

El suministro energético renovable 2.0: la revolución imperativa

The renewable energy supply 2.0: the revolution imperative

María Cornejo

CIEMAT-Unidad de Investigación en Cultura Científica

Maria.cornejo@ciemat.es

Fecha de aceptación definitiva: 3-noviembre-2011

Resumen

El desarrollo y expansión de las energías renovables es cada vez mayor. Sin embargo, es una realidad que, todavía, se está bastante lejos de un sistema energético no dependiente de los combustibles fósiles. ¿Cómo podría realizarse la transición hacia un sistema energético basado exclusivamente en energías renovables? y ¿qué consecuencias políticas, económicas, sociales y culturales se derivarían del mismo?, son

Abstract

The development and spread of renewable energy is increasing. However, the reality is that, we are still quite far from a not dependent on fossil fuels energy system. How are we able to achieve a 100% renewable energy system? And what will be its social, political economic, cultural and ecological consequences? These are some of the main questions of the books: «The third Industrial Revolution:

algunas de las cuestiones principales sobre las que tratan los libros publicados por Jeremy Rifkin (Estados Unidos, 1943) *La Tercera Revolución Industrial. Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo* y por Hermann Scheer (Alemania, 1944-2010) *El imperativo energético, 100% ya: cómo hacer realidad el cambio integral hacia las energías renovables*. Este artículo efectúa una panorámica por ambos libros donde los autores, muestran su visión de cómo debería ser el nuevo sistema energético renovable en el futuro y cómo llegar a él lo antes posible. Aunque parten de una opinión común, la necesidad urgente de un cambio de sistema energético, la lectura de ambas obras permite apreciar algunos matices diferenciales.

Palabras clave: energías renovables, generación distribuida, sistema energético, energías convencionales

How the lateral power is transforming energy, the economy and the world» by Jeremy Rifkin (United States, 1943) and «Energy imperative, 100% Renewable Now» by Hermann Scheer (Germany, 1944-2010). This article makes a review of both books where the authors show their vision of what should be the new renewable energy system in the future, and how to get there. Although they have a commonpoint of view, the urgent need to change the energy system, the reading of these works allows us to appreciate some different nuances.

Keywords: Renewable energy, energy system, distributed generation, conventional energy

1. Introducción

El cambio hacia un sistema energético basado exclusivamente en energías renovables ya no se considera una utopía en el medio plazo¹. Lo que sí provoca divergencias, es cuándo este cambio será una realidad, y sobre todo, cómo sería conveniente que fuese este nuevo escenario. Este es el tema principal sobre el que tratan los libros publicados por Jeremy Rifkin (Estados Unidos, 1943) *La Tercera Revolución Industrial. Cómo el poder*

1. Este artículo ha sido realizado con la ayuda del proyecto «El sustento del hombre» HAR2010-18544 (subprograma HIST), Ministerio de Economía y Competitividad, España.

lateral está transformando la energía, la economía y el mundo y por Hermann Scheer (Alemania, 1944-2010) *El imperativo energético, 100% ya: cómo hacer realidad el cambio integral hacia las energías renovables*. Ambos autores, economistas y sociólogos, de amplia dilatada experiencia política y académica, muestran cómo, en su opinión, debería ser el nuevo sistema energético renovable en el futuro y cómo realizar una transición lo más rápida y adecuada posible.

En líneas generales, los dos autores consideran que el cambio hacia un sistema basado fundamentalmente en las energías renovables es inevitable y debe realizarse de manera urgente. El rápido desarrollo de las tecnologías de aprovechamiento y almacenamiento de las energías renovables, el agotamiento de las reservas de los combustibles fósiles (y su consiguiente aumento de precio) y el vertiginoso deterioro del medioambiente, entre otras razones, obliga a considerar como imprescindible, la aceleración del proceso de transición hacia un nuevo sistema fundamentado en las energías renovables.

