

Aspectos éticos en el uso de las distintas energías*

Pedro Linares[†]
U. Pontificia Comillas

26 de febrero de 2009

Resumen

La producción y el uso de energía, tanto en términos generales como a partir de las distintas fuentes energéticas, tiene unas implicaciones éticas innegables. Aspectos tales como el acceso a la energía y el desarrollo económico, la equidad en la distribución de los recursos económicos, el impacto ambiental intra- e intergeneracional, o el consumo de recursos agotables vienen determinados por el uso que se hace de la energía o por la fuente energética que se utiliza, por lo que las elecciones de unas u otras implican en gran medida la asunción de valores éticos determinados. En este texto se propone por tanto que las decisiones en materia energética se adopten a nivel político, con el mayor nivel de consenso posible, y con una participación relevante de la ciencia en lo que se refiere a la producción de información adecuada para el proceso, y al desarrollo de innovaciones que permitan en la medida de lo posible minimizar el dilema ético existente.

Palabras clave: Ética, energía, tecnología

1 Introducción

Es un hecho comúnmente aceptado que la tecnología no es neutra desde un punto de vista ético y social, e igualmente parece evidente que la tecnología

* Ponencia realizada el 26 de febrero de 2009 dentro del ciclo “Implicaciones éticas en algunos debates científicos” del Instituto de España.

[†] Cátedra BP de Desarrollo Sostenible, Universidad Pontificia Comillas, Alberto Aguilera 23, 28015 Madrid, Spain; MR-CBG, Harvard Kennedy School; y FEDEA. E-mail: pedro.linares@upcomillas.es

energética, y la energía en general, tampoco lo es. Las decisiones asociadas a la producción, transporte y uso de energía tienen distintas consecuencias sobre la sociedad: sobre la distribución de la riqueza, sobre su impacto en el medio ambiente, sobre su evolución a largo plazo, o sobre la configuración de la misma sociedad, aspectos todos ellos de gran relevancia desde el punto de vista ético.

Sin embargo, lo cierto es que, salvo puntualmente – los trabajos realizados en el marco de la UNESCO (e.g. Kimmins, 2001) –, las cuestiones éticas asociadas con la energía no han sido tratadas específicamente en la literatura especializada, y mucho menos en la sociedad. De hecho, hasta hace pocos años, las decisiones energéticas se consideraban problemas fundamentalmente técnicos: cómo conseguir un suministro energético con un nivel de fiabilidad suficiente, al menor coste posible.

Pero esto sólo tenía sentido bajo el supuesto de que los recursos eran hasta cierto punto ilimitados, y por tanto su coste de oportunidad social era casi nulo. En los últimos años, sin embargo, la ciencia nos viene demostrando que esto no es así. No son ilimitados los recursos energéticos – una muestra de esto es la discusión actual sobre el “peak-oil”, e.g. Deffeyes (2001) –, tampoco lo son los recursos ambientales – y en especial la capacidad de nuestro planeta para absorber las emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2007) – y, evidentemente, tampoco son ilimitados nuestros recursos económicos.

Esta limitación de los recursos hace aflorar un coste de oportunidad significativo asociado a nuestras decisiones, más aún teniendo en cuenta que los objetivos que se plantean habitualmente en el marco de la política energética son conflictivos: no es posible lograr simultáneamente un suministro energético con bajo coste, bajo impacto ambiental, y bajo consumo de recursos energéticos agotables. Así de hecho se entiende ya en algunas de las instituciones encargadas de tomar decisiones en materia

energética, que tratan de reflejar estos distintos costes de oportunidad en sus procesos de decisión (e.g. Almeida et al, 1994).

Una forma también ya habitual de situar este proceso de decisión en presencia de recursos limitados es en el marco de la sostenibilidad. Así, cada vez es más frecuente la discusión acerca de la sostenibilidad del modelo energético actual, y de las posibles soluciones para ello (Pérez Arriaga, 2003). En general, el análisis desde la perspectiva de la sostenibilidad refleja principalmente la preocupación por el agotamiento de los recursos, o por el impacto ambiental de la energía. Sin embargo, su tratamiento de las cuestiones relacionadas con la equidad social es habitualmente instrumental: en pureza, lo único relevante para el análisis es si una determinada estructura social es sostenible o no, independientemente de su valoración ética. De hecho, puede haber estructuras sociales poco aceptables desde el punto de vista ético pero perfectamente sostenibles en el tiempo – véase por ejemplo algunas estructuras de castas, o algunas dictaduras –.

Por tanto, el análisis de la sostenibilidad no permite cubrir en principio todos los aspectos éticos relacionados con la producción y el uso de la energía, ya que no trata explícitamente uno de los fundamentales: la equidad en la distribución de los recursos.

Efectivamente, hasta ahora, la percepción de inexistencia de límites en los recursos, y en el desarrollo, permitía soslayar la cuestión distributiva: cuando todos pueden crecer, la cuestión fundamental es cómo conseguir un mayor crecimiento, y para ello la respuesta está en lograr la mayor eficiencia en la asignación de los recursos. Sin embargo, si se perciben límites en el crecimiento, surge con más fuerza la cuestión de la equidad, el reparto de los recursos limitados. Y no sólo entre la generación actual y las futuras (aspecto generalmente contemplado por el análisis de la sostenibilidad), sino también dentro de la generación actual.

Por supuesto, es posible cuestionar la premisa fundamental – la ausencia de crecimiento, incluso extrema en la versión de Meadows et al (2004) –, y defender el papel de la mejora tecnológica para que, al igual que permitió escapar de la trampa malthusiana, nos permita ahora mantener niveles suficientes o incluso crecientes de desarrollo para todos, en la línea de las ideas de Simon (1996). En cualquier caso, la situación actual es buena muestra de que, incluso bajo las promesas de crecimiento ilimitado, siguen existiendo fricciones e injusticias flagrantes que hacen que el componente distributivo no puede ser obviado. Así, Adouze (1997) en el primer documento sobre Ética de la Energía elaborado por la UNESCO considera que, ante la situación actual, es urgente establecer un mínimo de justicia en la distribución de los recursos económicos y energéticos.

Es fácil ver por tanto cómo los retos económicos, medioambientales y sociales asociados a la energía a los que nos enfrentamos están cargados de implicaciones éticas profundas, y por tanto requieren dar respuesta a cuestiones que son fundamentalmente éticas y filosóficas, no técnicas. Y así, para poder tomar decisiones informadas, es necesario entender y ponderar estas cuestiones, y explicitar claramente los valores y objetivos éticos sobre los que basar estas decisiones.

Esta reflexión debe tener carácter global, tanto en términos espaciales como temporales y sistémicos. La compleja imbricación de la energía en muchas de las actividades y en la propia configuración de la sociedad hace que las implicaciones éticas de la energía sólo puedan analizarse bajo el punto de vista de un sistema global en el que la energía no es sino uno más de sus componentes.

