectos catastróficos. Dado que el registro histórico muestra que el Planeta se ajustará aunque los cambios impliquen variaciones de muchos grados, no hay que temer en principio por él. Por quien hay que velar es por la civilización. Pues bien: los esfuerzos de la Humanidad deben dirigirse hacia la búsqueda de soluciones a los efectos adversos. Hay que proteger las costas, ajustar la agricultura, mejorar las construcciones, garantizar el suministro de agua, asegurar el suministro de energía... Esta línea de acción está ya en marcha, y no requiere de un ingente cuerpo de investigaciones nuevas, como sí lo precisa la limitación del CO₂, sino de aplicar la tecnología existente y buscar recursos para poder hacerlo.

Esta tendencia ha recibido ya el calificativo de *adaptacionista* por parte de los grupos progresistas abanderados del catastrofismo por calentamiento antropogénico. No ha sido bien recibida por ellos, pues parecen ver en ella un serio adversario frente a la idea preconcebida de que hay que acabar con el modelo actual de emisión libre de CO₂. Realmente es un serio adversario, y en eso tienen razón. Pero lo es porque va a distraer la atención mediática y política del catastrofismo, y va a restar influencia a sus partidarios. Eso es, ya de por sí, un buen efecto, pues contribuirá a liberar de tensiones la sana dialéctica entre investigadores de uno y otro lado, que es la única manera de avanzar en el conocimiento de la mejor verdad. Mientras tanto se deberán buscar recursos para limitar efectos indeseados, y desarrollar la tecnología necesaria para hacerlo de la manera más eficiente posible.

Finalmente queda la cuestión de si la iniciativa de Naciones Unidas de crear un comité gubernamental para filtrar la investigación es acertada o no. En mi opinión es absolutamente contraproducente, porque ha conducido al descrédito y pérdida de influencia de la Ciencia en la Sociedad. Es a la intervención política de los gobiernos a la que debe achacarse el desconcierto en que se mueven ahora los propios gobiernos, y creo que no debe repetirse una situación así nunca más. En el fondo se trata de la idea de dejar o no que instituciones globales tomen decisiones que nos corresponden a los individuos. Mi posición particular es que todo lo que la Administración regula acaba por funcionar, sí, pero de la forma más ineficiente. Luego es mejor que el poder político se limite a corregir los fallos de la iniciativa privada, sin intervenir directamente en el rumbo de los acontecimientos. Así, si el clima se calienta y se esperan perjuicios evidentes, que los gobiernos movilicen los recursos para prevenirlos y, si llegan tarde, mitigarlos una vez producidos. No se les pide que hagan de adivinos, pues ya sufrimos grandes sequías, grandes inundaciones, grandes huracanes... De hecho, están ocurriendo desde siempre, y lo que los políticos han de hacer es trabajar para que nos podamos adaptar, primero a las catástrofes conocidas, y después a las que se prevea puedan surgir. Entre tanto, que la Ciencia progrese libremente, para que los ciudadanos podamos conocer qué está ocurriendo, qué puede suceder en el futuro, y así decidir, con fundamento, ante qué conviene reaccionar y cómo hacerlo.

Fuentes de las ilustraciones:

- Fig. 1: elaboración propia
- Fig. 2: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/Ice_Age_Temperature.png
- Fig. 3: <http://www.globalwarmingart.com>
- Fig. 4: <http://www.globalwarmingart.com>
- Fig. 5: <http://hadobs.metoffice.com/hadcrut3/diagnostics/global/nh+sh/>
- Fig. 6: <http://hadobs.metoffice.com/hadcrut3/diagnostics/global/nh+sh/>
- Fig. 7: <http://www.ipccreport.org/reports/2009/2009report.html>
- Fig. 8: <http://www.petitionproject.org/>

Derechos de autor:

Todas las gráficas y fotografías reproducidas permiten su libre distribución porque:

- Son de fuente libre (carecen de derechos de autor), o
- Son de elaboración propia, o
- Sus autores han otorgado licencia para su reproducción, citando la fuente, como se ha hecho.

Fuentes citadas en el texto o en las gráficas:

Petit J.R., y otros (1999) *Climate and Atmospheric History of the Past 420,000 years from the Vostok Ice Core*, Nature, 399, 429-436.

EPICA community members (2004) *Eight glacial cycles from an Antarctic ice core*, Nature 429 (6992), 623-628.

Lisiecki, L. E., and M. E. Raymo (2005), *A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records*, Paleoceanography, 20, PA1003.

M. Zhao, N.A.S. Beveridge, N.J. Shackleton, M. Sarnthein, and G. Eglinton (1995), *Sediment core ODP 658, interpreted sea surface temperature*, Paleoceanography, 10(3): 661-675.

Alley, R.B. (2000), *GISP2 ice core, interpreted paleotemperature*, Quaternary Science Reviews, 19: 213-226.

Thompson, L.G., y otros, (2002), *Kilimanjaro ice core, $\delta^{18}\text{O}$* , Science, 298(5593): 589-593. doi:10.1126/science.1073198

Lea, D.W., D.K. Pak, L.C. Peterson, y K.A. Hughen (2003), *Sediment core PL07-39PC, interpreted sea surface temperature*, Science, 301(5638): 1361-1364.

B.A.S. Davis, S. Brewer, A.C. Stevenson, J. Guiot (2003), *Pollen distributions, interpreted temperature*, Quaternary Science Reviews, 22: 1701-1716.

L.D. Stott, y otros (2004), *Composite sediment cores, interpreted sea surface temperature*, Nature, 431, 56-59.

S. Fred Singer (ed.) y Craig Idso, *Climate Change Reconsidered: The Report of the Nongovernmental International Panel on Climate Change (NIPCC)*, The Heartland Institute (Chicago- ILL - EEUU, 2009), ISBN-13: 978-1934791288.

EJERCICIO PROPUESTO (OPCIONAL)

Calentamientos y enfriamientos de la Tierra ha habido desde siempre. El trabajo opcional que se sugiere al Alumno consiste en investigar acerca de los últimos calentamientos y enfriamientos que ha sufrido el planeta en época reciente, es decir, en la era de la cristiandad aproximadamente. Los datos disponibles pueden ser indicativos, no necesariamente medidas acordes con las recientes escalas termométricas, pero dan igualmente una proporción de las temperaturas medias a lo largo de dicho período. El resultado de la investigación debe plasmarse en un informe conteniendo todas las referencias bibliográficas y de cualquier otra índole que hayan servido como origen de esos datos. Las conclusiones podrían plasmarse en un histograma que refleje las temperaturas medias estimadas en el estudio.