

# ambienta



constituc4ón

## La transición ecológica



n.º 125  
Diciembre  
2018  
3 €

# Trabajamos en proyectos como Red-ITAA

chil innova Inicio | Documentos | Eventos | Fotos | Noticias | Blogs | Prensa | Ayuda Iniciar Sesión

Red-ITAA European Network of Innovation and Technology in the Agricultural and Food Sectors

HOME  
THE PROJECT  
PARTNERS  
ACTIVITIES  
RESULTS

Los miembros del proyecto

El objetivo general del proyecto es: El desarrollo de un portal de conocimiento para la Agroindustria en los tres países con la tecnología Web 2.0 y su uso como herramienta de apoyo a las organizaciones en este sector, con un enfoque de colaboración.

Mapa Satélite Aliviar

France  
Bay of Biscay  
Toulouse  
Marsel  
Andorra  
Zaragoza  
Barcelona  
España (Spain)  
Porto  
Portugal

SUDOE  
Programa de Cooperación Territorial  
Programme de Coopération Territoriale  
Territorial Cooperation Programme

RED-ITAA en imágenes

**Para que nuestro sistema agroalimentario  
y el medio ambiente sean más sostenibles:  
Todo es cuestión de conocimiento.**

**Conócelo en**

**<http://www.chil.org/innova/group/red-ita>**

**y piensa lo que puedes hacer con él.  
Verás que es mucho**

**ambienta****125 / Diciembre 2018****Edita:**

Secretaría General Técnica  
Ministerio para la Transición  
Ecológica

**Directora de la Revista:**

Maribel del Álamo Gómez

**Portada:**

Roberto Anguita  
Álvaro López

**Redacción:**

Plaza de San Juan de la Cruz, s/n.  
28071 Madrid  
Tel.: 91 597 67 96

**Consejo Asesor:**

Presidenta:  
Ana Belén San Martín Ontoria  
Secretaria General Técnica

**Vocales:**

Maribel del Álamo Gómez  
Antonio Gómez Sal  
Esteban Hernández Bermejo  
Carlos Hernández Díaz Ambrona  
Fernando López Ramón  
Eduardo Martínez de Pisón  
Ángel Menéndez Rexach



Depósito Legal: M-22694-2001

ISSN: 1577-9491

NIPO: 013-17-064-1

NIPO WEB: 013-17-065-7

Esta Publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas. Esta revista se imprime en papel 100% reciclado.

---

**02** **Escriben en este número de Ambianta**

---

**04** **Transición ecológica, un desafío cultural**  
**Víctor Viñuales**

---

**10** **Poner en el centro la vida**  
**Fernando Prats**

---

**20** **La transición energética**  
**Pedro Linares**

---

**32** **Educación ambiental y transición ecológica**  
**María Novo**

---

**42** **Los beneficios económicos y ambientales de una Reforma Fiscal Ecológica**  
**Jaume Freire**

---

**50** **Bioeconomía: el diseño de un cambio de rumbo**  
**María Victoria Mestre**

---

**68** **Transición energética: un salto cualitativo en el proceso democrático**  
**Susana Galera**

---

**86** **La transición ecológica: definición y trayectorias complejas**  
**Ernest Garcia**

---





**Jaume Freire González**

Doctor en Economía Aplicada por la Universidad Autónoma de Barcelona. Actualmente es investigador Marie Curie en ENT Environment and Management. Ha trabajado como investigador en el Departamento de Economía de la Universidad de Harvard y en el Environmental Change Institute de la Universidad de Oxford. También ha sido consultor para diversos Gobiernos y organismos internacionales. Su trabajo se focaliza en las interacciones entre la economía y el medio ambiente desde la perspectiva de la economía ecológica y ambiental. Sus principales áreas de especialización son la economía de la energía y del cambio climático, la economía del agua y la fiscalidad ambiental. Es experto en el uso de métodos de modelización económica aplicada como la econometría, el análisis *input-output* o la modelización de equilibrio general computable para la evaluación de políticas económicas y ambientales.