Este objeto de este texto es pues contribuir al entendimiento de las implicaciones éticas de la producción y el consumo de energía, y tratar de explicitar los valores subyacentes, de forma que la sociedad los conozca y los analice. Porque es necesario recordar que las decisiones en materia energética ya no pueden tener carácter técnico, sino político. Debe ser la

sociedad la que – evidentemente informada por la ciencia – decida qué objetivos y valores deben sostener sus decisiones en materia energética.

Para ello, en primer lugar se describirá brevemente el panorama actual de la producción y el uso de la energía, posteriormente se analizarán las cuestiones éticas relacionadas con la energía en general, y finalmente se tratarán con más detalle cada una de las distintas fuentes de producción energética.

2 La producción y el consumo de energía

Las implicaciones éticas del uso de energía dependen evidentemente del volumen absoluto de este uso, de su reparto a nivel nacional o individual, y también de las fuentes y tecnologías utilizadas para su producción. Por ello, parece relevante analizar aunque sea brevemente el escenario energético actual y las perspectivas futuras.

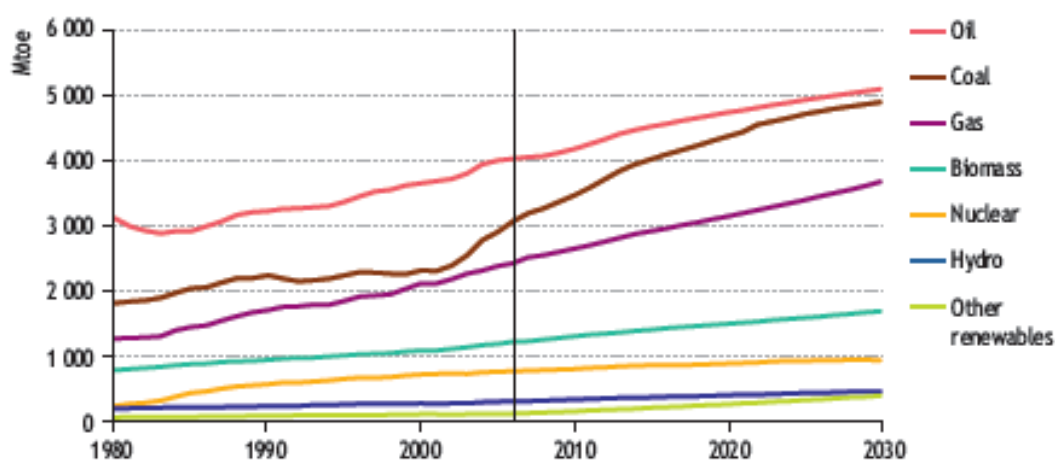


Figura 1. Demanda de energía actual y futura (IEA, 2008)

En primer lugar, es necesario señalar el imparable crecimiento de la demanda energética mundial, tanto histórico como previsto a futuro (Figura 1). En este crecimiento está la raíz fundamental de muchos de los problemas éticos que se han mencionado ya, y que se comentarán en más detalle en la sección siguiente, debido principalmente a que, como se puede observar en

la figura, gran parte de este crecimiento será alimentado por combustibles fósiles.

Por un lado, el aumento de la demanda de los combustibles fósiles tensiona aún más la disponibilidad de los mismos. En la Figura 2 se puede ver cómo el ratio reservas y producción se sitúa a nivel global entre los 40 años para el petróleo y los 130 para el carbón (y esto suponiendo niveles de consumo iguales a los actuales).

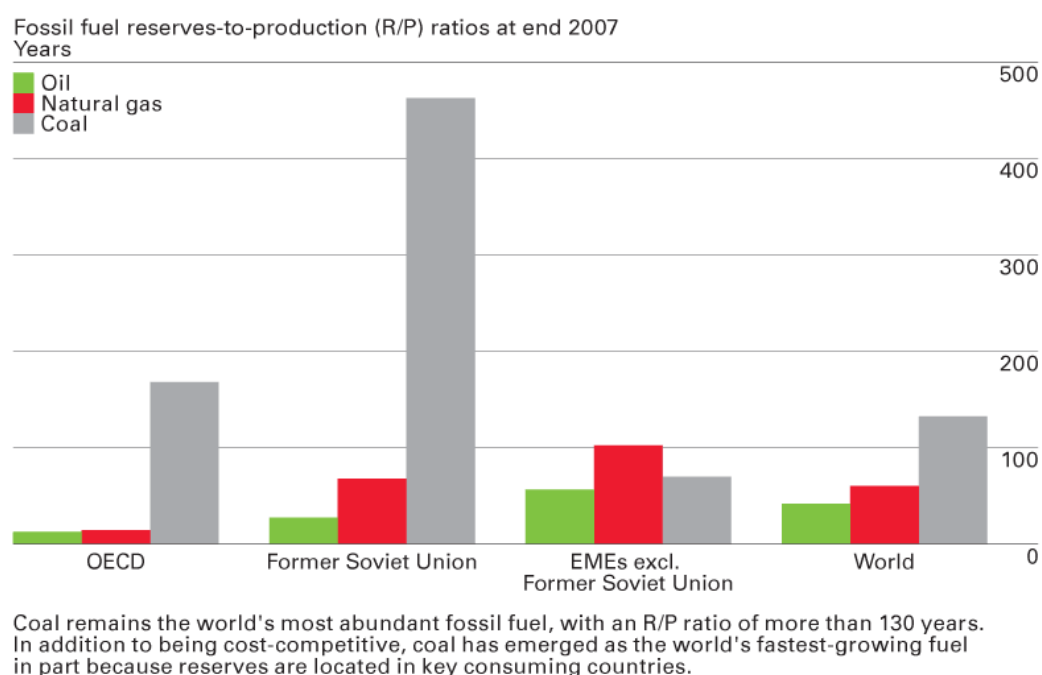


Figura 2. Reservas de combustibles fósiles (BP, 2008).

Por otro lado, el aumento del consumo de combustibles fósiles tiene como consecuencia un volumen creciente de emisiones de CO₂ – con sus inevitables consecuencias sobre el clima y en general la ecología planetaria y la sociedad – si no se toman acciones drásticas al respecto, como se muestra en la Figura 3.

