

4. R.L. Augustine, *Catalysis Today*, 37, 419 (1997).
5. F. Rodríguez Reinoso, *Carbon* 36(3), 159 (1998).
6. A. Guerrero Ruiz, B. Bachiller Baeza, I. Rodríguez Ramos, *Applied Catalysis A: Gen.* 173, 231 (1998).
7. P. Gallezot y D. Richard, *Catal. Rev.- Sci. Eng.*, 40 (1-2), 81 (1998).
8. F. Delbeq y P. Sauset, *J. Catal.*, 152, 217 (1995).
9. M.A. Vannice y B. Sen, *J. Catal.*, 115, 65 (1989).
10. <http://www.chem.ucr.edu/groups/Zaera/projectN1.html>
11. D. Ferri, T. Bürgi, A. Baiker, *Journal of Catalysis* 210, 160 (2002).
12. G. Webb, P.B. Wells, *Catalysis Today*, 12, 319 (1992).
13. D.E. de Vos, M. Dams, B.F. Sels, P.A. Jacobs, *Chemical Reviews*, 102, 3615 (2002).
14. J.M. Thomas, T. Maschmeyer, B.F.G. Johnson, D.S. Shepard, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 141, 139 (1999).
15. M. Tada, Y. Iwasawa, *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 199, 115 (2003).
16. Ph. Serp, M. Corrias, Ph. Kalck, *Applied Catalysis A: Gen.*, 253, 337 (2003).

Antonio R. Guerrero Ruiz
y Esther Asegdebeba Nieto
*Dpto. de Química Inorgánica
y Química Técnica*
Inmaculada Rodríguez Ramos
y Belén Bachiller Baeza
ICP-CSIC

COLABORACIONES

Ciencias de la Naturaleza

Kyoto y los sectores difusos

Algunas reflexiones sobre el comportamiento económico de los consumidores de energía

EL CAMBIO CLIMÁTICO

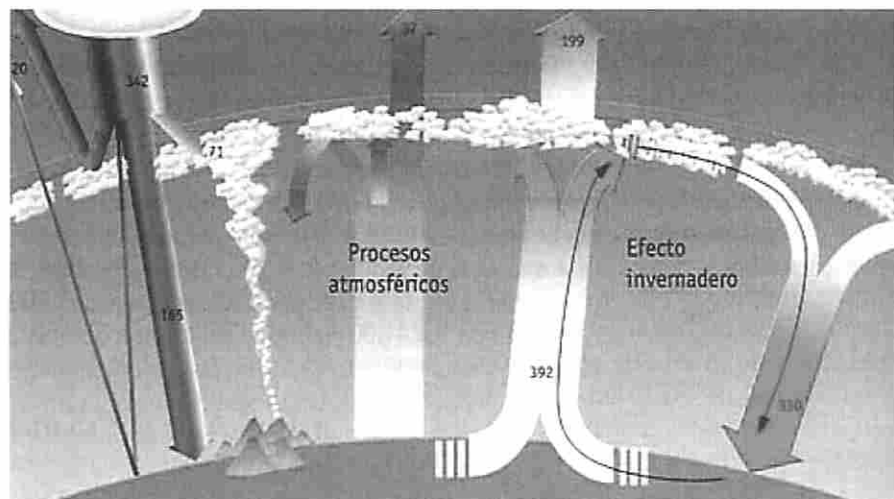
La comprensión de las causas que influyen en el cambio climático exige traspasar ciertas barreras de conocimientos técnicos o científicos que en general pertenecen al bagaje de conocimientos que se imparten en las facultades de ciencias exactas

o naturales, típicamente ciencias matemáticas, físicas y biológicas, o simplemente asumir como cierto (y comprender su sentido) lo que los expertos nos cuentan sobre la cuestión.

Esta última actitud es la que nos corresponde adoptar a quienes no somos personas de ciencia (de ciencias exactas o naturales), por ejemplo los economistas y los juristas, que nos tenemos que conformar con explicaciones sencillas y breves —siempre que no infrinjan, claro está, el consenso científico sobre la materia— tal y como me atreveré a hacer en las primeras lí-

neas de este artículo, según yo mismo creo haberlo comprendido:

La radiación de un cuerpo a elevadas temperaturas está formada por ondas de frecuencias altas. Éste es el caso de la radiación procedente del Sol que en una elevada proporción traspasa la atmósfera con facilidad porque la atmósfera es relativamente transparente para las radiaciones de frecuencia alta. Por el contrario, la energía reflejada hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo frío, está formada por ondas de frecuencias más bajas, y es absorbida o atrapada parcialmente por la atmósfera porque es, frente a este tipo de radiaciones, relativamente opaca. Esta opacidad atmosférica es responsable del denominado efecto invernadero. Los gases responsables de este comportamiento relativamente opaco de la atmósfera frente a las radiaciones de frecuencias bajas se denominan Gases con Efecto Invernadero (GEI). Entre los GEI, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el hidrofluorocarbano, los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de carbono son gases cuya presencia en la composición de la atmósfera no es ajena a la interferencia antrópica. Una interfe-



rencia que podría estar cambiando los equilibrios climáticos del Planeta hacia el calentamiento global. Estos seis gases son los listados en el Protocolo de Kyoto.

