



Edición patrocinada por:



© Por la edición 2008, en cada capítulo, sus autores:

José Claudio Aranzadi Martínez  
Fernando Becker Zuazua  
Blas Calzada Terrados  
José Carlos Díez Gangas  
Juan Manuel Eguiagaray Ucelay  
Juan Emilio Iranzo Martín  
Manuel López Cachero  
José María Marín Quemada  
Aurelia Mañé Estrada  
Pedro Antonio Merino García  
Rafael Miranda  
Emilio Ontiveros Baeza  
José Vicens Otero

© Por la edición febrero 2008 y sucesivas, CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA

Diseño y diagramación: CYAN, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A.

Producción gráfica e impresión: CYAN, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A.

Depósito Legal: M-7.625-2008

ISBN: 978-84-612-1947-6

El Club Español de la Energía no asume responsabilidad alguna sobre las posibles consecuencias que se deriven para las personas naturales o jurídicas que actúen o dejen de actuar de determinada forma como resultado de la información contenida en esta publicación, siendo recomendable la obtención de ayuda profesional específica sobre sus contenidos antes de realizar u omitir cualquier actuación.

El Club Español de la Energía, respetuoso con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan, pero no se identifica con las ideas y opiniones que en ellos se exponen y, consecuentemente, no asume responsabilidad alguna en este sentido.

Quedan reservados todos los derechos. No está permitida la explotación de ningunas de las obras que integran la "Biblioteca de la Energía" sin la preceptiva autorización de sus titulares; en particular no está permitida la reproducción, distribución, comunicación pública o transformación, en todo o en parte, en cualquier tipo de soporte o empleando cualquier medio o modalidad de comunicación o explotación, sin el permiso previo y por escrito de sus titulares.

El Club Español de la Energía, en su afán por ofrecer la mayor calidad y excelencia en sus publicaciones, muestra una total disposición a recibir las sugerencias que los lectores puedan hacer llegar por correo electrónico: [publicaciones@enerclub.es](mailto:publicaciones@enerclub.es)

Edita y distribuye:

Club Español de la Energía  
Instituto Español de la Energía  
Pº de la Castellana, 257 - 8ª Planta  
28046 Madrid  
Tel.: 91 323 72 21  
Fax: 91 323 03 89

[www.enerclub.es](http://www.enerclub.es)

[publicaciones@enerclub.es](mailto:publicaciones@enerclub.es)

# ENERGÍA. Una visión económica

José Claudio Aranzadi Martínez  
Blas Calzada Terrados  
José Carlos Díez Gangas  
Juan Manuel Eguiagaray Ucelay  
Juan Emilio Iranzo Martín  
Manuel López Cachero  
José María Marín Quemada  
Aurelia Mañé Estrada  
Pedro Antonio Merino García  
Emilio Ontiveros Baeza  
José Vicens Otero





# Índice

Presentación: Pensar en la economía de la energía .....	11
Rafael Miranda	
<i>Presidente del Club Español de la Energía</i>	
<i>Presidente de EURELECTRIC</i>	
Prólogo: La energía, un reto para la economía .....	15
Fernando Becker Zuazua	
<i>Catedrático de Economía Aplicada</i>	
<i>Universidad Rey Juan Carlos</i>	
<i>Vicepresidente Club Español de la Energía</i>	
Introducción: La dependencia de la energía.....	23
Manuel López Cachero	
<i>Catedrático</i>	
<i>Presidente de AENOR</i>	
Capítulo 1. La energía: un problema global y permanente .....	41
José Carlos Díez Gangas	
<i>Economista Jefe InterMoney</i>	
<i>Profesor de Fundamentos del Análisis Económico</i>	
<i>Universidad de Alcalá</i>	
Capítulo 2. La vulnerabilidad energética.....	67
Juan Emilio Iranzo Martín	
<i>Catedrático de Economía Aplicada</i>	
<i>Director General</i>	
<i>Instituto de Estudios Económicos</i>	

Manuel Colinas González  
*Responsable del Área de Finanzas Corporativas*  
*Instituto de Estudios Económicos*

Capítulo 3. España en el contexto geo-energético mundial ..... 103

Aurelia Mañé Estrada  
*Profesora Titular de Política Económica*  
*Universidad de Barcelona*

Capítulo 4. Seguridad energética en la Unión Europea.  
Implicaciones para España..... 133

José María Marín Quemada  
*Catedrático de Política Económica-Economía Aplicada*  
*Director del Grupo de Investigación en Economía Política*  
*Internacional y Energía*  
*UNED*

Gonzalo Escribano Francés  
*Profesor Titular Economía Aplicada*  
*UNED*  
*Investigador del Grupo de Investigación en Economía Política*  
*Internacional y Energía*  
*UNED*

Capítulo 5. La construcción de mercados eléctricos  
en la Unión Europea ..... 165

José Claudio Aranzadi Martínez  
*Presidente de BravoSolution España*  
*Fue Ministro de Industria y Energía y de Industria, Comercio y Turismo*

Capítulo 6. Macroeconomía y petróleo: los efectos  
macroeconómicos y los cambios históricos en la  
composición de la demanda de hidrocarburos  
en España ..... 199

Pedro Antonio Merino García  
*Director de Estudios y Análisis del Entorno*  
*Repsol YPF*

Capítulo 7. La demanda de energía en España.....	265
Emilio Ontiveros Baeza	
<i>Presidente de Analistas Financieros Internacionales</i>	
<i>Catedrático de Economía de la Empresa</i>	
<i>Universidad Autónoma de Madrid</i>	
Arturo Rojas Parada	
<i>Socio de Analistas Financieros Internacionales</i>	
Carlos Maravall Rodríguez	
<i>Analista de Analistas Financieros Internacionales</i>	
Capítulo 8. La demanda de electricidad en España: importancia del sector residencial y estrategias de gestión activa .....	299
José Vicens Otero	
<i>Catedrático de Economía Aplicada</i>	
<i>Universidad Autónoma de Madrid</i>	
Capítulo 9. Energía, mercados financieros y las finanzas de la energía. Realidad de la energía en la Bolsa española y los mercados internacionales .....	329
Blas Calzada Terrados	
<i>Fue Presidente de la Comisión Nacional del Mercado de Valores</i>	
<i>Director de Estudios de la Bolsa de Madrid</i>	
Capítulo 10. Reflexiones sobre la incertidumbre energética....	357
Juan Manuel Eguiagaray Ucelay	
<i>Economista</i>	
<i>Fue Ministro de Industria y Energía</i>	



## PRESENTACIÓN

# Pensar en la economía de la energía

Rafael Miranda

*Presidente del Club Español de la Energía*  
*Presidente de EURELECTRIC*

La energía se ha convertido, en el siglo XXI, en un vector transversal, que condiciona día a día todas las manifestaciones socioeconómicas de nuestra sociedad. Pero, al mismo tiempo, es, hoy, probablemente, el tema de debate más relevante en todos los foros económicos y políticos, ya por cuestiones relacionadas con su precio, con la seguridad de los abastecimientos y con su incidencia ambiental.

Es la energía, sin embargo, nuevo objeto de estudio y análisis en foros que, hasta ahora, no prestaban la misma atención rigurosa que hoy le conceden. Su impacto en las relaciones internacionales, base en muchos casos de las grandes estrategias políticas y diplomáticas, la incidencia directa en la percepción económica de la vida cotidiana y el impacto en la conservación del medio ambiente, da lugar a un incremento de su presencia en organizaciones internacionales, y, sobre todo, en principales centros de estudio y análisis, en los grandes debates y en los medios de comunicación.

Como resumía muy bien el Consejo Mundial de la Energía, en su reciente Congreso Mundial celebrado en Roma, el mundo tiene tres objetivos para la sostenibilidad en su prospectiva hacia 2050:

- Accesibilidad a una energía moderna y económica.
- Disponibilidad en términos de continuidad, calidad y fiabilidad del suministro.
- Aceptabilidad, desde el punto de vista social y medioambiental.

Estos tres objetivos son los retos clásicos del sector energético, pero que en los últimos años están de especial actualidad por dos fenómenos sociales: el crecimiento de las economías emergentes, liderado por China e India, y la creciente preocupación mundial por los aspectos medioambientales, y muy particularmente, por el cambio climático.

En materia de disponibilidad de recursos, la situación actual no es peligrosa: no existe un problema de falta de recursos energéticos a nivel mundial. Sin embargo, sí existe cierto desequilibrio en los mercados energéticos, derivado del impresionante crecimiento de determinadas zonas económicas, como las ya citadas de China e India. Ambos países están entre los que experimentan un mayor incremento de sus necesidades energéticas, y van a ser los principales consumidores de energía primaria en los próximos años. Dadas las características actuales y futuras de su *mix* energético, serán también el primer y tercer emisor de CO<sub>2</sub> a medio plazo.