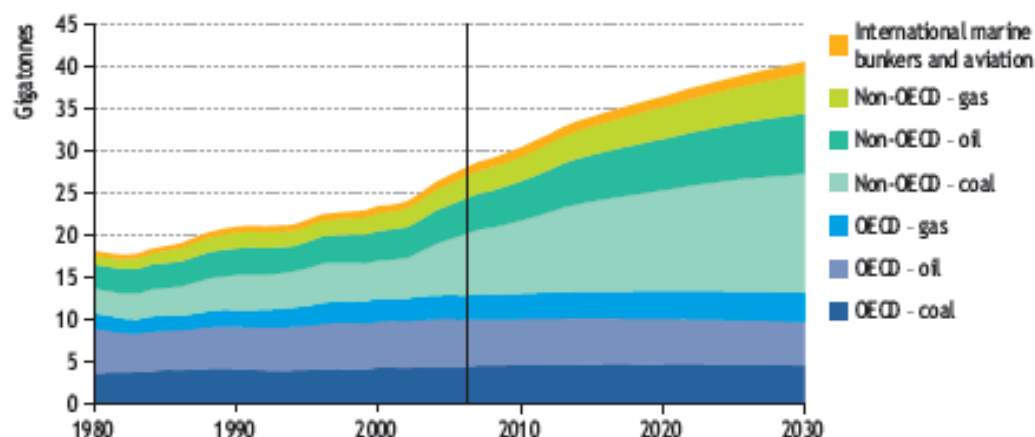


Figura 3. Emisiones de CO₂ del sector energético (IEA, 2008)

A esta situación se une, como se mencionaba en la sección anterior, el elemento distributivo. Como se puede observar en la Figura 4, el consumo de energía no está homogéneamente repartido geográficamente, sino que tanto el volumen total como su composición depende de la región. Así, los países más desarrollados consumen más energía, y además un mayor porcentaje de ella proviene del petróleo y el gas natural.

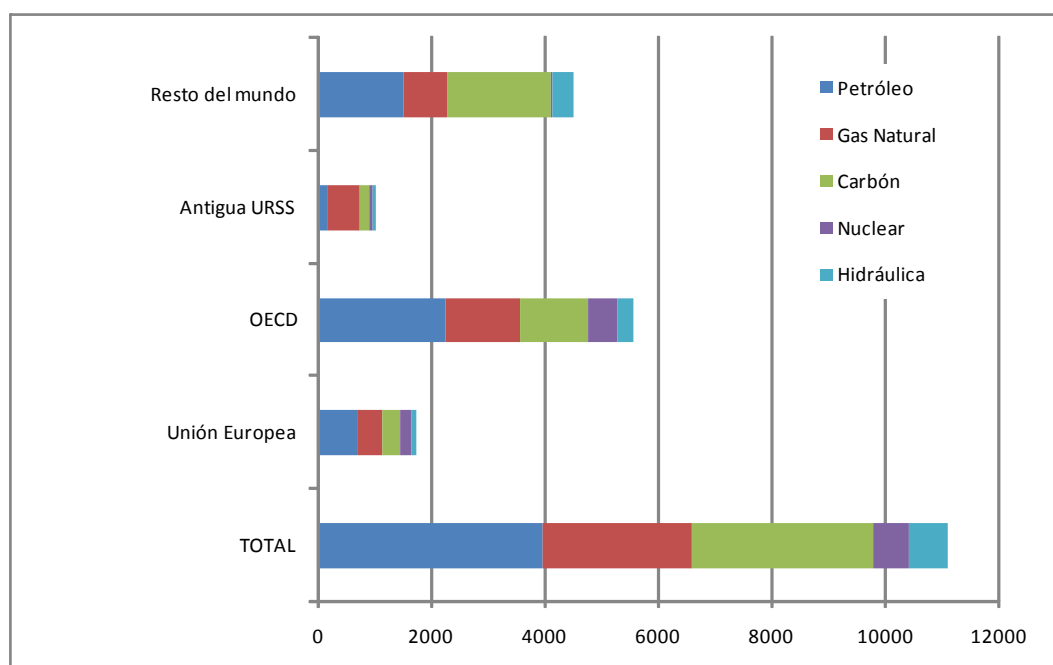


Figura 4. Consumo de energía por tipo de combustible y región, en millones de tep. (BP, 2008)

Este desigual reparto se agudiza aún más si se observa el consumo energético per cápita (en la Figura 5). En dicha figura se muestra cómo los niveles de consumo varían ampliamente, desde 0,3 tep/cápita en algunos países africanos hasta 8 tep/cápita en EEUU.

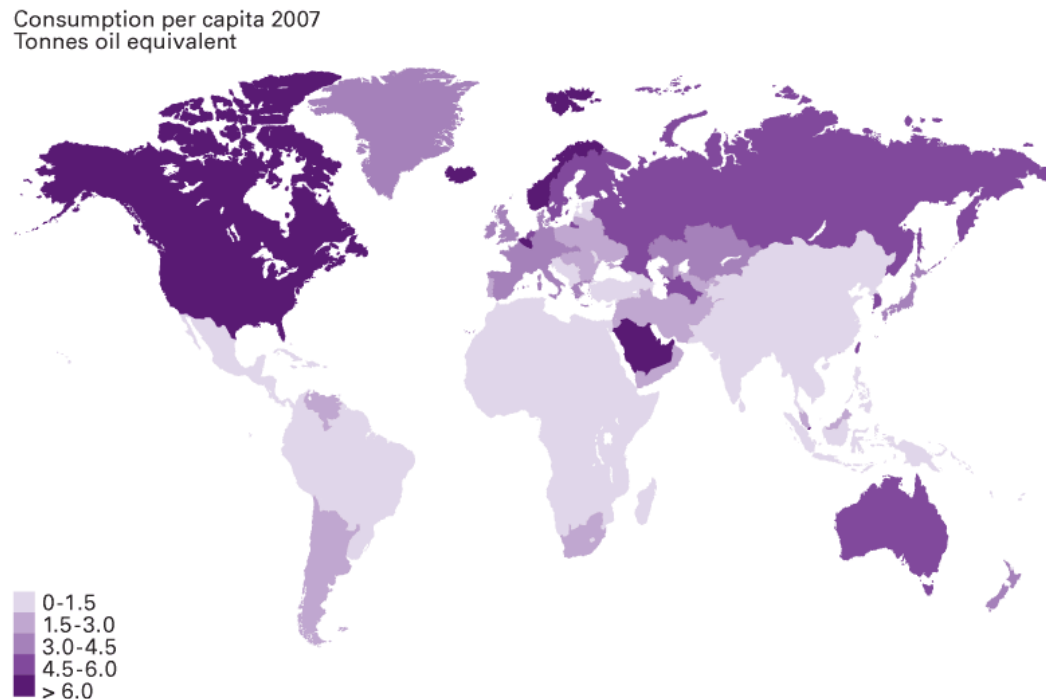


Figura 3. Consumo de energía per cápita (BP, 2008)

La gravedad de la situación, tanto en términos de falta de equidad en la distribución de los recursos, como en la escasez de los mismos – especialmente si se piensa que lo esperable es que los países menos desarrollados traten de alcanzar los niveles de desarrollo económico (y con ello de consumo de energía) de los países desarrollados – es evidente.