Este cambio de sistema energético es calificado por Scheer como un cambio «integral» y por Rifkin como «revolucionario», ya que afectará totalmente, en primer lugar, a las estructuras del sistema energético convencional y, por ende, a las condiciones de producción, de distribución y de consumo de energía imperantes. Todo lo anterior provocará, a su vez, una nueva forma de entender la economía de la energía, una reforma del marco legal aplicable, la creación de nuevas instituciones y la apertura hacia nuevos actores sociales y formas diferentes de negocio. En definitiva, serán necesarias nuevas maneras de pensar, de hacer las cosas, y más ampliamente, una nueva cultura de la energía.

Si bien ambos autores nos describen cómo debería ser el escenario futuro 100% renovable, Hermann Scheer, basándose en su propia experiencia política como promotor de la Ley de Energías Renovables de Alemania, razona de forma más detallada y realista cómo poder llegar hasta él. Primeramente, Scheer realiza un análisis de la situación energética actual, para posteriormente proponer cuál sería la estrategia más certera para poder llevar a cabo una transición lo más rápida y adecuada posible hacia las energías renovables.

Para este autor, nos encontramos actualmente en una «fase híbrida» de convivencia, no pacífica, entre las energías convencionales mayoritarias (como son las procedentes de los combustibles fósiles y la energía nuclear) y

las energías renovables emergentes. Este periodo de transición está lleno de conflictos y de «juegos de poder, que suponen una grave limitación para la plena implantación de las energías renovables» (Scheer, 2011, 27). A pesar de las innumerables ventajas de las energías renovables, el rápido desarrollo de las técnicas modulares para las energías renovables que permitirían su rápida expansión, existen muchos impedimentos que retardan o incluso pueden impedir el despegue definitivo de las energías renovables y el cambio de sistema.

Tanto para Rifkin como para Scheer, el principal obstáculo radicaría en la existencia de un sector energético poderoso y concentrado que se resiste al cambio, y que es apoyado por una economía energética establecida y por multitud de gobiernos e instituciones. Los argumentos y las estrategias de dilación que el sector energético expone son de carácter múltiple (Scheer, 2011, 77): el alto coste económico de las energías renovables, la inviabilidad técnica-tecnológica para llegar al 100% de suministro renovable, la necesidad de acuerdos internacionales al respecto, la construcción de puentes energéticos, grandes infraestructuras o superredes, etc.

2. La incompatibilidad entre las energías convencionales y las energías renovables

Como bien apunta Scheer, las energías convencionales y las energías renovables tienen características muy diferentes y esto hace que los sistemas que necesitan sean totalmente incompatibles y contrarios. Como se verá más adelante, la apuesta por un sistema basado en un 100% de las energías renovables obliga a un cambio radical respecto al sistema energético actual, tanto en lo tecnológico, como en lo económico, lo social, lo político y, también, en cuanto a los valores y paradigmas predominantes. Todo lo anterior explicaría la resistencia al cambio de la industria energética convencional.

Partiendo de las características de las energías convencionales y comparándolas con las características y las posibilidades (gracias a los nuevos desarrollos tecnológicos) que ofrecen las energías renovables, los autores realizan una panorámica de cómo podría ser el nuevo escenario energético, económico y social con el 100% de energías renovables. A continuación se adjunta un cuadro resumen explicativo (ver Tabla 1) con las características

inherentes a cada tipo de energía (energías convencionales y renovables) y cómo podría ser el escenario ideal con un suministro 100% de energías renovables, según los autores.

En general, tanto Scheer como Rifkin, apuestan por la obtención de las energías renovables de forma descentralizada (a través de generación distribuida²) y un consumo también descentralizado. Es importante recordar que, en la actualidad, la producción de electricidad dentro de la industria eléctrica consiste en un proceso que consta de cuatro etapas (generación, transmisión, distribución y consumo). Todo este proceso se realiza siguiendo un orden, control y jerarquía determinada.