Naturalmente, tal y como he advertido, las causas que influyen en los cambios climáticos son muy complejas y su análisis y comprensión exceden de lejos a una explicación tan sencilla como a la que acabo de recurrir para iniciar este artículo, pero podría ser suficiente como referencia para una reflexión de naturaleza económica sobre el Protocolo de Kyoto cuyo objetivo básico es la contención de los GEI generados por la acción del hombre sobre la Tierra. Su objeto no es otro pues, que dejar claro de qué hablamos cuando hablamos de Kyoto.

La "Conferencia Mundial sobre la Atmósfera Cambiante: Implicaciones para la Seguridad Mundial", convocada por la Organización Meteorológica Mundial (27 al 30 de junio 1988), en la Universidad de Toronto (Canadá), destacó la necesidad de encarar soluciones urgentes ante el problema de las emisiones de gases contaminantes de la atmósfera. Así se expresó en sus conclusiones:

"La Humanidad está llevando a cabo un experimento no intencionado, globalmente difusivo y penetrante, cuyas últimas consecuencias podrían ocupar el segundo lugar inmediatamente detrás de las que ocurrirían después de una guerra mundial nuclear. La atmósfera terrestre está siendo modificada con una rapidez sin precedentes por los contaminantes que resultan de la actividad humana, el uso ineficiente y el derroche de combustibles fósiles y los efectos de un crecimiento rápido de la población en muchas regiones. Estos cambios representan un peligro mayor para la seguridad mundial y están teniendo consecuencias dañinas en muchas partes del globo" ... "Las mejores predicciones disponibles indican dislocaciones económicas y sociales potencialmente severas para las genera-

ciones presentes y futuras; esto empeorará las tensiones internacionales e incrementará los riesgos de conflictos entre y dentro las naciones..." ... "Los países industrializados desarrollados del mundo son la mayor fuente de gases de efecto invernadero y, por lo tanto, asumen ante la comunidad mundial el compromiso mayor de asegurar la puesta en ejecución de medidas para hacer frente a las cuestiones que deriven del cambio climático..."

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) fue establecido ese mismo año (1988) por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con el fin de "dar acceso a la información científica, técnica y socioeconómica en el campo del cambio climático".

El IPCC mantiene que en los últimos 100 años la temperatura media del hemisferio norte ha aumentado, incrementándose paralelamente la acumulación en la atmósfera del CO₂ y equivalentes a causa del aumento del uso de los combustibles fósiles. El Protocolo de Kyoto comprometió en 1998 a las partes firmantes a reducir las emisiones de seis gases responsables del efecto invernadero (los antes mencionados).

EL PROTOCOLO DE KYOTO

El 16 de febrero de 2005, siete años después, entró en vigor el Protocolo de Kyoto. Los compromisos de reducción y contención de emisiones de GEI, asumidos en el protocolo por los 127 países firmantes, adquirieron ese día carta de naturaleza jurídica en el marco internacional de la Organización de las Naciones Unidas.

Para cumplir con el Protocolo de Kyoto, la Unión Europea ha introducido un programa de reducción de emisiones de GEI que obliga a los países firmantes a elaborar Planes Nacionales de Asignación (PNA) de los derechos de emisión,

así como a introducir mecanismos mercantiles que permitan su intercambio entre los sectores y agentes afectados. El mecanismo principal es el comercio de los derechos de emisión que permite valorar en términos de precio el coste medioambiental de las emisiones.

Cada país participante ha realizado su propio PNA que determina los derechos gratuitos que se asignan a cada empresa, perteneciente a los sectores a los que es aplicable la Directiva 2003/87/CE (eléctrico, papel, cemento, refinado de petróleo, siderurgia y cerámica y vidrio), en función de sus específicas instalaciones. Estos planes se sitúan en la senda de cumplimiento de los compromisos de Kyoto. En España el PNA ha asignado 535,7 millones de toneladas de CO₂ para el periodo 2005-2007, entre los sectores industriales afectados por la Directiva, que a un precio medio de mercado de 15 € TM, (en los últimos meses su cotización ha llegado a alcanzar los 18 € TM) tienen un valor de 8.035 millones de euros (M€) (1,34 billones de pesetas). Si tenemos en cuenta que el PNA sólo asigna derechos de emisión a las empresas pertenecientes a los sectores contemplados en la directiva, responsables de menos de la mitad de las emisiones, el coste o valor de las emisiones de GEI en España supera ampliamente la cifra de 20.000 M€ (3,35 billones de pesetas) lo cual da idea de las magnitudes económicas del asunto de que se trata.

Treinta países industrializados han asumido objetivos cuantitativos para reducir o limitar sus emisiones. Cuatro países industrializados no han ratificado el Protocolo de Kyoto: Estados Unidos de América, Australia, Liechtenstein y Mónaco. Los dos primeros representan, aproximadamente, un tercio de los GEI emitidos por los países industrializados. Por su parte, Brasil, China, la India e Indonesia, aunque son firmantes del Protocolo, no tienen objetivos de reducción de GEI.