3 Implicaciones éticas de la energía

Los datos analizados en la sección anterior muestran con toda claridad el dilema ético que existe en la actualidad en torno a la energía: por una parte se observa cómo los recursos energéticos y ambientales son cada vez más escasos, y por otra se ve la gran desigualdad en el reparto de los mismos. Parece urgente por tanto corregir esta situación, pero esto sólo es posible si

previamente se analizan las implicaciones éticas asociadas a la producción y consumo de energía.

3.1 Aspectos a considerar

La mayoría de las implicaciones éticas de la energía surgen fundamentalmente como resultado de tres aspectos:

- El acceso a la energía y su relación con el desarrollo
- El carácter limitado de los recursos fósiles
- Las consecuencias medioambientales del uso de la energía

A continuación se analizan más en profundidad cada una de estas cuestiones.

3.1.1 Acceso a la energía y desarrollo

Según la UNESCO (Kimmins, 2001) la energía debe ser accesible al menos a un nivel mínimo que permita a los individuos alcanzar su seguridad personal, sus aspiraciones y sus responsabilidades sociales. De hecho, la disponibilidad de las distintas formas energéticas y su tasa de consumo explica en gran medida los distintos tipos de desarrollo social, no sólo desde el punto de vista técnico o económico, sino también en términos culturales y políticos. Es habitual en este sentido mostrar el gráfico de la Figura 6, donde se relaciona el índice de desarrollo humano con el consumo eléctrico por habitante en el mundo.

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO Y EL CONSUMO ELÉCTRICO POR HABITANTE EN EL MUNDO

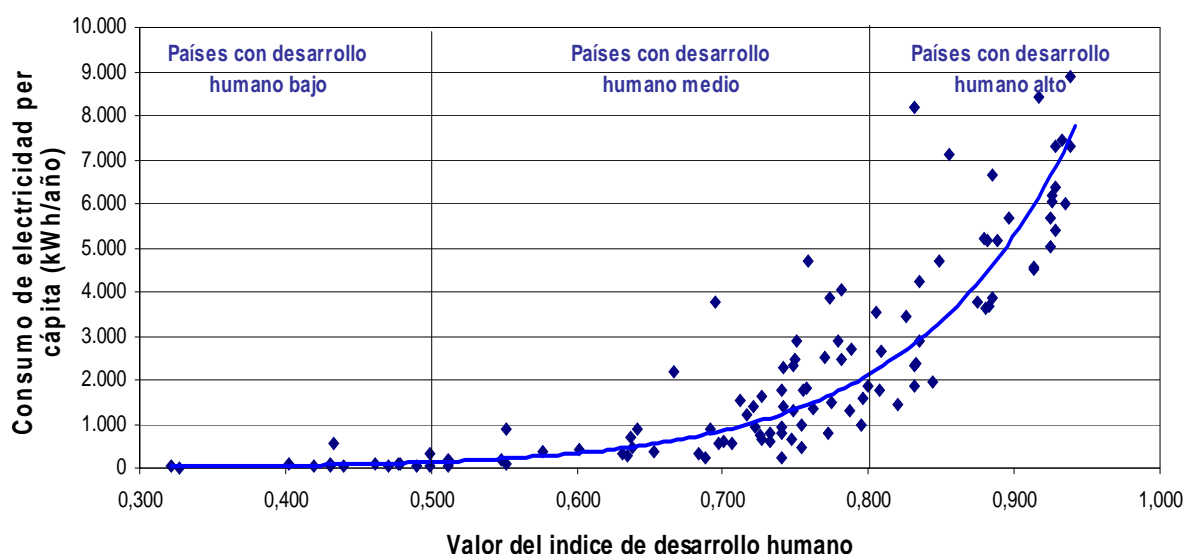


Figura 6. Relación entre el índice de desarrollo humano y el consumo eléctrico por habitante en el mundo

Como se puede observar, el acceso a formas avanzadas de energía como la electricidad parece ser un componente fundamental del desarrollo. Y por tanto, cualquier cuestión relacionada con la equidad social y económica pasa por garantizar la equidad en el acceso a la energía. Respecto a este acceso se pueden diferenciar dos cuestiones: por una parte, la disponibilidad física de la energía, y por otra la disponibilidad económica.

La disponibilidad física de la energía dependerá en primer lugar de la disponibilidad de recursos energéticos. En un mundo globalizado, esto está a su vez asociado directamente a la capacidad de transportar dichos recursos (bien directamente o como otros vectores energéticos), y no a la existencia o no de los mismos a nivel local. En segundo lugar, también es necesario disponer de la tecnología apropiada para producir el servicio energético a partir del recurso, y aquí es preciso recordar las dificultades inherentes al proceso de transferencia tecnológica, no sólo desde el punto de vista técnico sino también desde consideraciones políticas o estratégicas.

Por otra parte, tanto para disponer de los recursos energéticos como de la tecnología necesaria para aprovecharlos hace falta contar con los recursos económicos para ello. Así, tanto la capacidad financiera como el coste (y la distribución temporal del mismo) de las distintas posibilidades de producción energética tendrán una importante repercusión en el acceso a las distintas fuentes energéticas.

Por último, y relacionado con este último punto, hay que recordar que la energía es un bien básico, cuya participación en el presupuesto familiar generalmente disminuye con la renta. Y por tanto, que el gasto en energía suele tener carácter regresivo, lo cual evidentemente también tiene fuertes implicaciones éticas.

3.1.2 Carácter limitado de los recursos fósiles

Los recursos fósiles, que suponen un 80% del consumo energético del planeta, tienen un carácter limitado, como se mostraba en la sección 2. Si bien las reservas de carbón parecen ser mayores – con todas las salvedades impuestas por las limitaciones de la unidad de medida –, el petróleo o el gas natural no parecen contar con reservas suficientes para permitir mantener los patrones de consumo actuales durante un período prolongado.

Este hecho hace plantearse la cuestión ética de si es más apropiado consumir los recursos energéticos ahora – o en un horizonte más o menos inmediato – o si deben dejarse los recursos para su uso por generaciones futuras. Esto evidentemente tiene diversas implicaciones: económicas, tecnológicas, y sociales. El aspecto económico ha sido el más tratado, tanto en el marco de la gestión óptima de los recursos no renovables (e.g. Hotelling, 1931) como en el de la asignación entre generaciones de los recursos (e.g. Solow, 1986). En todo caso, el parámetro relevante a este respecto, y que incorpora de alguna forma los valores éticos de la sociedad, es la tasa de descuento (Portney y Weyant, 1999), que viene determinada fundamentalmente por la preferencia temporal, y por la estimación del crecimiento futuro. La selección de la tasa de descuento a aplicar es crítica

para la toma de decisiones a este respecto, y por tanto también lo es el conocer bien sus supuestos, y sus implicaciones, algo que no es tan habitual como debería.