Las economías más avanzadas no pueden poner cortapisas al desarrollo de estos países. El reto para todos los países es poner en movimiento una transición hacia un sistema energético más seguro y menos intensivo en carbono, sin condicionar el desarrollo económico y social. Es necesaria una acción conjunta, inmediata y vigorosa por parte de todos los gobiernos para llevar al mundo hacia una senda energética más sostenible.

Conceptos como respuestas conjuntas a escenarios de crisis, diseño y confianza en mecanismos de mercado, regulación objetiva, incentivos a la investigación en nuevas tecnologías energéticas, apuesta por todas las fuentes de energía primaria, desarrollo de las energías renovables, impulso a la eficiencia energética, etc., son las variables con las que cuentan los actores involucrados para hacer frente al escenario energético del futuro. Estas medidas no son exclusivas: muchas de las políticas disponibles para aliviar la inseguridad energética y asegurar la competitividad de la factura energética pueden ayudar también a mitigar la contaminación local y el cambio climático, y viceversa.

Es decir, nos encontramos ante escenarios que, sin ser inciertos en las capacidades de recursos —incluso, en avances tecnológicos de desarrollo apremiante en los próximos años, desde las energías renovables a la nuclear o las “nuevas” energías—, sí presentan la exigencia de un estudio profundo y de una reflexión que me atrevo a plantear como uno de los grandes retos de la comunidad internacional en los próximos años.

Fiel a su vocación y a su ya larga trayectoria, próxima al cuarto de siglo, el Club Español de la Energía propone a la sociedad española una iniciativa nueva y de espíritu constructivo: promover el estudio y el trabajo de prospectiva sobre las grandes materias que hoy constituyen el entorno presente y futuro de la energía.

Enerclub propone a la sociedad española —a la sociedad internacional— un proyecto de estudio en profundidad de los aspectos sociales, económicos, tecnológicos, ambientales y de estabilidad sociopolítica, que hagan definir el futuro energético con clarividencia, eficiencia y conocimiento.

El libro que tienen en sus manos *–Energía. Una visión económica–* desea presentar, por primera vez, una focalización poliédrica de la energía en un contexto de la economía nacional e internacional.

Relevantes catedráticos y profesores universitarios —y del Área de Formación del Club Español de la Energía, en muchos casos— plantean cuestiones relevantes para el futuro económico, a través de un exhaustivo estudio del pasado y de la actualidad en el territorio de la que se podría llamar, en lenguaje más mediático que académico, la economía de la energía.

El Club Español de la Energía ha querido recopilar la opinión sobre estas cuestiones de relevantes analistas españoles de la actualidad energética mundial. El resultado es este libro, en el que se hace un exhaustivo estudio de esta actualidad y se analizan sus consecuencias en la problemática energética española.

Como bien afirma José Carlos Díez en su estudio para esta publicación, *“el problema energético es permanente e intrínseco a la historia de la evolución humana. El hombre siempre se ha enfrentado a este problema y siempre ha sido capaz de resolverlo, por lo que hay que desconfiar de las profecías apocalípticas...”*.

La Agencia Internacional de la Energía, en su último *World Energy Outlook*, considera que el principal recurso escaso no son ni los recursos naturales ni el dinero, sino el tiempo. Al ser los activos energéticos instalaciones de vidas útiles muy altas, las decisiones que se tomen ahora afectarán al futuro energético de los próximos veinte o treinta años, lo que remarca la necesidad de actuaciones urgentes. Para ello, la Agencia aboga por la cooperación inmediata. Esta acción contemplará, seguramente, una combinación de las variables analizadas en este documento.

En nombre del Club Español de la Energía, quiero agradecer a todos los colaboradores —José Claudio Aranzadi Martínez, Blas Calzada Terrados, Manuel Colinas González, José Carlos Díaz Gangas, Juan Manuel Eguiagaray Ucelay, Gonzalo Escribano Francés, Juan Emilio Iranzo Martín, Carlos Maravall, Aurelia Mañé Estrada, José María Marín Quemada, Antonio Merino García, Emilio Ontiveros Baeza, Arturo Rojas Parada y José Vicens Otero— que, con su brillante conocimiento y esfuerzo, han participado en esta iniciativa, y que con la coordinación del profesor Manuel López Cachero, junto al equipo de Enerclub, han llevado a buen puerto y hecho posible que hoy tengan en sus manos, a tiempo de aportar también su reflexión personal, una obra —una excelente visión económica— que nos permita, tal vez, comprender mejor los caminos que hagan de la energía —de todas las energías— una solución eficaz para el futuro de la Humanidad. Aunque, para ello, pensemos en la economía de la energía.



## PRÓLOGO

# La energía, un reto para la economía

Fernando Becker Zuazua

*Catedrático Economía Aplicada  
Universidad Rey Juan Carlos  
Vicepresidente del Club Español de la Energía*

La cuestión energética se ha vuelto a situar en los primeros puestos de los desafíos a los que la economía ha de hacer frente en las próximas décadas. Esta no es una situación nueva, ya que la gestión de la energía ha estado ligada al devenir de la calidad de vida del ser humano y con seguridad lo seguirá estando en el futuro. Sin embargo, a lo largo de los tiempos se producen momentos cruciales o de cambio, verdaderos puntos de inflexión, y todo hace pensar que en la actualidad nos podemos encontrar en uno de ellos.

Desde el origen de la revolución industrial, en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino Unido, la energía ha resultado un ingrediente indispensable para el desarrollo económico y el bienestar social. La transición de una economía agrícola a una industrial fue acompañada y propiciada por los cambios tecnológicos que permitieron explotar el uso de nuevas fuentes energéticas y dieron al hombre la oportunidad de utilizar cantidades de energía desconocidas hasta entonces.

A partir de entonces la evolución de los principales agregados a escala mundial revela una elevada correlación; así entre los años 1820 y 2006, el producto interior bruto mundial se ha multiplicado aproximadamente por 60 y el consumo de energía primaria por más de 50.

No obstante, la relación entre crecimiento económico y consumo de energía ha experimentado un cambio sustancial desde la crisis energética de los años setenta del pasado siglo. Con ella se puso de manifiesto el elevado riesgo de una dependencia excesiva de un único *input* energético, el petróleo, así como también de las repercusiones que se producen cuando se utiliza con fines políticos. A partir de entonces, la evolución del consumo de energía y del PIB han experimentado un progresivo desacoplamiento. Este hecho se refleja en la ratio de intensidad energética que mide la cantidad de energía primaria por unidad de producto, y que ha comenzado a reducirse a escala mundial. Por el momento el fenómeno de

desacoplamiento se ha producido sólo en las economías más desarrolladas. En gran medida, ello es consecuencia de la mejora en la eficiencia del proceso de transformación de las materias primas en energía útil. Es decir, la reducción de la intensidad energética primaria no ha sido acompañada por una disminución de la intensidad energética final, especialmente en el caso de algunas de ellas como la electricidad.

Queda por tanto, un importante camino por recorrer. El debate sobre la cuestión de los aprovisionamientos se ha intensificado y la utilización masiva de combustibles fósiles suscita grandes controversias sobre su sostenibilidad a largo plazo. La realidad muestra que los combustibles fósiles suponen el 80% de la energía primaria demandada en el mundo, porcentaje inferior al mostrado en 1973 cuando representaban el 86%. Durante este periodo hemos asistido a un cambio en el uso del petróleo hacia el gas natural. Así comprobamos que si en el año 1973 el petróleo proporcionaba el 45% del total de energía primaria, en la actualidad disminuye hasta el 34%. Por el contrario, el gas natural ha aumentado su participación desde el 16% al 21%. Por su parte el carbón permanece en los mismos niveles con una cuota del 25% del total de energía consumida.

Tres décadas después de las crisis de los años 1970 el *mix* mundial de producción energética, si bien es más equilibrado, sigue descansado sobre los combustibles fósiles, sobre los que se cierne la incertidumbre del agotamiento y del negativo impacto medioambiental.

La humanidad se plantea en la actualidad un proceso de transición en su modelo de crecimiento y en la gestión de sus necesidades energéticas. Se busca un modelo de desarrollo económico y social menos intensivo en energía y más basado en el conocimiento. No obstante, la energía seguirá siendo un *input* básico e indispensable para el desarrollo de las sociedades por lo que todas ellas plantean modernizar su sector energético bajo las siguientes hipótesis: una menor dependencia de fuentes no renovables, reducir el grado de condicionamiento de la geopolítica y un mayor respeto hacia el medio ambiente.