La posibilidad que ofrecen las energías renovables de poder obtener energía descentralizada y autónoma para el consumo descentralizado es uno de los asuntos principales de controversia. Supone la viabilidad de la apropiación y transformación de la energía por todos, y no solo a través de centrales eléctricas. En este sentido, la rentabilidad de las etapas del sistema convencional, enumeradas en el párrafo anterior, se reduciría paso a paso. Según los autores, esta sería la principal razón económica, por la cual, las grandes industrias energéticas intentan impedir, dilatar o en última instancia controlar la transición hacia un sistema energético 100% renovable.

Rifkin apunta que la Tercera Revolución Industrial hacia donde nos dirigimos, supone la conjunción del nuevo régimen energético renovable, con las tecnologías de la información y, en concreto, con internet. En su escenario ideal millones de personas generarán su propia energía verde (en sus casas, despachos, etc.) y podrán compartirla en redes inteligentes de electricidad distribuida. *La red eléctrica se convertirá en «interred» de energía compartida que funcione igual que internet. (Se generará in situ energía renovable, y se podrán vender los excedentes que reingresen en la red, compartiendo la electricidad con los vecinos continentales)* (Rifkin, 2011, 60). Igual que ahora se genera y comparte la información en internet.

En este línea, la industria energética convencional y las de TIC se han unido para crear las «Super Redes Inteligentes» (*Super Smart grid*) donde, aunque se captaría energía renovable, se volvería a la estructura convencional

2. El DPCA (*Distribution Power Coalition of América*) la define como cualquier tecnología de generación a pequeña escala que proporciona electricidad en puntos más cercanos al consumidor que la generación centralizada, y que se puede conectar directamente al consumidor o a la red de transporte o distribución.

de suministro energético: una producción concentrada (en espacios escogidos) y dependiente de red con una gestión unidireccional jerárquica hacia los usuarios.

Rifkin y Scheer consideran que estas estructuras son un paso atrás, y creen que supondrían un freno temporal y una limitación a la expansión de las ventajas (económicas, sociales y ecológicas) que ofrecen las energías renovables. Como apunta Scheer (2011, 275)

el modelo centralizado o descentralizado que se sitúe en primer plano, influyendo en las decisiones políticas previas, también decidirá a la aceleración o deceleración del cambio energético.

3. El impulso político

Partiendo de la situación actual, con las posibilidades que las nuevas tecnologías y las energías renovables ofrecen, y sabiendo hacia dónde queremos llegar (al 100% de suministro renovable), surge la pregunta de cómo realizar el cambio de sistema hacia las energías renovables de una forma más rápida y coherente. Y más en concreto, ¿cómo superar los obstáculos y dilaciones que promueven el sector energético tradicional y la economía neoliberal de mercado? En este sentido, para Rifkin y Scheer, ha llegado el momento de la acción política decidida. El cambio energético para ser más rápido y consolidado necesita de multitud de actores y un impulso político que supere los paradigmas económicos, culturales y sociales energéticos actuales.

Ante los argumentos del sector energético convencional de que cualquier acción política que favorezca o ponga en una posición de privilegio a las energías renovables supondría una injerencia en el libre mercado, los autores son bastantes claros. A lo largo de las páginas de sus libros, recuerdan que, en primer lugar, en la economía energética actual no existe libre competencia, sino más bien oligopolios energéticos. Por otro lado, y en segundo lugar, el sistema y la infraestructura energética actual solo ha sido posible gracias a las inversiones tanto del sector público como del sector privado, así como, gracias también a la protección política y legal de los gobiernos (a través de subvenciones, ayudas indirectas, incentivos, normativas favorables, etc.).

Tabla 1.