Los objetivos del Protocolo para los países desarrollados firmantes en su conjunto, y para el periodo 2008-

2012, se han establecido en una reducción de las emisiones, sobre las verificadas en el año 1990, de un 5,2%, que para la Unión Europea se traducen en un compromiso de reducción del 8% y para España en no sobrepasar un aumento del 15% (en el año 2004 España había superado ya en más de un 40% sus emisiones de 1.990).

Los instrumentos de los que se ha dotado Kyoto para alcanzar sus objetivos se sistematizan en los siguientes grupos de instrumentos:

1. **Políticas y medidas energéticas** (promoción de prácticas sostenibles, uso de energías renovables, incentivos, subvenciones...).
2. **Mecanismos de flexibilidad** (mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y comercio de derechos de emisión).
3. **Sumideros** (especies vegetales como captadores de CO₂).

Entre estos instrumentos, además del comercio de emisiones, destacan los denominados Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) consistentes en el desarrollo de proyectos *adicionales* de generación de energía no contaminantes (el Protocolo excluye explícitamente la energía nuclear) en los países en vías de desarrollo (sin objetivos de reducción de GEI) que generaran dere-

chos de emisión comercializables por sus propietarios. Por consiguiente, los MDL se constituyen en instrumentos del desarrollo sostenible en estos países y tienen, además, la virtud de vincular a ese desarrollo los intereses de empresas con derechos asignados y limitados de los países desarrollados.

IMPLICACIONES SOBRE LA ECONOMÍA

Kyoto pone de manifiesto, en definitiva, que las actividades económicas consumen recursos (medioambientales) cuyo valor no se contabiliza de forma adecuada de tal manera que la información que la contabilidad convencional trasmite es incompleta e impide, en consecuencia, una adecuada gestión de las actividades. Es decir, las actividades económicas generan costes externos (de naturaleza medioambiental) que es necesario identificar y asignar.

La consecuencia es evidente: con Kyoto, las relaciones intra e intersectoriales se alteran a través de cambios relativos en los costes y de su desigual traslado o repercusión en los precios. En los precios que no son otra cosa que una medida reguladora de las relaciones de intercambio.

La toma en consideración de los costes medioambientales mediante

su internalización en las transacciones económicas privadas abre las puertas a cambios (de difícil ponderación) en los equilibrios internos de las economías nacionales y de sus relaciones internacionales. O lo que es lo mismo, del *estatus quo* económico en el que hoy se desenvuelven las diferentes actividades económicas.

Los costes que se asignan son los correspondientes a las emisiones de gases con efecto invernadero. Su valoración se confía a un mercado de emisiones que se debe generar a partir de las diferencias en más o en menos de los derechos de emisión que cada Estado ha asignado a sus nacionales de acuerdo con los compromisos adquiridos en Kyoto y de los derechos de emisión generados por inversiones en los MDL.

La cuestión no carece de trascendencia y además es de gestión difícil y compleja. No en balde quedan directamente implicados en España tres ministerios: el Ministerio de Economía y Hacienda, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y, naturalmente, el Ministerio de Medio Ambiente.

Muchas preguntas están en el aire. Es muy difícil todavía formular ni siquiera un porcentaje pequeño de las preguntas que necesitarán respuestas porque estas sólo irán surgiendo al abrigo de un debate que no ha hecho más que comenzar. Pero alguna puede hacerse a título de mero ejemplo:

Contención de las emisiones ¿conteniendo la producción o cambiando las tecnologías de producción? La contención de la producción en un área geográfica implicará, al menos en alguna medida, el aumento en otras debido a la pérdida de competitividad o a deslocalizaciones industriales. Si los efectos son globales y Kyoto no lo es (EE.UU. se ha situado al margen y los países en vías de desarrollo no tienen compromisos respecto a las emisiones), los caminos de contención (en su balance planetario) serán estériles o, en cualquier caso, inferiores a los deseables, necesarios y programados.

COMPROMISOS DE REDUCCIÓN (-) O CONTENCIÓN (+) DE EMISIONES GEI PARA EL PERÍODO 2008-2012 EN % SOBRE EL NIVEL DE EMISIONES DE 1990

-8% Unió europea.	0% Fianlandia y Francia.
-8% R. Checa, Bulgaria, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Letonia, Lituania.	-13% Austria.
-7% EEUU (no firmante del Protocolo).	-12,5% Reino Unido.
-6% Japón, Canadá, Hungría, Polonia.	-7,5% Bélgica.
-5% Croacia.	-6% Países Bajos.
0% Rusia, Ucrania, Nueva Zelanda.	+4% Suecia.
-1% Noruega.	+6,5% Italia.
-8% Australia (no firmante del Protocolo).	+13% Irlanda.
-10% Islandia.	+15% España.
-28% Luxemburgo.	+25% Gracia.
-21% Alemania y Dinamarca.	+28% Portugal.

Quedan los cambios tecnológicos ¿tendrá capacidad el comercio de emisiones de incentivar los cambios? ¿Existe algún margen para tales cambios que no pueda ser cubierto por el impulso competitivo de los mercados? En definitiva, la alteración de costes (privados) y de precios que debe implicar Kyoto ¿añade algún incentivo relevante al desarrollo y a la innovación tecnológica en el campo de la eficiencia energética?