Por tanto, el análisis de la realidad energética actual y de su planteamiento de futuro se complica por la variedad y el número de factores que inciden en ésta y que se entrecruzan entre sí. Caben mencionar entre ellos, por citar los más relevantes, los factores de índole tecnológico de seguridad de suministro, medioambientales, de regulación de los mercados y de geopolítica internacional. En lo que se refiere al desafío tecnológico, la conversión de los recursos naturales en energía aprovechable por el hombre pasa por el desarrollo y la aplicación de nuevas tecnologías, lo que a su vez necesita del avance científico.

Además, la gestión eficiente de los bienes y servicios energéticos requiere de la existencia de mercados eficientes que garanticen la mejor asignación posible de los recursos. A este respecto, se ha de tener en cuenta que los recursos naturales que constituyen las fuentes de energía, están muy heterogéneamente repartidos en el planeta y muy concentrados en determinados territorios, por lo que las relaciones internacionales entre países productores, consumidores y de tránsito de las infraestructuras, juegan también un papel trascendental.

Por otra parte, la singularidad intrínseca de los diversos servicios energéticos añade aún más complejidad a la construcción de mercados eficientes en este sector. Su elevada importancia para el desarrollo económico y social hace que alcance un valor estratégico para los poderes públicos, los cuales participan según el modelo energético de cada país, tanto como empresario, como regulador.

A su vez, el sector energético está compuesto por varias actividades en cada uno de sus subsectores. En algunas de ellas, básicamente aquellas que siguen una estructura de red, se obtiene una mayor eficiencia cuando son ejercidas en régimen de monopolio. Constituyen lo que se denomina un monopolio natural y siguen por tanto las normas definidas en su regulación. Sin embargo, otras actividades pueden ser desempeñadas bajo una total competencia, por lo que deben estar regidas por las normas del mercado. Una gestión eficiente de todo el entramado energético requiere que el funcionamiento de cada actividad opere bajo la normativa más adecuada, y que ésta sea de calidad, pues en caso contrario, las señales entre la oferta y la demanda no serán las óptimas.

Por último, no es menos importante, el factor medioambiental. Al amparo del concepto de desarrollo sostenible, el cuidado del medio ambiente ha pasado al primer plano del modelo de desarrollo. Este enfoque aporta una serie de novedades frente a la tradicional perspectiva de desarrollo económico. Éstas son: interiorizar el largo plazo en la actuación de los agentes económicos y sociales, incorporar la garantía de la calidad ambiental como un objetivo intrínseco al desarrollo y adoptar los retos medioambientales desde una perspectiva internacional unificada, en lugar de las actuaciones unilaterales de cada país.

El nuevo modelo de desarrollo basado en la internalización del concepto de desarrollo sostenible, ha incidido fuertemente sobre la energía dado que se trata de un sector donde la influencia con el entorno ambiental es visible y directa. Las bases físicas o naturales dotan de recursos primarios al sistema transformador de energía y recibe los efectos de los residuos y las emisiones derivadas dichas actividades.

Por tanto, la gestión de los recursos naturales de los que obtenemos la energía, así como el impacto de los residuos y de las emisiones generadas en el proceso de transformación, influirán de manera determinante en el futuro desarrollo del sector energético.

Pero la complejidad del sistema energético no sólo se deriva de la diversidad de factores que lo condicionan, sino también y fundamentalmente de las profundas interacciones entre los mismos. Es conocido que el avance tecnológico puede dar lugar a innovaciones o descubrimientos que modifiquen sustancialmente los actuales mercados energéticos. Por ejemplo, el desarrollo de una nueva generación de combustibles limpios, o el mejor aprovechamiento de las fuentes renovables de la energía, llevarían consigo una importante transformación de las relaciones económicas internacionales y de los impactos del sector energético sobre el medio ambiente.

Asimismo, el marco económico de la actividad energética influye de manera determinante en la asignación de recursos. Un mercado con una regulación estable, en la que se incluyan potentes incentivos a la investigación, la innovación científica y el desarrollo tecnológico contribuye significativamente a acelerar el cambio tecnológico, ya que los agentes económicos apostarán por la inversión en dichas actividades. Paralelamente, por el lado de la demanda, las alteraciones en las condiciones de precios o en la regulación económica, hacen que los usuarios finales rectifiquen sus señales de demanda. Resulta evidente que las modificaciones en el comportamiento del consumo energético de hogares y empresas ejerce importantes efectos sobre el medio ambiente, el sistema económico y el desarrollo tecnológico.

Igualmente, ocurre con el factor medioambiental. Dado que la energía se obtiene de los recursos naturales, no se puede obviar que algunos de ellos, precisamente los más utilizados, son de origen fósil, y por tanto limitados en la naturaleza. Este hecho ha condicionado el desarrollo del modelo energético, tanto a nivel global como para cada economía en particular.

Por otro parte, las actividades de transformación de las fuentes de energía primarias en energía útil producen externalidades negativas en el medio ambiente. La aplicación y puesta en marcha de mecanismos que limiten dichas externalidades en la regulación nacional e internacional de los sistemas energéticos puede influir profundamente en las relaciones económicas internacionales y en el desarrollo tecnológico del sector. No cabe duda de que la total internalización de los costes medioambientales puede modificar de raíz las señales de demanda de energía por parte de los consumidores finales, así como la composición del parque generador de energía del sistema de producción.

Éstas son sólo y en términos generales algunas de las múltiples relaciones que se producen entre los diversos factores que confluyen en el reto energético. El análisis de las mismas se ha convertido en un tema crucial para las sociedades avanzadas, si bien aún queda mucho por investigar en relación a estos fenómenos.

Por este motivo el Club Español de la Energía ha convocado a un grupo de especialistas de reconocido prestigio a participar en la elaboración de este trabajo, cuyo objetivo principal es contribuir al mejor conocimiento y análisis de los principales rasgos que entraña el reto energético desde una perspectiva económica. Los trabajos se refieren a aspectos tales como la seguridad del suministro, la regulación de los mercados y la geopolítica de la energía. Todos ellos del máximo interés y actualidad.

El profesor José Carlos Díez analiza la energía como un reto global y permanente en la historia de la economía. Analiza la actual coyuntura internacional de los mercados energéticos y la compara con etapas anteriores en las que se produjo un elevado crecimiento del precio de los recursos energéticos. Aboga por mecanismos de economía de mercado para afrontar la escasez de recursos energéticos y destaca la necesidad de mejorar la regulación y avanzar hacia la liberalización de los precios con el fin de incentivar la innovación tecnológica y conseguir una mayor eficiencia energética. En definitiva, se contempla la cuestión energética como un desafío global que necesita políticas y soluciones también globales.

Aurelia Mañé afronta el tema de la geopolítica de la energía y analiza la situación de España en el contexto geo-energético mundial. Para explicar las relaciones energéticas replantea el tradicional análisis geopolítico basado en el enfoque convencional, donde sólo se consideraban dos actores, países productores y países consumidores. Amplía el número de actores relevantes que hay que considerar para poder entender adecuadamente las relaciones energéticas internacionales, así como la *"governance structure"*, resultado de las relaciones de poder entre los grupos económicos. Se completa el estudio con el análisis del caso de las relaciones energéticas hispano-norteafricanas, en las que desde el punto de vista tradicional, España es un país dependiente de los hidrocarburos del norte de África, aunque forma parte del espacio energético pan-europeo en el que caben diversas alianzas que se enumeran y califican en el estudio.

Los profesores José María Marín y Gonzalo Escribano analizan diversos aspectos e implicaciones de la seguridad de abastecimiento en España y en la Unión Europea. Nuestro país está entre los que asumen mayor nivel de riesgo de falta de suministro en términos relativos en la UE. Por tanto, es de vital importancia aumentar la interconexión de las redes energéticas y la mejora

de la eficiencia. Aunque el énfasis de las políticas de seguridad de suministro tradicionalmente se han centrado en garantizar el abastecimiento procedente del exterior, la experiencia muestra que los cortes de suministro se producen en un gran número de ocasiones por fallos técnicos y regulatorios en los mercados de los países consumidores.

La dependencia energética de la Unión Europea y más concretamente la de España es analizada por el artículo de Juan Irazo y Manuel Colinas. En él, describen detalladamente las características fundamentales de la energía primaria consumida y el origen de las importaciones. También se ocupan del problema de las reservas energéticas de España y su gestión, a través de un pormenorizado análisis de los stocks estratégicos y del sistema logístico de las principales fuentes de energía. Las consecuencias del Protocolo de Kioto, el desarrollo de la energía renovable, el futuro de la energía nuclear y el análisis de la estrategia de ahorro energético vienen a completar el estudio.

La liberalización del sector eléctrico es abordada por Claudio Aranzadi. En su artículo plantea que para conseguir un suministro eléctrico de calidad y fiabilidad suficientes al mínimo precio, se requiere el desarrollo de mercados competitivos en las actividades de generación y comercialización y el diseño de mecanismos de regulación por incentivos para las actividades de transporte y distribución. Un modelo con estas bases conduciría a una asignación más eficiente de recursos.