Otra cuestión relacionada también con este carácter limitado de los recursos es su elevada concentración geográfica, que agudiza aún más el problema, al poner en manos de un número limitado de países un recurso de enorme valor por su escasez. Esta elevada concentración causa numerosas tensiones de carácter geopolítico, que en ocasiones han llevado incluso a emprender acciones militares casi exclusivamente originadas por ellas (Chevalier, 2004).

3.1.3 Impacto medioambiental

La producción y el uso de la energía tiene numerosos impactos sobre la salud y el medio ambiente. Si bien el cambio climático es actualmente el más prominente, existen muchos otros impactos medioambientales relacionados con la energía: reducción de la capa de ozono – debida entre otros a las emisiones de NO_x del sector energético –, contaminación por partículas y aerosoles, cuya mayor consecuencia son los daños en la salud de las personas, contaminación radiactiva – principalmente en caso de riesgo de accidente nuclear, o de mala gestión de los residuos –, riesgo de accidentes, alteración de ecosistemas por vertidos de combustible o por inundación de terrenos, impacto visual, etc.

Dado que estos impactos ambientales recaen habitualmente en agentes distintos de los que los han originado, y que además no son compensados adecuadamente, plantean evidentemente una externalidad en términos económicos, y un conflicto ético asociado. De hecho, este conflicto ético tiene características tanto intrageneracionales (asociadas a los impactos ambientales ligados a un flujo, como la contaminación por partículas, o el impacto visual) como intergeneracionales (especialmente en el caso del cambio climático, o en el de los residuos radiactivos, para los que las decisiones actuales tendrán consecuencias de muy larga duración).

Si bien desde la teoría económica se propone como solución de este problema la internalización de externalidades, hay que reconocer que esta solución sólo incluye consideraciones de eficiencia, pero no de equidad, y esto incluso suponiendo que fuera posible cuantificar adecuadamente el impacto económico de la externalidad – lo cual es difícilmente asumible –. Por tanto, el conflicto ético puede seguir existiendo incluso en presencia de una regulación óptima del impacto ambiental. En el caso de los impactos intergeneracionales vuelve a aparecer además el asunto de la selección de la tasa de descuento intertemporal adecuada, que ya se ha mencionado anteriormente.

3.1.4 Otras implicaciones éticas de la energía

Evidentemente, las cuestiones analizadas no son las únicas con implicaciones éticas. También hay otras, con un carácter posiblemente menor en términos globales, pero que pueden ser puntualmente significativas, que se analizan a continuación.

En primer lugar, la reflexión anterior sobre la distribución geográfica de los recursos energéticos puede generalizarse más allá de los recursos fósiles. Efectivamente, no son sólo dichos recursos los que vienen determinados por la geografía. En el caso de la energía hidráulica, es una combinación del relieve topográfico y de la precipitación la que condiciona la disponibilidad de este tipo de energía. Para la energía eólica, es la disponibilidad de viento. Y en el caso de la energía solar o la biomasa, es fundamentalmente la cantidad de terreno la que influye en la disponibilidad de la energía. Esta dependencia entre geografía y energía tiene evidentes consecuencias. Si bien la concentración de los recursos fósiles crea problemas, también puede tener grandes consecuencias su dispersión extrema como en el caso de la energía solar. Así, Perelman (1980) argumentaba que el cambio de modelo energético hacia las energías renovables llevaría consigo un cambio en la balanza de poder de la sociedad, al depender el poder (la cantidad de energía) de la posesión de la tierra. Y esto a su vez determinaría el tipo de

sociedad: a largo plazo, una sociedad que retornaría al feudalismo y la teocracia, con todas las implicaciones que ello supone.

Otra cuestión relacionada con este asunto es hasta qué punto el tipo de recurso energético y su distribución puede condicionar la forma de tomar decisiones en la sociedad, o la configuración final de la misma. Por una parte, y sin querer entrar en un tema tan complejo, parece evidente que tanto el modo de producir energía como la fuente energética utilizada son a la vez causa y efecto de la forma de organización de la sociedad: generalmente, las sociedades con una estructura más centralizada son capaces de acometer inversiones en infraestructuras más grandes (o, visto de otro modo, han llegado a esa configuración por la necesidad de hacerlas), mientras que la producción energética más distribuida se asocia con sociedades más laxas en su organización.

También respecto a la organización social, diversas teorías proponen que la existencia de recursos naturales – y de ellos principalmente los energéticos, por su gran valor – puede aumentar el riesgo de existencia de dictaduras militares (Acemoglu et al, 2008), o ser una maldición o un estímulo para el desarrollo económico, dependiendo de las circunstancias (Brunnschweiler y Bulte, 2008).

Otro aspecto ético a incluir en el análisis es la posible contribución de las tecnologías energéticas al desarrollo armamentístico. Si bien una reflexión general podría incluso llegar a argumentar que los combustibles de alto valor energético (como el petróleo) han permitido dotar de mayor potencial de combate a los ejércitos (como muestra por ejemplo el paso del carbón al petróleo en los buques de la Royal Navy inglesa antes de la I Guerra Mundial), y por tanto han facilitado la conquista militar, lo cierto es que posiblemente la contribución más relevante en la actualidad sea el riesgo de proliferación nuclear asociada al enriquecimiento de uranio en reactores nucleares de ciclo cerrado.

También puede ser interesante suscitar la cuestión ética asociada a los biocombustibles. Además de su posible impacto ambiental, se puede plantear si es ético o no el producir energía con alimentos. De nuevo, si bien en un mundo no limitado por los recursos o las instituciones esta cuestión quizá no tuviera sentido, en el mundo real el destinar alimentos directamente (o indirectamente a través de la competencia por el uso de la tierra) a la producción de energía tiene repercusiones tanto directas sobre la cantidad de alimento disponible como sobre sus precios, y por tanto de nuevo la decisión en materia energética tiene importantes consecuencias directas sobre la distribución de los recursos económicos. Por supuesto, cualquier decisión en temas energéticos tiene consecuencias indirectas sobre estas cuestiones, por el coste de oportunidad asociado, pero en este caso la relación más directa lo hace también quizá más evidente.

Otro tanto puede decirse de la relación entre energía y agua: el uso de distintas fuentes energéticas tiene consecuencias directas sobre la disponibilidad de agua, algo que en algunas regiones ya comienza a tener consecuencias críticas (Linares, 2008). Esto se debe al uso directo del agua como es el caso de la energía hidráulica, o a su consumo para refrigeración en las centrales de producción eléctrica o para cultivo de biocombustibles.

Finalmente, también se podría señalar que en algunas ocasiones también se han planteado los dilemas éticos asociados a la regulación o desregulación de los mercados energéticos, principalmente referidos a la capacidad de los estados de regular adecuadamente dichos mercados. Aquí este tema no se va a considerar, por ser más bien una cuestión relacionada con la política pública y no tanto con la energía en sí misma.