En cualquier caso, las empresas pertenecientes a los sectores implicados en los PNA tienen establecidos límites precisos que configurarán nuevos retos tecnológicos, económicos, financieros y jurídicos, e implicarán, por consiguiente, nuevas estrategias empresariales de competitividad que, sin duda, reorientarán el actual modelo de desarrollo. Así es que, por este lado, la cuestión ha sido abordada de manera clara y concreta.

MÁS ALLÁ DE LOS PNA, ¿EXISTEN POLÍTICAS EFICACES?

Sin embargo, otros lados de la cuestión se resisten al diseño de estrategias eficaces. La contención de las emisiones en los denominados **sectores difusos** (el transporte, la alimentación, la agricultura y los sectores residencial y terciario) presenta extraordinarias dificultades. En estos sectores no es posible una asignación individualizada de los límites de emisión debido al elevado y casi indeterminado número de sujetos contaminantes y a su dispersión. Las medidas de política energética son —y seguramente de manera irremediable— también difusas. Es decir, serán medidas que se apoyarán fundamentalmente en instrumentos tales como las exenciones fiscales, la instrumentación de incentivos, las subvenciones y, también, desde luego, no descartarán el establecimiento de conductas obligadas por normas legales y administrativas. Los sectores difusos son responsables en España del 60%

de las emisiones de GEI. El éxito en la gestión de sus emisiones y en la influencia de esta gestión en las emisiones totales a través de los procesos macroeconómicos es, sin duda, una cuestión crítica en el cumplimiento en España y en la UE de los objetivos de Kyoto.

Los programas españoles se plantean, con relación a estos sectores no considerados por la Directiva 2003/87/CE, medidas adicionales que conduzcan a una reducción total de las emisiones de GEI por valor de 52 MT en 2005-2007, además de asegurar el cumplimiento de las medidas previstas en la *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012* que permitan una mayor reducción de los consumos energéticos. Un *Plan de Acción 2004-2007* habrá fijado las líneas fundamentales de la estrategia para conseguir los objetivos fijados a nivel nacional. La previsión fijada es que este Plan de Acción aborde a corto plazo un conjunto de medidas que implicarán al conjunto de las administraciones habida cuenta del incremento continuo de las emisiones que se verifican en los sectores difusos y respecto a los cuales, la cercanía y la acción directa de las administraciones constituye el fundamento para su implicación en objetivos concretos y precisos de reducción y contención de tales emisiones.

La criticidad que presentan las *políticas difusas* para alcanzar **los específicos objetivos Kyoto** aconsejan profundizar sobre su efectividad real (es decir, su efectividad neta), que podría ser menor de lo esperada y, en algún caso, incluso negativa.

ACOTAR Y PRECISAR CONCEPTOS

Una primera preocupación sobre esta cuestión es la frecuencia con la que indistintamente se mencionan, como si fueran la misma cosa, cosas tan distintas como son el ahorro energético, la eficiencia energética y la gestión de la demanda energéti-

ca, al parecer todas ellas objeto de las políticas difusas, y la producción/consumo de energías renovables.

Me detendré, para las ulteriores reflexiones que justifican este artículo, en acotar conceptualmente estas cosas que no son la misma:

Eficiencia energética: disminución por unidad de producto (o sustituto o equivalente) del contenido del factor energía. La eficiencia conduce también al ahorro pero conceptualmente se diferencia de él (en su sentido estricto) en las inversiones (principalmente de naturaleza tecnológica) que su consecución exige. Así, un coche que mejoré el rendimiento termodinámico de su motor constituye un ejemplo de mejora en eficiencia que normalmente arrastra fuertes inversiones en investigación, cambios en los procesos tecnológicos y en los diseños. La eficiencia se traduce en una disminución unitaria de los GEI pero implica de manera directa otras actividades (inversiones en eficiencia) cuyo contenido energético minora su efecto neto sobre el consumo energético.

Ahorro energético: disminución del gasto innecesario en energía. Ahorro energético sería por ejemplo la disminución de la potencia de la iluminación pública exterior y de las horas de encendido. El ahorro se traduce de manera directa e equivalente en menor emisión de GEI. Implica cambios en las pautas de comportamiento de los consumidores. Si las políticas de ahorro implicaran, además, inversiones significativas, se relacionarían más con el concepto de **eficiencia** que con el de **ahorro**.

Gestión de la demanda: mayor utilización de la capacidad instalada para un mismo consumo energético. La gestión de la demanda aplanará la curva de carga de las instalaciones. Ahorra inversión pero no energía. No incide sobre las emisiones de GEI. Son ejemplo de políticas de gestión de la demanda las políticas tarifarias de discriminación horaria que incentivan el uso de los equipos eléctricos en periodos de baja demanda de electricidad en el Sistema

Eléctrico. De esta manera contribuyen a disminuir las puntas de demanda de electricidad (coincidencia de un gran consumo eléctrico en un mismo periodo) y con ello un más eficiente uso de la capacidad instalada. Ahorran, por tanto, potencia pero no energía.