El autor llega a la conclusión de que, aunque las trascendentales singularidades asociadas al mercado eléctrico justifican el desarrollo del entramado regulatorio, la creciente complejidad de la regulación de los mercados eléctricos ejerce efectos perniciosos. Ésta aumenta la probabilidad de errores de diseño, incrementa el riesgo regulatorio y propicia elevados costes de transacción.

El papel cada vez más relevante del sector residencial en la demanda de electricidad en España es analizado por el profesor José Vicens. Los resultados de un modelo econométrico le permiten concluir que el fuerte crecimiento de la demanda de energía eléctrica de la última década se origina principalmente en el sector residencial. El aumento de población, el mayor número de hogares por habitante y el progreso en el equipamiento de los hogares explican esta evolución. Además, augura un crecimiento sostenido de la demanda de electricidad en España en los próximos años en base al proceso de convergencia en el consumo de electricidad residencial, considerada habitualmente como una medida de confort. El elevado crecimiento del consumo de electricidad requiere adoptar medidas que permitan al mercado ejercer como transmisor del precio

real de la electricidad para evitar situaciones como la actual en la que el consumidor no se percata de los verdaderos costes

Importante contribución la de Antonio Merino, que realiza un exhaustivo análisis de la influencia del mercado de los hidrocarburos en la economía española. Su trabajo se estructura en dos partes. En la primera, se estudian las repercusiones sobre las principales variables macroeconómicas de las alteraciones en los precios de los hidrocarburos, prestando una atención especial al caso de España y a la evolución histórica de estas relaciones. Para tal fin, el autor expone los mecanismos de transmisión de precios en la economía y pone de manifiesto los cambios que se han producido en los mismos. Se comparan los efectos de la subida de los precios del petróleo de los años setenta con la reciente escalada de la cotización del crudo en los mercados mundiales. Gracias a la mayor flexibilidad de los salarios reales, la mayor credibilidad de la política monetaria, al descenso del peso del crudo en el consumo de energía primaria y final, y a los favorables efectos de la globalización sobre la inflación, las recientes subidas del crudo han tenido un menor impacto sobre la inflación, los márgenes empresariales, el crecimiento y el empleo. En la segunda parte, el autor afronta el análisis de la evolución de la demanda energética en España dentro del contexto mundial, centrándose principalmente en el caso del petróleo y del gas natural. El crecimiento de la demanda energética primaria y final en España ha sido mucho mayor que el de las economías desarrolladas de su entorno. La economía española sigue creciendo en su intensidad energética, mientras que los países más desarrollados ya han pasado a una fase de “desacoplamiento” en la que el crecimiento del PIB es recurrentemente mayor que el del consumo de energía.

En definitiva, con la publicación de este trabajo, el Club Español de la Energía quiere colaborar al mejor conocimiento de las implicaciones de la energía en la economía por su gran impacto social. A la vez puede constituir un valioso compendio de reflexión en la toma de decisiones para empresas e instituciones.

Por último, deseo expresar mi más sincero agradecimiento en nombre del Club Español de la Energía a todos aquellos que han participado en su elaboración, especialmente a los autores. Gracias a todos ellos por su colaboración.



## INTRODUCCIÓN

# La dependencia de la energía

Manuel López Cachero

*Catedrático*

*Presidente de AENOR*

*La dependencia de la energía que la sociedad contemporánea experimenta no es un hecho nuevo. Ya desde el siglo XVIII, en la época anterior a la Revolución Industrial, la “crisis energética” había de jugar un papel decisivo para incitar lo que ha podido denominarse la “avalancha de inventos” que culminó en una radical transformación no sólo de los sistemas de producción sino en la forma de vida de una buena parte de la humanidad. Los hechos posteriores, particularmente los vividos desde finales del siglo XIX a nuestros días, no han hecho sino reforzar esa dependencia, hasta el punto de convertir el problema energético (desde múltiples puntos de vista: económico, social, técnico, cultural, político...) en uno de los cruciales de nuestro tiempo. Cuestiones tales como la forma de vida “cotidiana”, la conservación del entorno ambiental, la producción industrial, la innovación, la “sociedad de la información”, el desempleo, aparecen condicionadas por la existencia de energía suficiente, limpia y disponible a precio razonable, y a su vez condicionan la evolución del problema energético, teniendo en cuenta, además, la insoslayable necesidad de propiciar soluciones para éste en términos de sostenibilidad.*

23

## 1. Los antecedentes

Si aceptásemos el criterio convencional que sitúa el inicio de la Edad Contemporánea en las postrimerías del siglo XVIII y, en tal sentido, denominásemos “contemporáneos” a los hechos producidos en el periodo que allí se inicia, igualmente “contemporáneos” habrían de ser la toma de la Bastilla, la guerra franco-prusiana de 1870, la Gran Guerra de 1914, las explosiones nucleares de 1945, el fin de los imperios coloniales, el desmoronamiento de lo que se llamó “socialismo real”, los “paseos” del hombre por el espacio y el acceso a la red, por sólo citar algunos ejemplos. ¿Estaremos dispuestos a admitir que estos “hechos” son entre sí homogéneos y que corresponden a productos del

hombre como ser social cuya dimensión y conciencia se explican en el contexto de una misma sociedad?

Dejando al margen cualquier disquisición semántica, parece que podría ser aceptable admitir como hipótesis de trabajo que hemos atravesado el dintel de una puerta conducente a un “modo social” claramente diferente respecto al que podría tomarse como punto de partida para la generación procedente del a veces llamado “periodo de entreguerras” (el comprendido entre el final de la Primera Guerra Mundial y el comienzo de la Segunda). Hechos tales como los siguientes permiten sostener tal afirmación:

- a) El sistema económico se encuentra cada vez más asentado en el lado de la oferta: las necesidades de la producción se han convertido en un antecedente respecto a las de consumo.
- b) El proceso de interrelación entre los diferentes países ha alcanzado un notable grado de desarrollo, puesto de manifiesto a través de la llamada “globalización”.
- c) La creación de grandes espacios económicos, tan favorecedores del libre cambio dentro de sus fronteras como —más o menos sutilmente—, auspiciadores de un fuerte proteccionismo hacia el exterior.
- d) La presión de las nuevas tecnologías, que ha hecho ya surgir mutaciones en los hábitos y pautas sociales, particularmente como consecuencia de las innovaciones en los campos de la comunicación, transmisión de datos, tratamiento de éstos, etc.
- e) La búsqueda permanente de lugares más adecuados para la subsistencia, que provoca un incesante movimiento migratorio desde los países “tercermundistas” hacia las áreas más desarrolladas.
- f) La nueva situación generada desde el punto de vista político por la desaparición, a finales del siglo XX, de uno de los grandes bloques constituidos tras la Segunda Guerra Mundial y la constatación, a comienzos del XXI, del fenómeno terrorista a escala internacional como dato relevante.

En resumen, las circunstancias del momento presente ofrecen una perspectiva que corresponde a una época claramente diferente de la que conocimos hasta la postguerra de 1945. A mi entender, eso es así y creo que el factor tecnológico es fundamental para caracterizar el proceso de cambio. No quiero decir con ello que dicho factor sea independiente del resto de las causas, ni tampoco que sea el único que podría aislarse como “variable explicativa”; sin duda, la

secuencia economía-política-estrategia-tecnología (en éste u otro orden) recoge una gama de elementos altamente interrelacionados, pero, en mi opinión, si hubiéramos de distinguir algún “elemento” diferenciador respecto al tiempo precedente, tal diferenciación exigiría reconocer al menos la transformación tecnológica (que afecta a la producción, al consumo y a los modos y costumbres, en definitiva a las pautas de vida, de las mujeres y hombres de nuestro tiempo), la demanda y oferta de información y su rápida circulación y el progreso de la ciencia.

Difícilmente podría afirmarse que estos tres elementos son radicalmente independientes entre sí, pero a efectos descriptivos más difícil aún sería prescindir de alguno de ellos para contemplar analíticamente nuestro tiempo. Ahora bien, los cambios producidos confluyen en la configuración de un “modo de vida” que afecta estructuralmente a la humanidad, una parte de ella como beneficiaria de tales cambios y otra legítimamente aspirante a disfrutarlos; mas esos cambios se traducen en procesos de evolución económica y adaptación social no concebibles ni inteligibles si no se tiene en cuenta su directa dependencia de la energía, medio esencial no sólo del desarrollo industrial y técnico sino también factor imprescindible para la “praxis” del bienestar cotidiano.