**Susana Galera Rodrigo**

Profesora Titular de Derecho Administrativo de la URJC, y coordinadora del proyecto GLOCAL-RES. Su perfil investigador lo ha desarrollado, en centros españoles y extranjeros, sobre el Derecho de la UE, Urbanismo y Medio Ambiente y Energía y Clima, lo que ha resultado en numerosas publicaciones –libros, artículos, informes, comunicaciones...–. Su último trabajo, como autora y coordinadora, junto con la Dra. Mar Gómez, es *Políticas Locales de Clima y Energía. Teoría y Práctica*, INAP 2018 –de descarga gratuita en formato *e-book*– que ha reunido más de una veintena de contribuciones y una treintena de estudios de caso. Actúa eventualmente como Experta para instituciones, nacionales y europeas, en temas de su especialidad.



**Ernest Garcia**

Alicante, 1948. Catedrático de sociología de la Universitat de València. Coordinador del grupo de investigación ESDESOST (Estudis de Sostenibilitat). Algunos de sus libros: *El trampolí faustic: ciència, mite i poder en el desenvolupament sostenible* (1995); *Medio ambiente y sociedad: la civilización industrial y los límites del planeta* (2004); *Transitioning to a Post-Carbon Society: Degrowth, Austerity and Wellbeing* (2017). Ha sido miembro del comité de coordinación del Environment & Society Network de la ESA (European Sociological Association, 2003-2009). Ha sido profesor invitado en varias universidades, entre ellas la Université de Paris 1 (Panthéon-Sorbonne) y la Université de Caen-Normandie.



**Pedro Linares Llamas**

Profesor Propio (Catedrático) de Organización Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, director de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad, y co-fundador y director de *Economics for Energy*. Investigador del Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) e Investigador Asociado en MIT CEEP. Actualmente es Director de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Pontificia Comillas. Es miembro de AEEE-IAEE y la International Society on MCDM. “En lo que respecta a mi docencia e investigación, me gusta definirme como aprendiz de todo (aceptando por supuesto el lado negativo del asunto). Me interesan muchos temas, casi todos conectados con una idea amplia de sostenibilidad, entendida como un concepto integral que abarca la economía, el medio ambiente, el capital social, la innovación, y la justicia. Dedico la mayoría de mi investigación a estudiar la relación entre la energía, la economía y el medio ambiente, y en particular las políticas energéticas sostenibles, la eficiencia energética, y los modelos energéticos.”



### **Mª Victoria Mestre Martínez**

Experta en medio ambiente y desarrollo sostenible, con especial atención a las cuestiones sobre cambio climático y energías renovables.

Doctora en Economía, Programa de Doctorado Interuniversitario sobre Economía, Gestión de la Innovación y Políticas Tecnológicas (Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Complutense de Madrid y Universidad Politécnica de Madrid, 2017). Tesis Doctoral: *Combustibles renovables. Potencial y límites al desarrollo endógeno de los biocarburantes: el caso específico de la Comunidad Autónoma de Madrid*.

Diploma Estudios Avanzados en el Programa de Doctorado Interuniversitario sobre Economía, Gestión de la Innovación y Políticas Tecnológicas (Facultad CC. Económicas de la UAM, 2005).

Licenciatura Ciencias Biológicas, especialidad Biología Ambiental (Universidad Autónoma de Madrid, 1987).

Miembro del equipo técnico del Área de Estudios y Análisis del Consejo Económico y Social desde 1993, colaborando en la redacción de la Memoria anual del CES.



### **María Novo**

Es Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación. Catedrática Titular de la Cátedra UNESCO de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la UNED. Escritora y conferenciante. En su larga trayectoria profesional, ha desarrollado una amplia labor como docente e investigadora en temas emergentes (educación ambiental, sostenibilidad, nuevo paradigma, ecofeminismo, complejidad...) que ha dado como fruto numerosas publicaciones científicas de ámbito nacional e internacional. Ha publicado 26 libros, entre los que se incluyen tratados y ensayos, poesía y narrativa. Directora del Proyecto EcoArte para la integración de ciencia y arte en las cuestiones ambientales. Miembro de la Junta Directiva del Capítulo Español del Club de Roma. Miembro del Foro Transiciones. Premio Internacional N'aitum por su actividad profesional. Asesora Especial de la *Earth Charter Internacional*.