Producción/consumo de energías renovables: aprovechamiento directo o indirecto de la energía solar fluyente. La energía solar térmica y fotovoltaica, la energía hidráulica (que es aprovechada principalmente para la generación de electricidad), la energía eólica (también para su aprovechamiento eléctrico) y la combustión de biomasa para la producción convencional de electricidad, constituyen los principales vectores energéticos que integran el conjunto de energías renovables. Sustituyen un porcentaje bajo de inversiones termoeléctricas convencionales debido a la gran aleatoriedad que presenta la coincidencia de su mayor o menor disponibilidad con las puntas de demanda, pero su uso sustituye de manera completa el consumo equivalente de combustibles hidrocarburos. Son, en consecuencia, imprescindibles para contener la emisión de GEI en el abastecimiento de la demanda de electricidad.

Es obvio que ahorro, eficiencia, gestión y energías renovables son cuestiones distintas cuyas diferencias es necesario tenerlas en consideración en las políticas que las tengan por objeto en relación con los objetivos Kyoto. Al respecto, algunas reflexiones sobre el comporta-

miento económico de los consumidores de energía.

EL COMPORTAMIENTO ECONÓMICO DE LOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA

El ahorro y la eficiencia liberan recursos (factores de producción) que inmediatamente se incardinan en el proceso productivo para producir otros bienes y servicios que consumen energía. El crecimiento económico sólo es posible (y además es inevitable) si aumenta la tasa de productividad (es decir, si aumenta el ahorro y la eficiencia) que está ligada al progreso tecnológico. Expresado el asunto de otro modo, el ahorro y la eficiencia impulsan el crecimiento económico y con él las necesidades energéticas que lo abastecen. La conclusión es elemental: los “negavattios” (megavattios-hora que no se consumen) sólo existen en el mundo microeconómico de los proyectos industriales y de los individuos. Pero desaparecen en el mundo de la macroeconomía y de la sociedad.

Si la eficiencia no genera excedentes no se produce inversión en eficiencia, y si nos referimos estrictamente al ahorro (supresión del gasto innecesario), el excedente, además de ser inmediato, se manifiesta en unidades de cuenta monetarias (es decir, en dinero) que seguirán circulando y alimentando procesos económicos expansivos.

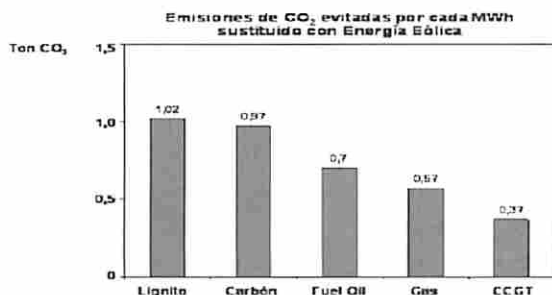
Como ejemplo, podría formularse una pregunta retórica: cuando los

gobiernos estimulan las políticas de aumento de la productividad del trabajo (eficiencia del factor trabajo) ¿qué es lo que pretenden? ¿Crear más paro o crear más empleo? La respuesta no podrá ser diferente para el factor energía.

La economía es una ciencia que ha formulado leyes que se cumplen en la sociedad y no forzosamente individuo por individuo. Por ejemplo, ha establecido relaciones entre la oferta y la demanda de bienes y servicios: si los precios bajan la demanda sube.... con independencia de que existan individuos cuyo comportamiento como consumidores sea indiferente al movimiento de los precios. Quiero decir con esto que los individuos, no pueden controlar las consecuencias socioeconómicas de su propia conducta. Por ejemplo, si un individuo toma la decisión de cambiar todas las bombillas de su casa por otras de menor potencia (porque al fin y al cabo el servicio que le prestan es muy parecido y sin embargo le satisface consumir menos energía) su consumo de electricidad bajará y con él su factura eléctrica. Supongamos que sus ingresos son 100 y su ahorro es 5. ¿Que hace este individuo con los recursos liberados que expresados en unidades de cuenta son 5? Puede hacer varias cosas: ir más al cine, donarlos a una ONG, trabajar menos y ganar sólo 95 (mantendría en cualquier caso su nivel de vida anterior) o dedicarlos a pagar más cómodamente los plazos de una bicicleta.

Sea cual fuere el ejemplo que se elija, lo que realmente habrá hecho será poner en circulación su nuevo excedente de 5 después de haber cambiado la potencia de sus bombillas. Es decir, sus 5 unidades de recursos las habrá entregado a alguien (o alguien se las habrá guardado para dárselas a otro) que no se comportará como el, y que las pondrá en circulación en el proceso productivo en el que se verifican, inexorablemente, las leyes de la economía (por ejemplo, se verifica que cuando bajan los precios aumenta el consumo —no forzosamente del mismo bien, pero en todo caso de otros: si baja el

EL DESARROLLO EÓLICO ES UNA DE LAS PRINCIPALES VÍAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES POR EL SECTOR ELÉCTRICO



precio del pan a lo mejor aumenta la demanda de ensaimadas—) Al final su comportamiento energéticamente austero es simplemente una singularidad que no sólo no se diluye en los procesos económicos globales, sino que los refuerza.