Esta dependencia de la energía, que afecta no sólo a los procesos de industrialización (tanto en sentido directo como a través de su incidencia en el sector primario y en el de los servicios) sino a lo que convencionalmente conocemos como “vida cotidiana”, es, sin duda, creciente, pero no es un hecho en sí mismo estrictamente nuevo u original. En efecto, sin necesidad de situarnos en épocas remotas, un hecho de tan notoria relevancia y significativas consecuencias como el que conocemos como “Revolución Industrial” —al que algo más adelante volveré a referirme— se produce en parte como consecuencia de la “crisis energética” de comienzos del siglo XVIII.

La necesidad de realizar de manera menos laboriosa y más rápida tareas hasta entonces llevadas a cabo con el concurso de energía humana o animal (o que nunca se habían desarrollado) provocó, especialmente en Inglaterra y Escocia, lo que, con Cameron<sup>1</sup>, puede denominarse “el nacimiento de la industria moderna”, caracterizada por “el uso extensivo de maquinaria mecánica, la introducción de nuevas fuentes de energía inanimada, especialmente combustibles fósiles, y el uso generalizado de materias que normalmente no se encuentran en la naturaleza” (Cameron, *op. cit.*). Asimismo, el deseo de aprovisionar algunas residencias en Francia, como Versailles, y el de eliminar el agua en las minas puso de manifiesto la insuficiencia del

---

<sup>1</sup> R. Cameron, *Historia económica mundial. Desde el paleolítico hasta el presente.*

empleo de las bombas de agua accionadas manualmente. Casos de esta naturaleza, cada vez más frecuentes, evidenciaron la necesidad de acudir a procedimientos y medios nuevos, dado que la energía disponible se revelaba como plenamente incapaz de facilitar el acceso a los también nuevos requerimientos.

Se abría de esta forma una etapa, cuyo origen puede situarse en torno al año 1750, en la que los inventos —“la avalancha de inventos”, como la denomina Ferguson<sup>2</sup>— fueron sucediéndose con notoriedad tanto cuantitativa como cualitativa, preparando así el camino para la Revolución Industrial. Hargreaves con la hiladora (1764), Arkwright con el bastidor de agua (1769), Crompton con la “mula” hiladora (1779), de una parte, con Kay y Cartwright perfeccionando el telar mecánico (el primero en 1738, y, el segundo, en 1784), habían de resultar decisivos para la industria algodonera y posteriormente para la de la lana. Dos acontecimientos notables debían culminar el proceso: el perfeccionamiento de la máquina de vapor (James Watt, 1785) y la demostración de la posibilidad de la locomotora de vapor (Stephenson, 1814). Como consecuencia de todo ello se produciría, por un lado, la sustitución de la madera y el carbón vegetal por el carbón de piedra como combustible y, por otro, la introducción de la máquina de vapor en la minería, la manufactura y el transporte (Cameron, *op.cit.*). La “crisis energética”, incitadora de los nuevos inventos, encontraría a partir de ese momento respuesta como consecuencia de la “Revolución Industrial”.

La “Revolución Industrial”, que, con Cipolla<sup>3</sup>, puede definirse como “el proceso a través del cual una sociedad adquirió el control de vastas fuentes de energía inanimada”, marca, ciertamente, un “antes” y un “después” respecto al uso y explotación de las fuentes de energía. Desde luego, esta definición reviste un carácter parcial, en cuanto no recoge lo que atañe a los orígenes del fenómeno ni a sus implicaciones de carácter económico, social, cultural y político, pero a los efectos que aquí se persiguen (resaltar la relación entre energía y desarrollo de los modos de vida y de producción) resulta suficiente; más todavía si asumimos el hecho de que la percepción contemporánea de la dependencia de la energía no es nueva en nuestra historia.

La propia expresión “Revolución Industrial” se considera por algunos autores (Cameron, *op. cit.*) como “incorrecta”, sin perjuicio de su uso generalizado desde muy pronto (empleada por primera vez en el decenio de 1820 en Francia

<sup>2</sup> J.M. Ferguson, *Historia de la economía*.

<sup>3</sup> Carlo M. Cipolla, *Historia económica de la Europa preindustrial*.

para destacar la importancia de la mecanización de la industria nacional del algodón que se llevaba a cabo en el norte del país y en Normandía, aparece expresamente mencionada por Engels en su folleto “La situación de las clases trabajadoras en Inglaterra en 1844” —citado por Josefa Eugenia Fernández Arrufe en *“La política económica en tiempos de incertidumbre”*—, si bien su consagración definitiva se atribuye con amplio consenso al “primer” Arnold Toynbee, tras la publicación en 1884 de sus *Lectures on the Industrial Revolution in England*. Lo cierto es que la vida familiar y la organización del trabajo experimentaron desde entonces serias modificaciones; probablemente quienes dedicaron en el periodo mencionado esfuerzos importantes para el desarrollo de la ciencia o los que descubrieron nuevas fuentes energéticas y concibieron usos también nuevos de la energía no fueran conscientes de la trascendencia de la época que se iniciaba, pero no parece discutible afirmar que, en efecto, existe un “antes” y un “después” respecto de aquella.

## 2. ¿Dependemos de la energía?

La sociedad contemporánea, fuertemente tecnológica, no es ni conceptual ni pragmáticamente aprehensible sin una consciente asunción del papel de la energía. El grado de dependencia de la vida del ser humano respecto de ésta es tal que desde el plano individual, incluso doméstico, hasta la perspectiva colectiva, nada sería igual sin el consumo energético tal y como en nuestro tiempo tiene lugar. Ahora bien, esta perceptible dependencia se manifiesta de múltiples formas; unas, a través de la demanda permanente para la producción y el consumo; otras, mediante la influencia de la existencia y aprovechamiento de los recursos energéticos (tanto desde el ángulo técnico-científico como desde el económico). Por diferenciar —si es que es posible— la génesis de esa dependencia llamemos a la primera “explícita” y a la segunda “tácita”.

### 2.1 La dependencia “explícita”: los problemas

Es tradicional la distinción entre generación, transporte, distribución y comercialización de la energía. Sin adentrarnos aquí en el examen de los problemas técnicos, legales, económicos, etc., que sólo con la anterior enumeración se suscitan, bastará una breve reflexión para evidenciar algunas cuestiones relacionadas con el carácter explícito de la dependencia que socialmente se produce.

No existe una fuente de energía conocida que sea a la vez suficientemente abundante, potente y carente de riesgo, por lo que, yendo más allá de los estrictos

límites de la técnica, parece inevitable considerar como condicionantes básicos de esta sociedad condicionada por la tecnología la existencia y disponibilidad de recursos energéticos, los problemas y los riesgos inherentes a la obtención y aplicación de aquéllos. No es posible separar esta última cuestión, la de los riesgos, de las anteriores, la existencia y la disponibilidad; nos hallamos muy lejos de los momentos en los que la Economía Política, al distinguir los llamados “bienes económicos” de los “libres” proponía como arquetipos de estos últimos el aire y el agua, casos, se decía, obvios de abundancia y gratuidad.

En efecto, los recursos hidráulicos son cada vez más limitados y, por lógico instinto de conservación, su empleo se encuentra sometido a notables restricciones; los combustibles fósiles no son tampoco ilimitados y su utilización masiva afecta a la climatología a través del “efecto invernadero”; el empleo intensivo de la biomasa provoca un importante problema político-agrario, pues no existen tierras fértiles bastantes para obtener aquella sin atentar a la capacidad de producción de alimentos para la especie humana; la obtención de energía de masa de la materia pasa por los procedimientos de fusión, pero todavía esto no ha sido posible (al menos desde la perspectiva de la consecución de resultados susceptibles de aplicación práctica) por razones de índole técnica, lo que remite a la utilización de los procedimientos de fisión; el uso de la energía eólica por una parte suscita algunos problemas de carácter medioambiental y por otra, hasta ahora al menos, posee un limitado alcance desde el punto de vista de la generación; la disponibilidad de energía solar se encuentra aún limitada por las restricciones de almacenamiento.

En definitiva, detrás de cada fuente energética, detrás de cada aprovechamiento de los recursos de la energía, aparece un problema al menos de generación que la sociedad en su conjunto debería evaluar, adoptando de manera consciente las consecuencias que de su opción racional se deriven. Hasta el momento, el progreso económico, apoyado en el desarrollo tecnológico y potenciado (a veces limitado) por el uso de las energías, se ha venido presentando mayoritariamente como una suerte de etapa más o menos natural en el desarrollo de la Humanidad, dotado de algunos inconvenientes pero en términos generales fructífero. Y, sin embargo, el riesgo inherente al propio proceso de desarrollo se encuentra cada vez más patente, como prueba el auge de los movimientos de defensa del ecosistema.