3.2 Implicaciones del uso de la energía

Muchas de las cuestiones analizadas en la sección anterior tienen que ver con el consumo de energía en sí mismo, y no tanto con la fuente energética

origen del mismo. Por lo tanto, parece adecuado reflexionar sobre las implicaciones éticas de la energía en términos generales.

Según Kimmins, la cuestión ética fundamental a resolver es cómo proveer la suficiente energía para proporcionar el servicio necesario para no sólo mantener sino mejorar la salud, el bienestar, la seguridad y el progreso socioeconómico de la sociedad, tanto de los ricos como de los pobres.

Esto plantea un conflicto ético difícilmente resoluble: por un lado es necesario proveer de servicios energéticos a la sociedad para permitir su desarrollo, especialmente el de los más pobres, pero por otro lado esta provisión puede tener importantes consecuencias distributivas desde el punto de vista económico, un significativo impacto ambiental, o suponer el consumo de recursos limitados.

Esta cuestión tiene repercusión a escala nacional, en términos de lo que se llama habitualmente la pobreza energética, pero fundamentalmente a escala internacional: es a esta escala a la que las divergencias en el acceso a la energía y los niveles de consumo son más grandes, y a la que tienen relevancia también aspectos como la transferencia de tecnología o los condicionantes geográficos.

Parte de la solución, si es que la hay, reside en separar los conceptos de “energía” y “servicios energéticos”. Efectivamente, puede ser posible proporcionar un servicio energético creciente, con una demanda de energía estable o decreciente, si se aumenta la eficiencia del proceso. Esta quizá debería ser la primera reflexión acerca de la ética de la energía: la necesaria prioridad del ahorro frente al despilfarro.

Pero evidentemente, también el ahorro tiene límites, y por tanto hay que analizar las distintas opciones de suministrar energía. Pero antes de entrar en la discusión por fuentes energéticas, también parece de interés reflexionar sobre el modo de producir la energía, y en especial sobre la dicotomía generación centralizada – generación distribuida. La generación

distribuida es aquella por la cual la producción de energía se acerca lo más posible (desde el punto de vista geográfico) a su demanda. Esta definición no incluye la fuente energética, ya que es posible utilizar modelos de generación distribuida con casi todas las fuentes energéticas, a excepción de la energía nuclear. Si bien este fue el marco inicial de producción de energía, en el caso de la energía eléctrica – debido fundamentalmente a razones de economías de escala – se abandonó para favorecer la construcción de grandes centrales, con las consiguientes líneas de transporte de electricidad asociadas. Sin embargo, en la actualidad se observa un renovado interés por la vuelta hacia un modelo distribuido, que, además de sus consecuencias técnicas y económicas, también tiene un componente ético, en el sentido de que la producción de energía se “democratiza” y se hace más cercana al consumidor, contribuyendo también a la vertebración de los tejidos económicos y sociales locales y regionales.

Finalmente, y con independencia de la distribución o centralización de la producción de energía, se hace necesario analizar las implicaciones éticas de las distintas fuentes energéticas, algo que se pretende abordar en la sección siguiente.

4 Las distintas fuentes de energía y sus implicaciones éticas

En las secciones anteriores se ha visto que el uso de la energía tiene numerosas implicaciones de carácter ético, descritas de manera necesariamente breve. Sin embargo, y como es fácil concluir de dicha descripción, el alcance y gravedad de dichas implicaciones depende de forma significativa del tipo de energía considerado, esto es, de la fuente energética utilizada.

Por supuesto, esto no debe suponer la identificación de unas u otras fuentes energéticas con distintos valores éticos o ideológicos. Aparte de la evidente peligrosidad de este enfoque, las fuentes de energía tienen tanto ventajas

como inconvenientes desde el punto de vista de los distintos valores o posicionamientos éticos, y es difícil que haya una de ellas mejor que las demás para un conjunto amplio de valores, como se verá a continuación. Por tanto, se debe huir de esta asociación simplista, y más bien se debe tratar de tomar decisiones basadas en valores y objetivos, y no en los medios para alcanzarlos (en este caso, las tecnologías energéticas).

A continuación, y a riesgo de generalizar más de lo debido (dadas las limitaciones de espacio), se va a tratar de ofrecer una visión resumida de las implicaciones de cada una de las grandes fuentes energéticas sobre las cuestiones éticas analizadas anteriormente. Pueden consultarse más detalles sobre las consecuencias del uso de las distintas energías en distintas publicaciones aparte de las ya citadas, como Smil (2003) o European Commission (1999).

En esta visión la aproximación a las distintas fuentes energéticas va a realizarse desde el paradigma del ciclo de vida: es decir, se van a considerar todas las etapas desde que se “extrae” el combustible de la naturaleza hasta que se vuelve a reintegrar a la misma. Por tanto, serán relevantes no sólo las etapas de extracción de combustible y de generación de energía, como suele ser el caso, sino también el transporte y el almacenamiento de la energía y de los residuos asociados.

4.1 Energías fósiles

En este apartado se tratan de forma conjunta el carbón, el petróleo y sus derivados y el gas natural. Si bien evidentemente existen diferencias entre ellas que justificarían un tratamiento separado, la limitación de espacio y el gran número de elementos comunes permiten esta primera aproximación conjunta.

En primer lugar, y en general, son energías de bajo coste, al menos hasta ahora, aunque esto previsiblemente cambie a futuro, y en todo caso parece esperable que se haga más variable. También son fácilmente transportables

por su alta densidad energética, lo que permite o ha permitido el acceso de la población a ellas tanto en términos de volumen como de precio.

Sin embargo, tienen múltiples inconvenientes: son recursos limitados, concentrados geográficamente (con las consecuencias ya reseñadas sobre las tensiones geopolíticas y sobre la acumulación de poder en la sociedad), requieren grandes volúmenes de agua para refrigerar las centrales eléctricas alimentadas con ellas, y son las principales causantes de las emisiones de gases de efecto invernadero (80% del total), además de otros impactos ambientales como la emisión de gases contaminantes, o el riesgo de vertidos tóxicos (especialmente en el caso del carbón y el petróleo).

A este respecto es necesario mencionar que dentro del grupo de las energías fósiles, el gas natural tiene un factor específico de emisiones – y en general un impacto ambiental – inferior al del carbón o petróleo, aunque su coste económico también es superior.