Ésta es la razón por la que los agentes económicos están volcados en aumentar la eficiencia de los factores de producción que utilizan: los empresarios ajustan las plantillas (buscan la eficiencia del factor trabajo); los agricultores abonan los campos (buscan la eficiencia del factor tierra); las industrias amortizan sus máquinas antes de que acaben su vida útil para instalar nuevas tecnologías (buscan la eficiencia del factor capital) y el individuo de nuestro ejemplo cambia las bombillas por otras de menor potencia (busca la eficiencia del factor energético). Todos estos comportamientos, también el de nuestro individuo, son el motor del crecimiento económico que consiste, precisamente, en aumentar las unidades de output sobre la base de unidades más eficientes. Si no hubiera un aumento de la eficiencia la producción tendería a estancarse, y si hay aumento la producción se incrementará, porque, como en nuestro ejemplo, todos los agentes que se hayan comportado con eficiencia habrán puesto en circulación los recursos que su eficiencia haya liberado.

Puede recurrirse a algún ejemplo de nuestra vida cotidiana para facilitar la comprensión intuitiva de lo que aquí quiero decir: inversiones en la eficiencia energética de los edificios permiten un menor gasto en energía, pero implican un mayor gasto en el edificio. Ese mayor gasto tiene también contenido energético, pero no es aquí donde se cierra el proceso productivo sino donde se inicia al poner en funcionamiento el multiplicador de la inversión. Cerrar el proceso en los gastos de aislamiento seguiría siendo una visión micro (de proyecto) del problema incompatible con la comprensión sistémica que exige la reflexión económica (o ecológica) sobre el equilibrio general.

Obviamente el contenido energético del gasto en aislamiento tiene que ser inferior a la ganancia en eficiencia energética del edificio, incluso tiene que ser mucho menor. De otra forma la inversión no sería recuperable simplemente porque el menor gasto en energía del edificio tiene que permitir recuperar, además de la energía consumida en las obras de aislamiento, el resto de los recursos que el aislamiento ha consumido (trabajo, capital etc.).

Pero si nos quedáramos simplemente aquí no estaríamos más que ignorando los mecanismos del crecimiento económico. Los recursos productivos no se reproducen se multiplican. Si las actividades económicas sólo sirvieran para reproducir los recursos generados no habría crecimiento; la riqueza de las naciones permanecería estable, estancada. Esta es una visión que ni siquiera llegaron a mantener los fisiócratas franceses en el S. XVIII.

El aumento de eficiencia energética en los edificios (siguiendo el ejemplo al que he recurrido) libera recursos que se transmiten a través del sistema económico mucho más allá de la concreta inversión en el aislamiento, sin límites ni temporales ni espaciales. Se transmite a través de los salarios de los operarios que aíslan las paredes; de los beneficios de la empresa de aislamientos; de los materiales suministrados por los proveedores; y a través de todo ello, de las nuevas rentas del trabajo y del capital generadas y...siguiendo con el proceso, a través de los bienes corrientes y de inversión que los perceptores de esas rentas consumen, etc., y de los propios beneficios que sigue aportando el menor gasto energético del edificio en cuestión, una vez recuperada la inversión en eficiencia. El proceso multiplicador se esparce por toda la economía de modo que su resultado impregna el PIB modificando su calidad (un PIB con un menor contenido energético unitario) y su cantidad (más unidades de PIB que tal vez sumen un contenido energético total superior a la situación anterior). Pero podría elegirse cualquier

otro ejemplo. Los recursos sobrantes generados por el ahorro y la eficiencia energética podrán gastarse en el cine o en una bicicleta, es lo mismo. Incluso podría buscarse un ejemplo de reinversión de los recursos en bienes inmateriales. El resultado será equivalente se ponga el ejemplo que se ponga. Los recursos liberados pueden ser gastados en las quinielas o hasta tirados por la ventana, que habrá alguien —como el sabio de Calderón de la Barca— que los recoja y que los ponga a producir. Es la condición humana. Es la pauta del comportamiento del *homo oeconomicus*.

El PIB (al margen los ciclos económicos) aumenta año tras año (sólo si la eficiencia de los factores aumenta) con un contenido energético unitario lentamente decreciente por el aumento de la eficiencia energética y por el cambio de las pautas sociales de comportamiento. Sólo transformaciones económicas estructurales (cambio en el peso relativo de los sectores productivos) pueden acelerar, más allá del proceso de las ganancias en eficiencia, el descenso escalonado del contenido energético del PIB de un país u otro. Y si no ¿por qué aumenta de manera sostenida el consumo de energía? ¿Es que acaso no aumenta la eficiencia energética de nuestra economía? ¿Por qué aumenta el empleo año tras año ¿es que no aumenta la productividad del trabajo? ¿Por qué aumenta el stock de capital en la economía ¿es que no aumenta la productividad del capital?

Precisamente porque aumenta la eficiencia de la energía, del trabajo y del capital aumenta el consumo de energía, el empleo y el stock de capital, exigencia irremediable del aumento de PIB. Y si mayor fuera aún el aumento de eficiencia de los factores, más aun crecería el PIB. Al fin y al cabo, sin ese aumento no se producirían los esfuerzos en eficiencia. Aunque individuo por individuo y empresa por empresa el gasto en factores disminuya, cada día hay más individuos y cada día hay más empresas (o sus equivalentes).