Quizás resulte necesario discernir el nivel de progreso técnico-económico que es compatible con un grado de riesgo dado; es ése un debate no suficientemente sustanciado y, desde luego, difícil, por sus implicaciones de todo tipo. Pero

en tanto tiene lugar, en tanto no se obtengan conclusiones bien examinadas y contrastadas, los efectos del riesgo continuarán existiendo y de análoga forma al exhorto de Arnold J. Toynbee (el “segundo” Arnold Toynbee, autor básicamente conocido por su *A Study of History*), a comienzos de la década de los cincuenta, cuando invitaba a la sociedad de la postguerra a vivir siendo consciente del miedo al holocausto nuclear, es probable que debiéramos incorporar a nuestros criterios para valorar formas de vida y de desarrollo la conciencia del riesgo, para prevenir, primero, y reducir, después, tales efectos.

De hecho, es posible afirmar que las representaciones mentales del riesgo oscilan entre cuatro polos, que podrían concretarse en la forma siguiente: el riesgo catastrófico, incontrolable; el riesgo observable, evidente, conocido; el riesgo “insidioso”, desconocido, de efectos retardados; el riesgo controlable, ni pavoroso ni catastrófico. Suponiendo que lo dicho tuviese alguna verosimilitud en términos de aproximación a la realidad, aunque sólo fuera a efectos metodológicos, podríamos tratar de incorporar la valoración del riesgo al intento de explicar los comportamientos de los individuos y los grupos sociales, situando los efectos de la tecnología en un contexto más propiamente sociológico al explicitar mejor los costes implícitos en las diversas facetas del progreso junto a sus beneficios.

De todas formas, la preocupación por la obtención de energía limpia y en lo posible de bajo precio se deja sentir en los intentos de potenciar el desarrollo de las llamadas energías “renovables”, objeto de especial atención en los programas de actuación de partidos políticos y determinados grupos sociales. Aunque los resultados habidos hasta el presente no han sido excesivamente satisfactorios desde la perspectiva industrial, algunos aprovechamientos de índole básicamente doméstica han sido posibles. Las consecuencias que la evolución tecnológica en este terreno podrían deparar afectarían, sin lugar a dudas, de manera trascendental al funcionamiento económico de la sociedad y a las formas de vida de muchas poblaciones, sobre todo de carácter rural. Nos hallamos, pues, ante uno de los retos cuya solución positiva entrañaría efectos significativos más allá de estrictas rentabilidades financieras o de sistemas de indicadores estadísticos.

Todas estas cuestiones adquieren una nueva y singular relevancia cuando nos enfrentamos con uno de los retos más relevantes de nuestra época, el de afrontar los problemas derivados de la conservación del medio ambiente. Asumida como necesidad perentoria la de producir y mantener lo que se ha dado en llamar el “desarrollo sostenible”, el problema energético adquiere una nueva connotación. Pues no sólo se trata ya de descubrir nuevas fuentes energéticas, aprovechar mejor las existentes mediante un uso cada vez más racional de la energía,

sustanciar adecuadamente el debate sobre los precios de ésta o tomar conciencia de las implicaciones geo-estratégicas de su producción y distribución en función de los diferentes emplazamientos; además de todo esto, cuya complejidad no parece necesario encarecer, la creciente toma de conciencia respecto a los problemas medioambientales, traducida en la preocupación por la sostenibilidad a largo plazo del desarrollo económico, añade nuevas razones para la inquietud.

El hecho es que desde el ya aludido periodo conocido como “Revolución Industrial”, el progreso económico ha estado estrechamente unido a una determinada percepción del problema energético, tanto en lo concerniente al acceso y disponibilidad de las fuentes como al uso de la energía generada. El siglo XX, con sus fuertes convulsiones bélicas, y los años transcurridos del XXI suponen una buena imagen de lo dicho. Y ello no sólo por la demanda de energía de los grandes sectores industriales, sino por la conversión de su uso en un hecho cultural, asimilado por grandes sectores y capas de la sociedad (particularmente, como es obvio, por la sociedad económicamente más desarrollada) como una “idea fuerza” de nuestra civilización; casi, si se tolera la probablemente abusiva generalización del término, como una “institución”, en el sentido de Hauriou.

La influencia de la energía en lo que llamamos “vida cotidiana” de los seres humanos es, paradójicamente, tan “palpable” que, con frecuencia, pasa inadvertida. Su empleo directo en el día a día para usos domésticos y de confort, su intervención en la producción de bienes y servicios que hemos venido en considerar básicos e imprescindibles para la convivencia, su conexión con los medios de transporte, con el mundo del ocio, con el del arte y la cultura, ha llegado a tal punto que podría decirse que nuestra vida se halla tan estrechamente vinculada a la disponibilidad de energía que no sería concebible sin ésta; algunos acontecimientos bien conocidos corroboran esta afirmación (¿hará falta recordar el “gran apagón” de Nueva York o, más reciente y próximo a nosotros, el de Barcelona en 2007?).

Tenemos así un cuadro de interrelaciones técnicas, sociales, culturales, políticas, económicas (doy por descontada la “transversalidad” de la sostenibilidad, causa y también efecto de algunas de las decisiones que en todos y cada uno de los aspectos a los que acabo de aludir han de adoptarse) que no contribuyen a simplificar el problema, sino a expresar su complejidad, pero que no pueden soslayarse en ningún enfoque que tenga la pretensión de ser realista, incluido, desde luego, el económico. Todas estas cuestiones contribuyen a realzar la necesidad de encontrar respuestas válidas a la necesidad de proporcionar soluciones a las exigencias derivadas de esta fuerte dependencia, exigencias tanto

estrictamente económicas (por ejemplo, la determinación de los precios, unida a la construcción de mercados), como políticas y estratégicas (la vulnerabilidad, la seguridad tanto física como de abastecimiento, etc.).

## 2.2 *La dependencia tácita*

En líneas anteriores he efectuado una afirmación que he calificado de “paradójica”, al decir que “la influencia de la energía en lo que llamamos “vida cotidiana” de los seres humanos es tan “palpable” que, con frecuencia, pasa inadvertida”. Sin pretender justificar tal aserto, cuyo carácter discutible es evidente, creo que convendría resaltar también el hecho de que nuestra dependencia real (y psicológica) de la energía se manifiesta también a través de algunos de los grandes temas que aparecen como distintivos de nuestra sociedad. Eso es lo que denomino “la dependencia tácita”, porque parece en ocasiones que “la otra dependencia”, la que sentimos directamente cuando nos planteamos las consecuencias de la escasez de recursos, el encarecimiento del petróleo, la polémica sobre la generación nuclear, la con frecuencia difícil manera de tratar con los grandes proveedores, etc., agota el problema, cuando en realidad éste es aún más grave si se tiene en cuenta el efecto que la “cuestión energética” ejerce sobre algunos de esos distintivos a los que acabo de aludir.

Porque en el tiempo que vivimos existe una coincidencia básica sobre la existencia de algunos grandes parámetros que configuran, o contribuyen a configurar, el “escenario” en el que nos desenvolvemos, parámetros que son, a la vez, exigencias de ese tiempo y condiciones para abordar el inmediato futuro en condiciones que puedan ser calificadas como “razonables”. Entre esos parámetros pueden subrayarse los siguientes, que afectan —y a su vez son afectados— a la idea de dependencia a la que vengo refiriéndome, puesto que su desarrollo se interrelaciona directamente con la disponibilidad y uso eficiente de energía.

### a) *La demanda de innovación*

Es general el consenso respecto a la necesidad de la innovación tecnológica si se pretende sostener un determinado ritmo de crecimiento económico, con mantenimiento del empleo y adaptación a las exigencias de la competitividad. Los logros de la Revolución Industrial han avalado, sin duda, las tesis clásicas sobre el alejamiento del llamado “estado estacionario”. Más aún, la definitiva incorporación del desarrollo tecnológico al proceso económico desde finales

del XVIII es detectable no sólo en la percepción de los hechos económicos sino también en las aportaciones teóricas propuestas para explicar los motivos del crecimiento. Las tesis de Schumpeter sobre la innovación en este sentido son bien conocidas.

Resulta, así, que la evolución de la técnica aparece explicada como resultante de dos impulsos, que si "a priori" pueden verse como autónomos, se hallan sin duda interrelacionados; uno, estrictamente endógeno, de raíz antes científica que de otra naturaleza; otro, básicamente económico, cuya génesis se halla en el deseo de alcanzar el mejor aprovechamiento de los recursos escasos y su derivado mayor rendimiento. El estado de la cuestión, hasta el momento presente, corrobora esta afirmación. No es preciso, para comprobarlo, sino observar la evolución que se viene produciendo en el campo de la investigación científica, crecientemente interrelacionada en su devenir con el proceso de desarrollo industrial, hasta el punto de situarse el llamado "sistema ciencia-tecnología" en la base de los programas de I+D en los países de la Unión Europea, por no citar lo que al respecto acaece en los Estados Unidos o en Japón.