4.2 Energía hidráulica

La energía hidráulica está mucho mejor distribuida a nivel geográfico, aunque por otra parte no es fácilmente transportable, salvo en forma de electricidad. Además, el coste de inversión es un componente muy grande de su coste total. Si bien esto tiene ciertas ventajas, en el sentido de que un bajo peso del coste de operación asegura una mayor estabilidad en el coste de la energía producida, también presenta problemas de financiación en economías con baja capacidad financiera. Este problema puede verse mitigado si, en vez de las grandes presas (asociadas por otra parte generalmente a usos no energéticos) se recurre a instalaciones de menor tamaño, conocidas generalmente como centrales minihidráulicas (en este caso referido no a la potencia instalada, sino al tamaño de la presa). Si bien estas centrales siguen teniendo un elevado peso del coste de inversión, su menor volumen las hace mucho más asequibles desde el punto de vista de su financiación.

De hecho, generalmente puede observarse una clara diferencia entre las grandes presas y los aprovechamientos minihidráulicos en el resto de aspectos analizados: las grandes presas presentan problemas de impacto ambiental elevado, de desplazamiento masivo de poblaciones (generalmente en sus segmentos más indefensos), de elevados daños en caso de accidente, y de uso significativo – incluyendo un alto gasto en evaporación – de agua. En cambio, las centrales minihidráulicas no suelen tener este tipo de problemas. También es por supuesto distinta la implicación sobre la organización de la sociedad: la gran hidráulica requiere organizaciones más centralizadas, mientras que la minihidráulica comparte muchos de las características de la generación distribuida.

Respecto al impacto ambiental, es importante señalar que las grandes presas tienen unas elevadas emisiones de gases de efecto invernadero: la materia orgánica inundada en descomposición emite metano, que tiene un poder de calentamiento global superior al CO₂, lo que resulta en unas emisiones de equivalentes de CO₂ muy considerables, en función de la localización geográfica y del área inundada.

4.3 Energías renovables

Aunque también la energía hidráulica se considera en ocasiones renovable (y en especial la minihidráulica), se ha considerado conveniente tratar de forma separada las energías renovables más modulables, como son la energía eólica, la energía solar, y la energía de la biomasa – también se debería incluir aquí la minihidráulica, pero ya ha sido comentada anteriormente –. Estas energías renovables tienen como características fundamentales su reducido impacto ambiental (salvo excepciones puntuales), y el carácter inagotable de sus recursos (de nuevo, salvo excepciones, generalmente relacionadas con el uso no renovable de la biomasa). Su menor tamaño o modularidad también facilita su difusión a gran escala sin los inconvenientes de financiación citados para las grandes infraestructuras. Y el hecho de que muchas de ellas no presenten costes de

combustible hace también que la estabilidad de sus costes de producción de energía sea grande. Además, se encuentran bien distribuidas por el mundo, y por tanto no parecen presentar problemas desde el punto de vista geopolítico.

Esta misma modularidad y distribución a pequeña escala también es considerada por algunos autores como beneficiosa desde el punto de vista de vertebración del territorio, en la línea de las ideas ya comentadas acerca de la generación distribuida de energía.

Sin embargo, actualmente su coste económico es elevado, aunque con diferencias grandes entre tecnologías, ya que la eólica por ejemplo está cercana a la competitividad con algunas energías fósiles. Esto presenta problemas respecto a la redistribución de la riqueza: no todos los consumidores tienen capacidad de permitirse este gasto extra, lo que requiere una transferencia importante de recursos. Igualmente, en ocasiones requieren tecnologías complejas, lo que dificulta su transferencia a países en desarrollo.

Finalmente, también pueden existir problemas por su elevado uso específico del terreno. No sólo los argumentos expuestos por Perelman y ya citados respecto a la influencia en la configuración de la sociedad, sino en cuanto a la competencia por otros usos del suelo, y en especial del suelo agrícola o de los entornos naturales.

4.4 Energía nuclear

La energía nuclear es quizá una de las fuentes energéticas más controvertidas. En los debates alrededor de su uso se reflejan en toda su crudeza todos los distintos tipos de valores éticos y posiciones ideológicas, lo que hace a veces difícil aproximarse a ella de manera objetiva.

Como ventajas de la energía nuclear se pueden citar: la ausencia de emisiones de gases de efecto invernadero durante su fase de operación

(aunque, en función de la estructura energética preexistente, puede haber emisiones significativas asociadas a la fase de construcción), y el carácter menos limitado del uranio (al menos a la tasa de utilización actual), lo que también favorece la estabilidad del coste de combustible.

Los inconvenientes desde el punto de vista ético son sin embargo muy numerosos: elevado coste de producción eléctrica, elevada participación en el mismo del coste de inversión (con los problemas financieros derivados), problemas para transferir la tecnología a países en desarrollo – fundamentalmente por el riesgo de proliferación nuclear, pero también por la complejidad inherente a la tecnología –, larga duración de los residuos radiactivos – especialmente los de alta actividad, para cuyo almacenamiento o destrucción todavía no se ha encontrado solución práctica –, elevados impactos en caso de accidente, y alto consumo de agua para la refrigeración de los reactores.

4.5 Resumen

En resumen, las distintas fuentes energéticas tienen distintas consecuencias que es preciso analizar y valorar desde un punto de vista ético. En las tablas siguientes se resumen estas consecuencias, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, este segundo evidentemente con un alcance mucho más limitado. Esta limitación se refiere no sólo a los elementos considerados, sino también, y por tratar de ofrecer una visión más homogénea, al hecho de ofrecer datos únicamente para generación eléctrica.

En la Tabla 1 se indica con una X cuando la implicación ética es muy relevante y con una x cuando existe pero a un nivel menor. Cuando no se indica nada es porque no se considera significativo. Evidentemente, esta tabla tiene únicamente carácter indicativo y es necesariamente simplista.

Tabla 1. Implicaciones éticas de las distintas fuentes energéticas

| | | Energías fósiles | Hidráulica (de gran tamaño) | Renovables | Nuclear |
|------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|------------|---------|
| Acceso a la energía | Disponibilidad física | | x | x | |
| | Coste económico | | x | X | X |
| | Volatilidad del coste | X | | | |
| | Inversión inicial | | X | | X |
| | Transferencia de tecnología | | | X | X |
| Recursos limitados | | X | | | |
| Concentración del recurso | | X | | | |
| Impacto ambiental | Intrageneracional | X | X | | X |
| | Intergeneracional | X | | | X |
| Configuración de la sociedad | Centralismo | x | X | | X |
| | Dictadura | X | | | |
| Proliferación de armamento | | x | | | X |
| Uso del terreno | | | X | X | |
| Uso de agua | | X | X | | X |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se ofrecen algunos datos cuantitativos sobre las implicaciones de la generación eléctrica con distintas fuentes energéticas. Evidentemente, es una tabla simplificada, que sólo trata de ofrecer una indicación de órdenes de magnitud. No se han recogido todos los aspectos mencionados anteriormente, por la dificultad de cuantificarlos.