Este tema no es baladí. No se trata de una cuestión marginal al asunto

to central que aquí nos ocupa de las emisiones de gases de efecto invernadero. Si el ahorro y la eficiencia pudieran cumplir algún papel (en el estadio de desarrollo económico y de deterioro ambiental actual) las soluciones al problema que se plantea del cambio climático serían fáciles. Y no lo son. Si lo fueran ya estarían actuando y los países energéticamente más eficientes (Alemania, Francia; EE.UU etc.) tendrían emisiones per capita inferiores a los países energéticamente menos eficientes. Y no es así, es lo contrario. Sostener que la austeridad energética y la eficiencia se traducen en una disminución neta de emisiones contaminantes equivalente a la suma de ahorros y a la suma de los menores consumos energéticos unitarios pone de manifiesto como un error técnico podría conducir a retrasar la búsqueda de soluciones eficaces.

Por su parte, la gestión de la demanda ahorra potencia, no energía. Permite una mayor utilización de la potencia instalada pero no resuelve problemas de sostenibilidad. Se trata por tanto de una cuestión que interesa menos a los equilibrios medioambientales y más a la cobertura de la demanda energética y al aumento de la productividad del capital. Es decir, también al crecimiento.

LA TRANSACCIÓN ENTRE EL COSTE Y EL BENEFICIO DE CONTAMINAR

Los individuos y la sociedad tienen comportamientos sociales específicos. Específicos en su acepción científica. Es decir, comportamientos sociales pertenecientes a nuestra especie animal *homo sapiens* / *homo oeconomicus*, no modificables en su esencia. Y entre estos comportamientos el intercambio mercantil (con orígenes antropológicos en el cromañón cazador recolector, una de cuyas herramientas de supervivencia frente a la extinción fue el trueque) constituye una pauta de comportamiento social que permite —junto a muchas otras carac-

terísticas específicas del comportamiento de nuestra especie— predecir y comprender las reacciones y los comportamientos sociales ante diferentes acontecimientos. Esta es la razón de que se hayan desarrollado disciplinas como la antropología, la sociología y la economía, esta última con un fuerte bagaje metodológico basado en técnicas cuantitativas que le confieren el grado de ciencia (sin menoscabo de otras disciplinas sociales con más débiles bases metodológicas) que nos permiten comprender la realidad en cuyo entorno nos desenvolvemos y por tanto “gestionar” mejor nuestra existencia.

Hasta el momento presente de la historia de la humanidad todavía no han aparecido (en términos que podamos considerar relevantes y no episódicos) pautas de comportamiento social sostenibles ni reacciones solidarias de suficiente entidad capaces de descargar el futuro de incertidumbre. Está claro que la senda que seguimos apunta por el momento hacia la catástrofe medioambiental.

El motor de la contaminación se asienta en los beneficios inmediatos que suministran las actividades contaminantes a los individuos y a la sociedad. Y sólo cuando la **percepción** de los perjuicios de la contaminación llegue a igualar o a superar los beneficios que suministran las actividades contaminantes (porque los niveles de contaminación empiecen a ser poco soportables), empezarán a aparecer comportamientos y reacciones sociales que incorporarán variables de sostenibilidad a los comportamientos sociales y a los modelos de desarrollo. Se trata de una pauta de comportamiento de nuestra especie (de naturaleza darvinista). Una pauta que en el *homo sapiens* presenta una componente económica, de naturaleza mercantil, que le transfigura en *homo oeconomicus*. De otro modo la especie se hubiera extinguido como se extinguieron otras variantes de homínidos. Una pauta que conduce a **transar** (trueque, en definitiva) entre el beneficio de contaminar y su

coste. Por tanto, nuestra especie llegará a cambiar (ahora sí) el coste de contaminar por el beneficio de no contaminar. Se tratará de un equilibrio inestable, que merodeará cerca de la catástrofe, en el marco de un acusado deterioro medioambiental.

LA EDUCACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y LA PERCEPCIÓN DEL DETERIORO

Esta aproximación al problema no es, sin embargo, mecanicista. El control de los desequilibrios medioambientales no está fuera del alcance de los instrumentos que tiene a su disposición la acción política, como expresión de la voluntad social. Aquí, la cuestión clave es la **capacidad de percepción** del problema que pueda desarrollar la sociedad. Una capacidad que es una variable dependiente de la **educación medioambiental**. Así es que, de las reflexiones hechas, no se debiera colegir que la *catástrofe* sea un destino predeterminado sino, por el contrario, una posibilidad que puede ser sorteada.

El beneficio y el coste de contaminar, o expresado el asunto en términos más positivos: el coste de contaminar y el beneficio de no contaminar son **percibidos** de modo desigual en función de la conciencia de los individuos y de la sociedad. Un nivel elevado de conciencia social sobre la fragilidad del medio, basado en la transmisión del conocimiento científico a la generalidad de los individuos, permitiría que los equilibrios darvinistas, a los que antes me he referido, se alcancen más rápidamente en el tiempo permitiendo un desarrollo objetivamente más alejado de la catástrofe medioambiental. Y esta conciencia depende de la educación, que suministrará una mayor apreciación social del coste y una depreciación del beneficio de la contaminación impulsando, en consecuencia, las transacciones entre costes y beneficios en niveles inferiores de deterioro más alejados de la catástrofe.