De este modo, las exigencias del mercado refuerzan el auge de la componente tecnológica, al provocar un esfuerzo innovador creciente, entendido aquí el término "innovación" como proceso de producir, asimilar y explotar una novedad (explotación con éxito en lo que a sus resultados concierne) tanto desde el punto de vista económico como desde la óptica social, de manera que tal proceso aporte nuevas soluciones a los problemas planteados y posibilite la satisfacción de necesidades de individuo y sociedad.

En la coyuntura histórica que atravesamos las condiciones de producción y difusión de la innovación se encuentran ciertamente afectadas por cuestiones tales como la globalización de los mercados, el auge de las alianzas estratégicas, la aparición de nuevos países competidores desde el lado de la oferta tecnológica, la creciente internacionalización de las empresas y de las actividades investigadoras, la mutua implicación de ciencia y tecnología, el incremento de los costes de la investigación, el aumento del desempleo y el desarrollo de la preocupación por la problemática medioambiental. Sin duda, el "factor tecnológico", esto es, la investigación, el desarrollo y las nuevas tecnologías son elementos claves de la innovación, mas no los únicos, pues la incorporación de ésta exige que las empresas actúen sobre su propia organización, adaptando sus métodos de producción, gestión y distribución.

Por otra parte, las actuales teorías del crecimiento sitúan su énfasis en la afirmación de que el crecimiento duradero encuentra su génesis dinamizadora

antes en el incremento del conocimiento y del cambio tecnológico que en la acumulación de capitales. Este crecimiento, de carácter endógeno, puede lograr resultados importantes al conseguir alzas notables en la productividad y ventajas comparativas, que posibiliten la adquisición de cuotas de mercado notables; claro que ello requiere un esfuerzo continuado y el sostenimiento de un fuerte proceso innovador.

¿Qué relación existe entre innovación y empleo? No es ésta cuestión que pueda dilucidarse de forma simple. En efecto, el progreso tecnológico genera, en principio, nuevas riquezas: las innovaciones de productos ocasionan el aumento de la demanda efectiva, lo que induce el alza de la inversión y del empleo; las innovaciones de procedimientos, por su parte, coadyuvan a la elevación de la productividad de los factores, facilitando así el incremento de la producción y la reducción de costes, lo que, a largo plazo, se traduce en un aumento del poder adquisitivo y, con ello, del empleo. Pero, a corto plazo, la rápida inserción de las innovaciones en el sistema productivo puede generar reducción en los puestos de trabajo tanto por los incrementos de productividad de los factores materiales de la producción como por la sobreenvenida obsolescencia de ciertos tipos de cualificaciones profesionales; ello puede deberse tanto a la existencia de rigideces de carácter general del mercado de trabajo como a una lenta, cuando no ineficaz, adaptación del dispositivo de educación y formación a los cambios de carácter técnico e industrial. En todo caso, parece claro que la pérdida de empleo en algunos sectores debería resultar compensada por la creación de éste en otros (por ejemplo, en los servicios), además de la ayuda que el proceso innovador puede suponer para frenar el declive de las industrias tradicionales.

No obstante, nos hallamos aquí ante uno de los interrogantes que exigen respuesta: ¿hasta qué punto la innovación contribuye en realidad a facilitar el empleo? Y, en paralelo, supuesto que el proceso auspice la aparición de un reequilibrio intersectorial mediante la promoción del empleo en actividades como los servicios, cual apuntábamos anteriormente, parece cierto que el impacto tecnológico y económico se habrá de traducir en cambios sociales y en modificaciones de las pautas de comportamiento de los grupos afectados. Pero lo que desde la etapa de la Revolución Industrial no parece admitir mayor discusión es que la "necesidad energética", que en buena medida auspició lo que ya hemos llamado "la avalancha de inventos", se encuentra íntimamente asociada a la demanda de una innovación, cualquiera sea el punto de vista que se adopte sobre las diversas causas de ésta.

## b) La sociedad de la información

El grado de desarrollo alcanzado por las nuevas tecnologías y las expectativas que, simultáneamente, han suscitado son fruto, desde luego, del proceso evolutivo de la ciencia, pero sobre todo se explican (al menos en lo que concierne al ritmo de su progreso) por el requerimiento provocado desde el ámbito industrial. La investigación en dominios tales como los nuevos materiales, la superconductividad, la fusión nuclear, por sólo citar algunos ejemplos, supone una buena prueba de la precedente afirmación. La influencia que los resultados obtenidos en el campo de la técnica ejercen en la vida cotidiana constituye un elemento esencial para comprender los cambios en los modos de estar, cuando no en los de ser, del hombre en sociedad, al tiempo que representa un factor clave para explicar la evolución de la economía y del empleo.

Si las aplicaciones y desarrollos de la energía han modificado sustancialmente la forma de vida a lo largo del último siglo, corresponde probablemente ahora el papel esencial como agente dinamizador a las tecnologías de la información y la comunicación. Este tipo de tecnologías han introducido profundas transformaciones en múltiples aspectos de la vida económica y social, afectando tanto a los procedimientos como a las relaciones laborales, la organización, el proceso formativo y educativo e, incluso, a los sistemas de relación interpersonal; simultáneamente, su utilización en el seno de las empresas ha provocado un significativo incremento de productividad, acompañado de una mejora en la calidad y rendimiento de los servicios.

Nos hallamos, visto el desarrollo de los acontecimientos, ante el hecho emergente de una nueva sociedad, la sociedad tecnológica, cuyo perfil en el momento presente corresponde a lo que se ha dado en llamar “sociedad de la información”, en la que, desde una perspectiva estrictamente pragmática, la gestión, la calidad y la velocidad de la información adquieren un papel relevante, si no determinante, para la idea de la competencia, pues tanto como nuevo factor de producción para la industria en su conjunto como servicio prestado a los consumidores, las tecnologías de la información y la comunicación condicionan el funcionamiento de la economía en todas sus etapas. Ahora bien, supuesto que lo anterior sea válido, no menos trascendentes resultan las implicaciones que sobre el pensamiento humano, sobre nuestra capacidad de idear y razonar, sobre el ejercicio de nuestro libre albedrío ejercen —y continuarán ejerciendo— esas tecnologías.

Es éste un serio problema, cuya manifestación más “pragmática” se hallaría en la necesidad de tomar en consideración la existencia de posibles no deseados efectos del uso generalizado de las nuevas tecnologías, tales como que su avance

podiera dejar marginadas a las personas de menor cualificación, como si repentinamente hubiesen aparecido, y hubiésemos aceptado, nuevas barreras discriminantes que estratificasen a los individuos (supuesto que no ya por su etnia o sus convicciones) por el grado de posesión de habilidades, capacidades y conocimientos en un dominio reservado.

La importancia de este tema exige que le prestemos alguna atención. En los últimos años se ha puesto de manifiesto la existencia de un nuevo vínculo, tanto por su amplitud como por su significación, entre el proceso de innovación tecnológica y la organización social y económica. Al mejorar el acceso a la información, la actividad económica se identifica, evalúa y somete a la competencia más fácilmente, ampliándose e intensificándose la presión del mercado, lo que a su vez fuerza a las empresas a explotar sus reservas de eficacia y productividad, de manera que la facultad de adaptarse estructuralmente se convierte en condición necesaria para alcanzar el éxito económico.

Con carácter general, las empresas (particularmente las enclavadas en áreas desarrolladas, como las de los países de la Unión Europea) han adquirido un elevado grado de conciencia sobre la importancia de las tecnologías de la información y la comunicación para responder a la creciente presión de la competencia. La repercusión de la mayor competitividad sobre el empleo debiera traducirse en un incremento de éste, ligado al alza de la productividad y a la necesidad de hacer frente a los nuevos retos que surgen en el mercado; no obstante, es preciso constatar que el efecto económico del progreso tecnológico sobre el crecimiento y el empleo depende del proceso de innovación, que ha ido evolucionando en lo que a su concepción y desarrollo concierne hasta tal punto que ya puede afirmarse que, lejos de su perspectiva original, en la que la innovación aparecía como hecho aislado, supone hoy una relación de interdependencia entre sus fases "altas", vinculadas a la tecnología, y "bajas", asociadas al mercado.

Las aportaciones cuantitativas y cualitativas de las nuevas tecnologías son, sin duda, de una gran importancia, y así se reconoce ampliamente por nuestra sociedad. Sin embargo, el balance que su penetración en el tejido social presenta sugiere la existencia de algunas sombras. En efecto, el cambio y la transformación en la sociedad de la información requieren elevadas cotas de exigencia en la capacidad de adaptación, por lo que no puede subestimarse el riesgo de marginación cultural o, incluso, la aparición de una sociedad de "dos velocidades", resultante de la falta de cualificación de una parte de los individuos.