### **Fernando Prats Palazuelo**

Arquitecto urbanista. Socio fundador de AUIA, ha sido director de estrategias integrales para la sostenibilidad en España y asesor del Centro Complutense (UCM) de Estudios e Información Medioambiental para el programa Cambio Global España 2020/50. Coautor del de los libros "La Gran Encrucijada. Sobre la crisis ecosocial y el cambio de ciclo histórico" y "Ciudades en movimiento. Avances y contradicciones de las políticas municipalistas ante las transiciones ecosociales".

Pertenece al Patronato de las fundaciones FUHEM y Renovables, al Foro Transiciones, al Grupo de Trabajo sobre Rehabilitación (GTR), al Consejo Asesor de la Revista Ciudades Sostenibles y del Observatorio Ciudad 3R, al Consejo Español para las Buenas Prácticas Urbanas del Programa Hábitat de NNUU y al Comité Asesor de la Asociación Sostenibilidad y Arquitectura (ASA).



### **Víctor Viñuales Edo**

Sociólogo, cofundador y Director de Ecología y Desarrollo. Vicepresidente de la Red Española del Pacto Mundial, miembro del Consejo Social de INDITEX y del Panel de Expertos en sostenibilidad de Sol Meliá. Profesor asociado del Programa Superior de Dirección en Responsabilidad Corporativa de IE Business School desde 2007. Miembro del Consejo Asesor de la Fundación Biodiversidad. Miembro del Consejo Asesor de Triodos Bank España, del Consejo Asesor de CREAS Fondo Social. Es miembro del Consejo Asesor del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento del Gobierno de España, del Panel de Consulta en Transparencia y Escucha Activa de Ecoembes y miembro del Consejo Asesor de la Fundación Hazlo posible.

Es autor de Caja de herramientas para los constructores del cambio (2008); y cofundador de "Sabores Próximos", empresa de agricultura ecológica.

# Transición ecológica: un desafío cultural

**Víctor Viñuales Edo**

Director Ejecutivo de ECODES

La transición ecológica es un viaje. Un viaje desde la economía en guerra con la naturaleza que tenemos hoy a una economía reconciliada con la biosfera. Un viaje muy necesario y urgente.

Y en cualquier viaje nada hay más necesario que determinar con claridad adonde queremos ir. Una falta de precisión en este asunto hará que perdamos muchas energías y mucho tiempo zigzagueando.

En realidad, después de varias cumbres sobre el Desarrollo Sostenible, desde los años 90 sabemos bastante bien cuál es la economía que necesitamos:

- Una economía baja en carbono, porque hemos sobrecargado nuestra delgada atmósfera de más gases de efecto invernadero de lo que deberíamos.
- Una economía circular, en la que no haya residuos que dañen la biosfera. Es decir, una economía que imite a la naturaleza, consiguiendo así una auténtica biomímesis.
- Y también necesitamos una economía inclusiva en la que los anteriores objetivos no se alcancen en perjuicio de los más desfavorecidos. Si es así, no sería durable.

Dados los números de los problemas actuales, lograr completar esta transición hacia ese nuevo modelo económico no es nada fácil. En realidad es muy difícil porque, en muy poco tiempo, tenemos que cambiar leyes, tecnologías y hábitos sociales en todo el planeta. Estamos pues ante un enorme desafío. El desafío de nuestra generación, la última que puede hacer algo significativo para frenar el cambio climático en curso.

Pero para ello necesitamos metas claras y no las muy frecuentes declaraciones genéricas electorales que por su carácter impreciso se alcanzan siempre. “Promover las energías renovables” es una declaración intencional y muy poco útil. “Lograr reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 90% “ ayuda mucho más a organizar la acción.

Sin embargo esa concreción de la meta debe ir también acompañada de una concreción del plazo de tiempo en que la queremos conseguir. No es lo mismo plantear alcanzar el objetivo del vertido cero en 10 años que en 20. La concreción de en qué tiempo queremos alcanzar las metas es fundamental.

Y dado que somos un país de cultura latina y muy dados a procrastinar, bueno será que combinemos los objetivos a largo plazo con los objetivos a corto plazo. El proceder co-



mún de muchas autoridades públicas es aceptar objetivos ambiciosos a muy largo plazo, pero no están tan dispuestas a realizar acciones congruentes con ese objetivo en el año en curso.