Tabla 2. Cuantificación de algunas implicaciones éticas de las fuentes energéticas para generación eléctrica.

| | Energías fósiles | Hidráulica (de gran tamaño) | Renovables (excl. FV) | Nuclear |
|---|------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------|
| Coste de inversión (€/kW) | 450 - 1200 | 800-2250 | 900 - 2500 | 4000 |
| Coste de operación (€/MWh) | 15-40 | 0,3 | 0 -70 | 10 |
| Reservas (años) | 25 - 130 | n.a. | n.a. | >50 |
| Uso de terreno (km ² /MW) | Muy variable | Muy variable | 0,02 – 4,6 | Despreciable |
| Consumo de agua (10 ³ m ³ /GWh) | 0,4 – 1,8 | 5,4 - 26 | 0 – 3,4 | 1,5 – 2,7 |
| Emisiones de CO ₂ (t/MWh) | 0,4 – 1 | 0,1 – 2 | 0,005 | 0,02 – 0,1 |

Fuente: Elaboración propia basada entre otros en European Commission (2004), Gleick (1994), Greenpeace (2007) y BP (2008)

5 Conclusiones

Como se ha podido leer en este texto, el consumo de energía en sí mismo, y las distintas fuentes energéticas utilizadas para ello, tienen distintas implicaciones sobre numerosas cuestiones de carácter ético, que hacen necesario pasar de un enfoque técnico a un enfoque ético-político a la hora de tomar las necesarias decisiones en materia de energía y política energética en general, para considerar adecuadamente todas estas implicaciones.

En principio, la única decisión que aparece más clara en un análisis preliminar es la necesidad de utilizar la menor cantidad posible de energía para proveer los distintos servicios energéticos, es decir, ser lo más eficiente posible en la producción y el uso de la energía. Más allá de esto, todas las fuentes energéticas tienen ventajas e inconvenientes desde el punto de vista ético. Generalmente, las energías renovables, si bien más aceptables desde casi todos los aspectos, resultan más caras, lo que presenta problemas desde el punto de vista de la equidad en la distribución de los recursos. En cambio, las energías más baratas tienen todo tipo de problemas éticos en su utilización.

Ante este dilema ético, y como ya se ha mencionado, parece razonable proponer que la decisión final debe tener carácter claramente político, basada en un conjunto de valores éticos representativos de la sociedad. Dado el carácter incierto – en parte debido a los largos horizontes temporales considerados – de los resultados de esta decisión, una propuesta que parece muy adecuada es la de tomar las decisiones suponiendo el “velo de incertidumbre” introducido por John Rawls (1971), aunque evidentemente hay otras posibilidades.

Por supuesto, la complejidad inherente a manejar valores éticos en este proceso de toma de decisiones hace difícil tomar decisiones rápidas en este sector, decisiones que por otra parte son cada vez más urgentes dada la

naturaleza de los retos a los que se enfrenta la sociedad en esta materia. Esto hace que la sociedad se enfrente a su vez a otro dilema: cómo tomar las decisiones más aceptables desde el punto de vista ético, en el contexto de urgencia mencionado. Y en este dilema la ciencia tiene un claro papel que jugar.

En primer lugar, la ciencia tiene una clara responsabilidad en facilitar y lograr los desarrollos tecnológicos que puedan permitir mitigar algunos de los inconvenientes éticos de las distintas tecnologías: reducir el coste de las energías renovables o de la energía nuclear, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de las energías fósiles, disminuir o eliminar los residuos radiactivos de la energía nuclear, etc.

En segundo lugar, y tal como proponen Scott et al (2008), el papel de la ciencia debe ser el informar a la política en cada paso del proceso de decisión: aportar un análisis científico de todos los aspectos del problema, y en especial de las implicaciones éticas de las distintas opciones energéticas, para todos los agentes implicados, para facilitar en lo posible el debate político informado posterior.

Finalmente, y aunque no esté en manos de los científicos, sólo queda confiar en la transparencia del proceso político, de manera que se expliciten claramente las implicaciones éticas de cada fuente energética y los valores de la sociedad, para que la decisión final se pueda tomar en los plazos necesarios, y con el resultado más aceptable para todos.

6 Bibliografía

Acemoglu, D., D. Ticchi, A. Vindigni (2008). A theory of military dictatorships, mimeo, MIT.

Adouze, J. (1997). *The ethics of energy*. UNESCO.

Almeida, A.T., A.H. Rosenfeld, J. Roturier, J. Norgard (1994). *Integrated Electricity Resource Planning*. Kluwer Academic Publishers.

- BP (2008). *Statistical Review of World Energy 2008*. British Petroleum.
- Brunnschweiler, C.N., E.H. Bulte (2008). The resource curse revisited and revised: A tale of paradoxes and red herrings. *Journal of Environmental Economics and Management* 55: 248-264.
- Chevalier, J-M. (2004). *Les batailles de l'énergie. Petit traité d'une économie violente*. Ed. Gallimard.
- Deffeyes, K.S. (2001). *Hubbert's peak. The impending world oil shortage*. Princeton University Press.
- European Commission (1999). *ExternE Externalities of Energy*. Multiple volumes. European Commission.
- European Commission (2004), *Sustainable Energy Technology Reference Information System (SETRIS)*, Joint Research Centre, European Commission, <http://www.jrc.es>.
- Gleick, P.H. (1994). Water and Energy. *Annual Review of Energy and the Environment*, 19: 267-299.
- Greenpeace (2007). *Renovables 2050: Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular*.
- Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *The Journal of Political Economy* 39: 137-175
- IEA (2008). *World Energy Outlook 2008*. International Energy Agency.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)], IPCC, Geneva, Switzerland.

Kimmins, J.P. (2001). *The ethics of energy: a framework for action*. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), UNESCO.

Linares, P. (2008). Implicaciones para el agua de los escenarios energéticos mundiales, mimeo, Universidad Pontificia Comillas.

Meadows, D.H., J. Randers, D. Meadows (2004). *Limits to growth: the 30-year update*. Chelsea Green Publishing Company.

Perelman, J. (1980). Speculations on the transition to sustainable energy. *Ethics* 90: 392-416.

Pérez Arriaga, J.I. (2003). *Energía y desarrollo sostenible*. Discurso de ingreso. Real Academia de Ingeniería.

Portney, P., J.P. Weyant (1999). *Discounting and intergenerational equity*. RFF Press.

Rawls, J. (1971). *A theory of justice*. Belknap Press.

Scott, J. M. et al. (2007). Policy advocacy in science: prevalence, perspectives, and implications for conservation biologists. *Conservation Biology* 21:29-35.

Simon, J. (1996). *The ultimate resource 2*. Princeton University Press.

Smil, V. (2003). *Energy at the crossroads: global perspectives and uncertainties*. MIT Press.

Solow, R.M. (1986). On the intergenerational allocation of natural resources. *The Scandinavian Journal of Economics* 88: 141-149.