De hecho, pueden detectarse ya síntomas alarmantes de la existencia de efectos negativos derivados de una acelerada evolución tecnológica no acompañada de

una coherente adaptación; cuestiones tales como el mayor aislamiento individual, la intromisión en la vida privada y en el espacio propio de los ciudadanos, las dificultades en superar las bolsas de desempleo y diversos problemas de carácter ético ponen de manifiesto que el innegable progreso al que asistimos conlleva, como por otra parte es habitual en la historia de la humanidad, costes importantes cuya evaluación ha de ser incorporada al proceso si se pretende que éste resulte armónico e integrador y no contradictorio con los sistemas de valores que definen al ser humano como ente conviviente, fraterno y solidario.

Esta "sociedad de la información", tecnológicamente avanzada, económicamente competitiva, socialmente poco vertebrada, genera la aparición de tiempos libres, por cuanto a los menos capacitados menores opciones les deja para el ejercicio de su actividad y a los más adecuados menos esfuerzos les requiere para llevarla a cabo. Es decir, en esta sociedad queda lugar para el ocio, quizás en unos casos consecuencia negativa del progreso tecnológico, quizás en otros resultante del impacto positivo de éste. Mas, en uno u otro supuesto, aparece la "información" como variable explicativa (al menos en buena parte) de ese ocio. Y, una vez más, la "cuestión energética" aparece vinculada al tema que abordamos, pues la disponibilidad de información y la existencia de cauces para su circulación y puesta al alcance de sus destinatarios y usuarios se revela como un problema esencialmente tecnológico (no olvido los condicionantes legales, políticos y éticos, pero no es éste el lugar para su tratamiento, a más de que el problema en sí es originariamente técnico), en cuyo caso la relación con el fenómeno de la energía resulta obvia.

### c) El desempleo

Desde la primera crisis del petróleo (1973), por situar convencionalmente un punto de arranque del proceso, el sistema económico ha presenciado la quiebra de algunos principios elevados "de facto" a la categoría de axiomas por economistas, politólogos y otros científicos de lo social; como ejemplos podemos citar el fenómeno del estancamiento acompañado de inflación y, sobre todo, las elevadas tasas de desempleo, convertidas en constante problema. Si convenimos en aceptar que es el del paro el problema social y económico más acuciante de nuestro tiempo, tanto por razones de carácter ético como por las de índole puramente pragmática, preciso será situar la cuestión con la mayor precisión posible. A tal efecto, y de acuerdo con lo que en el *Libro Blanco* de la Comisión Europea se afirmaba ya en 1993, podemos distinguir tres diferentes formas de desempleo:

1. El desempleo coyuntural:  
Es el que se produce como consecuencia de una reducción cualquiera del crecimiento económico.
2. El desempleo estructural:  
Es el que tiene lugar a consecuencia de la interacción de los siguientes factores:
  - 1º La evolución de la división internacional del trabajo.
  - 2º El freno de la creación de empleo en el sector servicios.
  - 3º El envejecimiento de los sistemas de empleo.
  - 4º El incremento de la industrialización en países anteriormente poco dotados para ello, con bajos costes.
3. El desempleo tecnológico:  
Es el que proviene de lo que podríamos llamar “periodo de desfase” entre la velocidad del progreso técnico centrado esencialmente en los métodos de fabricación y en la organización del trabajo (es decir, en resolver la cuestión de “cómo producir”), que en este sentido es destructor de empleo, y la capacidad de anticiparnos a las nuevas necesidades (sean individuales o colectivas) o los nuevos productos generadores de empleo.

Estas tres formas de desempleo son reconocibles en la situación actual y si bien no puede decirse que cualquiera de ellas sea estrictamente nueva es bien cierto que nunca como ahora su combinación se ha dejado sentir tan profundamente, al menos en los últimos doscientos años, hasta el punto de poder afirmar que el llamado sistema “trabajo-empleo” se halla en quiebra en los países industriales (entendiendo por “trabajo-empleo” el trabajo asalariado dentro del marco de producción de bienes y servicios y asumiendo que, a lo largo de los dos últimos siglos, el trabajo se ha entendido como empleo a tiempo completo y de ilimitada duración, desde la salida de las aulas escolares hasta la edad de jubilación).

Pero es probablemente el desempleo tecnológico el que resalta más fuertemente en la situación actual. De hecho, la mano de obra humana va siendo expulsada en los diversos sectores de producción, sea de bienes (tanto industriales como agrícolas), sea de servicios; las riquezas, pues, son producidas con cada vez menos trabajo humano, merced a una combinación de trabajo e instrumentos en

la que la preponderancia de éstos es creciente, debido no sólo a los constantes incrementos de productividad sino también al permanente abaratamiento de las herramientas tecnológicas.

Si a ello se une que la flexibilidad en la adaptación a las necesidades de la producción resulta mayor en los recursos de capital físico que en los de capital humano, el resultado que se produce no es otro que el del desempleo, pudiendo constatarse cómo desde el punto de vista macroeconómico tiene lugar (en determinadas condiciones) un crecimiento del PIB no acompañado por un crecimiento parejo del empleo, así como que las empresas que alcanzan tasas importantes de beneficios no demandan cantidades de trabajo proporcionales al rendimiento neto que obtienen.

Nos encontramos, así, en una suerte de encrucijada de la que no parece fácil salir. Debe tenerse en cuenta, además, que la experiencia heredada de los países que en Europa practicaron lo que fue llamado "socialismo real" reveló ya en su momento la existencia de una elevada tasa de paro encubierto, lo que, unido a la situación política creada tras la llamada "caída del muro", no favorece el ensayo de fórmulas de carácter socializador, en el sentido al que apuntó aquél.

Por otra parte, las fórmulas ofrecidas por el llamado "Estado del bienestar", que, pese a sus imperfecciones prácticas y a las duras críticas recibidas, han posibilitado la mejora en los niveles de subsistencia, educación y sanidad de los grupos sociales más deprimidos, han generado costumbres y hábitos no siempre bien avenidos con las exigencias de una sociedad fuertemente competitiva, lo que, a su vez, uniéndose a otras motivaciones, puede explicar el auge de la llamada "economía sumergida", con la consecuencia de que esta economía sumergida puede no ya resultar una salida táctica frente al problema del desempleo, sino, paradójicamente, un acicate para éste, por cuanto la obtención de ingresos procedentes de aquélla presenta tal opacidad desde el punto de vista fiscal que hace aproximar la renta generada con la disponible, resultando para algunos al final más atractiva la situación formal de inactividad laboral que la de trabajo activo. Es obvio que esta situación, en la medida que sea efectiva, no representa el más importante factor de desempleo, pero, precisamente por ser efectiva, sí supone un ejemplo de los cambios que, de facto, se producen en la sociedad actual.

¿Dónde se encuentra en este caso la relación de "dependencia tácita" de la energía? Una vez más, en la necesidad de asumir la necesidad de ésta para una sociedad que en parte sufre el desempleo, sin querer renunciar a los hábitos generados por el uso de las mejoras técnicas vinculadas a la disponibilidad de

energía, y de otra en que la solución del problema exige resultados claros desde la perspectiva de la innovación (al menos).

## ■ ¿Una conclusión?

Podría parecer que, de manera reduccionista, todo el problema de nuestro tiempo se resumiera en el término “energía”. No es eso, ciertamente, lo que aquí se ha tratado de decir, pero sí es verdad que las líneas precedentes han tratado de resaltar algunas cuestiones (obvias, creo yo, para muchos), relacionadas con el “hecho energético”, presente en la vida de la Humanidad desde siempre y particularmente agudizado desde el siglo XVIII, de manera que quienes habitamos este planeta nos hemos acostumbrado a disfrutar las inmensas ventajas que el uso de la energía nos ha deparado, con frecuencia sin fijar nuestra atención en los costes económicos, sociales y ambientales de tal uso.

Desde luego, una interrupción sustancial del suministro energético conduciría a una crisis mundial de consecuencias fácilmente previsibles; de ahí que en estas líneas se haya tratado de subrayar nuestra “dependencia”, explícita y tácita, de la energía, devenida no ya en problema técnico, económico o político, sino cultural. Y en este sentido se ha querido llamar la atención sobre algunos —no todos, ciertamente— de los temas que vienen demandando tratamiento de manera regular desde hace mucho tiempo (la innovación, por ejemplo) o algo más recientemente (la sociedad de la información) o de manera habitual, con desigual intensidad (el desempleo), pretendiendo poner de manifiesto que también el “hecho energético” tiene que ver con ellos.

La conclusión es obvia: nuestra dependencia de la energía va ya más allá de lo estrictamente técnico o económico; se ha convertido en un hecho, guste más o menos la idea, cultural. Y, precisamente por serlo, no es concebible proponer soluciones de carácter parcial al problema que no tengan en cuenta la realidad de esa dependencia y, al tiempo, la necesidad de asumir las inevitables restricciones de carácter medioambiental que se traducen en la persecución y práctica de la sostenibilidad.