*Características de las energías convencionales y renovables.
Escenario ideal 100% energía renovable*

| Energías Convencionales | Energía Renovables | Escenario ideal: 100% Energía Renovable |
|---|---|---|
| Energía primaria comercial | Energía primaria no debe extraerse ni procesarse. | Energía primaria no comercial (gratis). |
| Localizaciones específicas. Necesita una gestión geopolítica continuada para garantizar su continuidad. | Diseminadas geográficamente en todo el globo. | Todos los países pueden obtener energía local (no se necesita importar). |
| Sus existencias son limitadas en espacio y tiempo. | Proviene en la mayoría de los casos de fuentes de energía inagotables aunque no continuo. | Suministro energético garantizado (gracias al desarrollo de unidades de almacenamiento). |
| Son contaminantes, | E misiones e impactos ambientales reducidos. | E misiones e impactos cercanos 0% |
| Tecnología compleja y costosa . | Tecnología cada vez más simple, barata y reproducible | Biomimesis: la inteligencia y eficiencia de los sistemas naturales se convierten en modelos para el desarrollo técnico. |
| Producción centralizada y consumo fijado. | Obtención de energía descentralizada para consumo energético descentralizado. | Energía de generación distribuida y descentralizada (a través de redes inteligentes). |
| Grandes instalaciones centralizadas. Monopolio energético: pocos proveedores y acumulación de capital. | Numerosas centrales pequeñas en emplazamientos múltiples cerca del consumo. | Múltiples proveedores y capital diseminado. Mercado desconcentrado: Liberalización global de la apropiación y transformación de la energía. |
| Gran infraestructura de transporte. | La energía primaria no requiere transporte: se produce donde se consume. | Costes de transporte cero. |
| Sistema de suministro cerrado. | Sistema de suministro abierto. | Se abre el espacio a múltiples emprendedores, nuevas formas de negocio etc. |
| El sistema requiere mucha inversión y concentración de capital: en infraestructura, transporte, seguridad energética, gasto militar, etc. | Costes tecnológicos de inversión en I+D todavía no amortizado. | Rendimientos a escala descendientes. |
| Esquemas de control y gestión centralizados verticales, unidireccionales descendentes, | Esquemas descentralizados y bidireccionales. | Democratización de la energía. |
| Numerosas líneas de alta tensión. | Reducción del tamaño y número de las líneas eléctrica | Nuevas formas de edificación |
| Redes energéticas globales | Redes continentales. | Redes continentales y locales. |
| Relación consumidor-productor: de confrontación. | Relación consumidor-productor: de colaboración. | Se busca el interés compartido. Autoconsumo. |
| Economía liberal neoclásica: mano invisible del mercado, interés propio. | Nuevas formas de economía y modelos de negocio: nuevas relaciones de distribución, tipos de producción y estructuras económicas mas sociales. Distribución de la riqueza. | Nueva economía basada en las leyes de la termodinámica. Economía ecológica. Capitalismo distribuido. |

Elaboración propia. Fuente: RIFKIN (2011) y SCHEER (2011).

Poniendo como ejemplo su experiencia como impulsor de la ley de Energías Renovables de Alemania, Scheer considera que una estrategia clara para el impulso político hacia las renovables, constaría de dos fases. Una primera fase que implicaría un consenso previo acerca de unos determinados puntos de partida sobre las energías renovables. Y una segunda fase que supondría el desarrollo de un marco legal apropiado.

Scheer considera que, antes de cualquier desarrollo normativo, hay que consensuar hacia dónde se quiere llegar. En este sentido apunta a que hay que fijar y tener consensuado previamente, cuál es la importancia de las energías renovables para el país, cuáles son las energías renovables que deben priorizarse, a través de qué tipos de política y la toma de conciencia de los actores implicados y su papel (Scheer, 2011, 20).