La educación medioambiental que se constituiría así, en una condición necesaria para que el ahorro energético y la eficiencia nos puedan suministrar tasas adicionales de crecimiento económico y de bienestar dando contenido, ahora sí, al concepto de desarrollo sostenible.

La educación medioambiental, no obstante el escepticismo que este concepto proyecta sobre las políticas que ansían resultados en el corto plazo, debiera constituirse en el **primer pilar** en el que apoyar la sostenibilidad del desarrollo. A su disposición debería tener herramientas tales como los precios (las políticas energéticas basadas en precios bajos son un disparate medioambiental) y las políticas normativas. Por su parte, la identificación y estímulo de las fuentes de energía inagotables e inocuas para el medio ambiente (entre ellas las energías renovables), debieran constituirse en el **segundo pilar** de la sostenibilidad. Finalmente, la eficiencia energética, al ahorro energético y la gestión de la demanda energética quedaran relegadas, y no es poco, a ser el **tercer pilar** del equilibrio. Efectivamente, su aportación a un mayor desarrollo económico y social podrá ser muy apreciable si llegara a lograrse (y sólo si así fuera) la contención de la producción/consumo de energías contaminantes como resultado de la influencia de una mayor sensibilidad medioambiental y del desarrollo de las energías no contaminantes.

UNA PROPUESTA PARA CONCLUIR

Ahorro, eficiencia, gestión de la demanda y energías renovables no

constituyen, pues, vectores sumables a la hora de plantearnos el abastecimiento energético sostenible del desarrollo económico. Pero no se debiera interpretar que las reflexiones hechas apuntan a una minusvaloración del ahorro y la eficiencia energética porque sin duda, como acabo de subrayar, deben ser una prioridad de la política energética. Las reflexiones hechas quieren señalar solamente cuál es su ubicación real en el periplo que la humanidad recorrerá hacia la sostenibilidad. Es decir, su relación directa con la productividad y el crecimiento económico y su relación sólo indirecta y subsidiaria con los objetivos de Kyoto.

Los sectores difusos necesitarían, si las reflexiones hechas no estuvieran muy desencaminadas, antes que *políticas difusas*, políticas concretas y precisas como las aplicadas en los sectores contemplados en la directiva europea. Ésta sería una última reflexión a modo de conclusión. ¿Pero dónde encontrar un espacio preciso y concreto para ubicar las responsabilidades? El *Plan de Acción*, antes mencionado, apunta hacia las administraciones públicas. En esa dirección, una asignación de derechos a las diferentes administraciones: central, autonómicas y municipales, tal y como ha sido hecho para las empresas listadas en el PNA, imputaría las responsabilidades de los indeterminados y dispersos sujetos contaminantes (al fin y al cabo, los ciudadanos) a estas administraciones que son o bien responsables directos de una parte de la contaminación difusa (téngase presente, por ejemplo, la iluminación exterior que derrocha inútilmente intensidad lumínica contaminando mas allá de lo necesario *la noche oscura* y arras-

trando inútiles emisiones de GEI) o representantes (los más cercanos) de los ciudadanos en general, responsables del resto de la contaminación: el transporte, la climatización de los hogares, etc. con quienes, entre muchas otras formas de relación, las administraciones públicas se relacionan a través de impuestos, tales como los de **circulación** o los que giran sobre el **valor de los bienes inmuebles**, y respecto de cuyos objetos tributarios existen eficaces (y poco utilizados) instrumentos para mitigar los efectos contaminantes asociados: los **biocombustibles** y la **producción distribuida de energía de origen renovable** (colectores solares térmicos, fotovoltaica, pequeños molinos de viento, etc.), por mencionar sólo los ejemplos que están más a mano y que podrían ser implantados a través de ordenanzas municipales o normas autonómicas.

De esta manera las administraciones públicas, listadas en un específico PNA, teniendo a su disposición instrumentos adecuados (que con toda seguridad podrán ser identificados), quedarían corresponsabilizadas con los objetivos Kyoto nacionales e incorporadas a la participación y gestión de los mecanismos de flexibilidad: el comercio de emisiones y los MDL y, desde luego, de los *sumideros de CO₂* (reforestaciones, por ejemplo) cuestión esta última, por no volar muy lejos con la imaginación, también especialmente idónea para las administraciones locales.

Jorge Fabra Utray

*Economista y Doctor en Derecho
Instituto Pascual Madoz de Urbanismo
y Medio Ambiente
Universidad Carlos III de Madrid*

Ecología: ¿encrucijada de todas las Ciencias?

¿QUÉ ES ECOLOGÍA?

El término *Oecologie* procede de la palabra *oikos* que significa casa

habiendo sido utilizado por primera vez por el zoólogo alemán E. Haeckel en 1869, refiriéndose a las interrelaciones de los organismos con su medio, quién manifestó: "Entendemos por Ecología, el conjunto de conocimientos referentes a la economía de la naturaleza, la investigación

de todas las relaciones del animal tanto en su medio inorgánico como orgánico, incluyendo sobre todo su relación amistosa u hostil con aquellos animales y plantas con los que se relaciona directa o indirectamente".

Así, en un principio, el centro de su interés fue el organismo o el gru-