Sin embargo, cuando Scheer habla de «consenso básico» también precisa que este consenso no puede ser el de todos los afectados por el cambio energético. Esto solo sería posible si todos ganaran con el cambio. Pero en un cambio hacia un escenario 100% energías renovables, como el apuntado por Rifkin y Scheer, «los proveedores de energías convencionales pierden» (Scheer, 2011, 30). De ahí que para muchos, el cambio hacia las energías renovables, tendrá que ser impuesto. Intentar un consenso total de todos los afectados solo provocará retrasos en el cambio (es lo que Scheer llama «la parálisis del consenso»). Estos intentos de consensuar a todos, podrían explicar según Scheer, el fracaso de las cumbres climáticas internacionales como las de Copenhague (2009) y Durban (2011).

La segunda fase que apunta Scheer, consiste en «dar prioridad política a las energías renovables». Esto se llevaría a cabo desde un punto de vista legal y afectando a todo el sistema jurídico en general de un país. Este nuevo marco legislativo sería diseñado con una visión en el largo plazo. Se trataría de (Scheer, 2011, 190)

[...] establecer legalmente cuatro principios de orden público que corresponden al imperativo energético fundamentado en las leyes naturales y, a su vez, en los valores éticos y sociales:

1. La prioridad constante para las energías renovables en el mercado eléctrico.
2. La prioridad para las instalaciones de energías renovables en la política de ordenación territorial y en el plan general de ordenación urbana.

3. Una conversión fundamental de los impuestos energéticos hacia la tributación por contaminantes.
4. Un diseño convincente de la infraestructura energética como bien común en la que el suministro energético comunal juegue un papel decisivo.

Si bien Rifkin aplaude las iniciativas europeas como la Estrategia 20-20-20³ de la Comisión Europea para el año 2020, Scheer considera que, aunque los esfuerzos internacionales son importantes, el impulso político realmente efectivo solo puede imponerse a nivel de Estado, ya que afectaría a sus sistemas jurídicos. En este sentido, asume como más adecuado una estrategia nacional de cambio energético. Cada país tendrá que buscar la suya propia a partir de sus características específicas: sus distintas ofertas naturales, su desarrollo económico y tecnológico, las peculiaridades de su sistema jurídico y energético, etc. En definitiva para el cambio energético no existe una sola estrategia global aplicable para todos.

4. El escenario con 100% energías renovables: nuevos paradigmas económicos y sociales

Como hemos comentado anteriormente, las características de las energías renovables (con una producción y consumo distribuido, descentralizado y autónomo) ofrecen un escenario futuro con un 100% de energías renovables, lleno de nuevas perspectivas. En este sentido, se habla de la «democratización de la energía» (Rifkin, 2011, 154).

En primer lugar, porque los consumidores se convierten en los productores «in situ», gestores y usuarios de su propia energía. Ya no se necesitan grandes infraestructuras, ni técnicas complejas, ni emplazamientos selectos. Además, la toma de decisiones deja de ser centralizada (en las empresas eléctricas) jerárquica y unidireccional (de arriba hacia abajo). Se pasaría, según Scheer, de una sociedad energética «pasiva» a una sociedad energética «activa». El control sobre producción, distribución y reparto de ingreso puede verse desplazado a grupos sociales cada vez más amplios convirtiendo

3. La Estrategia 20-20-20 para el año 2020 tiene como objetivos: el 20% de reducción del consumo (sobre todo en edificios y transportes), el 20% de energías renovables, el 20% de reducción de emisiones.

todo el proceso de la producción de energía, en más transparente, más distributivo y democrático.

Como ya indicamos, uno de los pilares que Rifkin denomina la Tercera Revolución Industrial es el uso de las TIC, y en concreto internet, para convertir la red en una «interred energética». En este sentido la gente podría enviar la electricidad que le sobre, de vuelta a la red, para compartirla con otros usuarios en régimen de acceso abierto similar a compartir información en internet. Al igual que ha ocurrido con la rápida expansión del uso de las TIC y el fenómeno de internet, la combinación energías renovables-internet supondría una nueva forma de entender la economía de la energía y sus relaciones de transacción. Es lo que Rifkin denomina la era del «capitalismo distribuido» y «la economía colaborativa». Para este autor:

- Se trataría de una economía donde la relación entre compradores y vendedores tendría un carácter más de colaboración donde el interés propio se subsumiría en el interés compartido.
- Al ser las fases del proceso más descentralizado, daría lugar a un reparto más distributivo de la riqueza.
- Debido a los bajos costes de entrada, se favorece la aparición de nuevos actores y nuevos tipos de negocios distributivos y colaborativos. Se mezcla lo empresarial y lo cooperativo.
- La gestión de la energía se realizaría de una forma cooperativa y no con mecanismos de control y mando centralizados.
- Con la generación distribuida la energía y su posibilidad de compartir a través de la red, el concepto actual de las relaciones de mercado y de la propiedad de la energía quedaría obsoleto.
- Se pasaría de una economía globalizada a una «continentalizada», donde los conceptos «local» y «just in time» resurgen.

5. La conciencia ecológica del sistema

A pesar de las innumerables ventajas de las energías renovables (inagotables, verdes, locales, distributivas, etc.) y las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías aplicadas a su desarrollo, Rifkin considera que este nuevo escenario renovable no es totalmente perfecto. En este sentido, es importante tener en cuenta que las energías renovables no son 100% limpias ya

que en muchos casos necesitan de una estructura material determinada que puede contener elementos contaminantes o que escasean en la Tierra. Por otro lado, si los precios de las energías se redujeran tanto (fueran casi gratis) se podría provocar un crecimiento exponencial del consumo energético.

Rifkin considera que una economía de las energías renovables debe regirse por los principios asumidos por la rama de la economía denominada *economía ecológica*. En este sentido, la gran limitación del nuevo sistema energético renovable sigue siendo la misma que para el sistema de las energías convencionales: las leyes de la naturaleza. La economía ecológica parte de la base de que los procesos económicos (que no son más que un préstamo de energía y materiales de la naturaleza) no se rigen solo por «leyes» económicas y sociales sino que están afectados por principios y leyes de carácter biológico o físico. Un buen ejemplo serían los principios de la termodinámica (reguladores del comportamiento de la materia y la energía), que explicarían la relación entre medio ambiente y economía (Georgescu-Roegen, 1971).

Estos principios termodinámicos (la ley de conservación de la materia⁴ y la ley de la entropía⁵), recuerdan que la economía tiene unos límites biofísicos. El crecimiento ilimitado (basado en la sobreexplotación de recursos, incremento del consumo, aumento de residuos, etc.) puede provocar problemas ambientales críticos generando que la escala de la economía haya podido sobrepasar su tamaño sostenible. Si se sobrepasa este límite de sostenibilidad, esto puede afectar a la resiliencia⁶ de todo el sistema ecológico al que pertenece. Para la economía ecológica, la configuración sostenible y no sostenible de la economía implica el análisis exhaustivo de la escala y la composición de la actividad económica en términos de la clase y el volumen de extracciones que se hacen del medioambiente y de lo que se introduce en este en forma de residuos (Common y Stagl, 2008).

4. La ley de la conservación de la materia establece que la materia y la energía ni se crean ni se destruyen, solo se transforman. Por tanto, la actividad económica no produce ni consume nada sino que lo que hace es transformar las cosas.

5. La ley de la entropía establece que la materia y la energía se degradan continua e irreversiblemente desde una forma disponible (baja entropía) a otra no disponible (alta entropía), independientemente de que las usemos o no. La consecuencia económica de esta idea supone la existencia de límites en los recursos y en los procesos y la imposibilidad de sustituir infinitamente recursos agotables o agotados por nuevo capital o nuevas tecnologías.

6. En ecología de los ecosistemas, el término resiliencia indica la capacidad de estos de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, es decir, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado.

A modo de resumen Rifkin concluye que

[...] aunque tendremos que realizar una transición hacia energías renovables distribuidas será conveniente que utilicemos esas energías de manera más frugal para asegurarnos que no estamos malgastando la materia de baja entropía crucial para nuestra existencia. Desde una perspectiva termodinámica... hay que, por tanto, ajustar nuestras pautas de consumo para que vayan acorde con el calendario de reciclado de la naturaleza para vivir de una forma más sostenible en nuestro planeta... Nuestro límite presupuestario mayor son las restricciones de la naturaleza (Rifkin, 2011, 287).

La conciencia sobre los límites ecológicos debe permanecer en la economía y en la sociedad.

6. Conclusiones

Jeremy Rifkin y Hermann Scheer consideran que estamos en un momento histórico y clave donde se puede acelerar o definitivamente ralentizar el proceso de cambio hacia un sistema energético basado exclusivamente en las energías renovables. Ellos consideran posible y urgentemente necesario este nuevo escenario.

Sin embargo, este cambio de sistema energético no es fácil ya que supondrá una reestructuración del sistema energético actual, tanto en lo tecnológico, como en lo económico, lo social, lo político y, también, en cuanto a nuevos paradigmas y valores. Es por ello, que existe una gran resistencia al cambio por parte de la industria energética convencional, de algunas instituciones y gobiernos e, incluso, de una parte de la sociedad.

Para superar los impedimentos y acelerar la transición hacia el nuevo sistema energético se necesita, además de un número cada vez mayor de actores implicados, de un impulso político decidido por parte de los Estados. El impulso político se traduciría en la introducción de un nuevo marco legal general, que afectaría a todo el sistema jurídico y donde se privilegiaran a las energías renovables. No se necesitaría de un consenso global de todos los actores afectados. Existen razones ecológicas, éticas, sociales y económicas que fundamentarían que este impulso hacia las energías renovables fuera de carácter imperativo.

Las características de las energías renovables (locales, descentralizadas, verdes, etc.), sus nuevos desarrollos tecnológicos (la generación distribuida, las técnicas modulares, etc.) junto con el uso de las redes inteligentes (internet) para su gestión, dan lugar a una nueva forma de entender la economía (más distributiva, colaborativa), abriendo la puerta a nuevos actores, nuevas formas de propiedad y diferente tipos de negocios.

Sin embargo, es fundamental ser conscientes de que la economía es un subsistema de un sistema más amplio como es la biosfera. Esto tiene como consecuencia primera, que los procesos económicos no se rigen solo por «leyes» económicas y sociales sino que están afectados por principios y leyes de carácter biológico o físico. En este sentido, la economía debe tener en cuenta a la ecología (y sus límites) en sus modelos, en las relaciones económicas, en la forma de contabilizar los costes, en las pautas de consumo, etc.

Como en todos los procesos innovadores, y en todos los cambios de sistemas, la sociedad tiene un papel activo, en primer lugar, dando legitimidad política al desarrollo normativo que promueva el cambio. También actúa como elemento dinamizador, acelerador y expansivo del propio proceso innovador.

De una innovación técnica surge un movimiento social que se cimienta a nivel normativo y práctico en todos los sectores sociales, definiendo un nuevo estándar cultural... Estos desarrollos pueden impulsarse desde arriba, algo que pocas veces sucede, pero su despliegue solo se logra desde abajo, cuando la sociedad toma cartas en el asunto (Scheer, 2011, 169).

Bibliografía

- COMMON, M. y STAGL, S. (2008): *Introducción a la Economía Ecológica*, Barcelona, Editorial Reverté.
- GEORGESCU-ROEGER, N. (1971/1996): *La Ley de la Entropía y el proceso económico*, Madrid, Argenteria-Visor.
- RIFKIN, J. (2011): *La Tercera Revolución Industrial. Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo*, Barcelona, Editorial Paidós.
- SCHEER, H. (2011): *El imperativo energético, 100% ya: cómo hacer realidad el cambio integral hacia las energías renovables*, Barcelona, Icaria Editorial.