“Resueltas” la determinación de las metas a lograr y el plazo de tiempo en el que debemos alcanzarlas, queda afrontar una gran pregunta: ¿Cómo movilizar la voluntad colectiva de la sociedad para realizar la transición ecológica? Y esta es la pregunta clave porque el desafío es tan enorme que, si no logramos movilizar esa voluntad colectiva de la sociedad, la transición ecológica no tendrá éxito.

Muchas personas piensan que esa transición depende del cambio de unas tecnologías por otras o de la aprobación de tal o cual legislación ambiental. Desde mi punto de vista ambos cambios son muy importantes, pero el determinante sustantivo para el éxito o fracaso de la transición ecológica depende, sobre todo, de nuestra capacidad para haber movilizado la voluntad colectiva. Y los factores

culturales y sociales son claves en esa movilización. Veamos los más importantes.

## LA MOVILIZACIÓN DE LOS PIONEROS

Como el cambio social funciona por imitación, es muy importante movilizar y articular a los pioneros, esa minoría que, desafiando las costumbres aceptadas, arriesga e innova.

Esos pioneros están en los distintos lugares de la sociedad: en las Administraciones Públicas, en las empresas, en las ONG, en la universidad... En todos los ámbitos de la sociedad existe esa minoría abierta a los cambios y la innovación. Su movimiento empuja el movimiento de la sociedad.

Lograr su complicitad en el proceso es fundamental para provocar un efecto “bola de nieve”. El “alud del cambio social” no llegará sin movilizar primero la “bola de nieve” que significan las personas pioneras, las empresas pioneras, las administraciones públicas pioneras...

Si no logramos movilizar la voluntad colectiva de la sociedad, la transición ecológica no tendrá éxito. Foto: Álvaro López.

La transición hacia ese nuevo modelo económico es muy difícil porque, en muy poco tiempo, tenemos que cambiar leyes, tecnologías y hábitos sociales en todo el planeta. Estamos pues ante un enorme desafío. El desafío de nuestra generación, la última que puede hacer algo significativo para frenar el cambio climático en curso

#### UNA CULTURA DE COOPERACIÓN MULTIACTOR

Necesitamos realizar profundos cambios normativos, tecnológicos y culturales. Eso solo será posible con la cooperación para buenos fines entre los principales actores del cambio: administraciones públicas, empresas, ONG, medios de comunicación, centros de conocimiento... El Objetivo de Desarrollo Sostenible 17 es el de las alianzas. Sin alianzas para el cambio, no habrá cambio sustantivo. Eso exige realizar una cura de humildad, no hay ningún actor que pueda protagonizar el cambio en soledad. El desafío es enorme y solo la cooperación para buenos fines puede hacer que tengamos opciones de afrontarlo con éxito.

Esa cultura de cooperación no está tan extendida en la sociedad española, más proclive a buscar culpables que a buscar soluciones y más inclinada a practicar la resta y la división que la suma y la multiplicación.

#### EJEMPLARIDAD PÚBLICA

Las administraciones públicas crearán incentivos para el cambio. Pero no bastarán. También tendrán que crear nuevas regulaciones y nue-



vos impuestos y, además, tendrán que prohibir algunas actividades, tecnologías o productos concretos. Eso creará tensiones en distintos sectores económicos o sociales.

La mejor manera de paliar esas controversias sociales, a veces inevitables, es que las autoridades públicas practiquen lo que predicán, lo que piden que la sociedad haga. ¿Qué supone



Con el cambio climático pasa como con las enfermedades más mortales: que cuando están en una fase incipiente son fáciles de curar y cuando aplazamos las terapias necesarias la curación se hace progresivamente más difícil.  
Foto: Álvaro López.



esta ejemplaridad pública? Eficiencia energética en los edificios públicos, eliminación de los plásticos de un solo uso... Nada complicado, pero una ruptura respecto a la inercia administrativa de, en general, incumplir las leyes que elabora. Si no lo hacen y solo ejercen el poder pero no se ganan la autoridad, deteriorarán la confianza de la sociedad. Y sin la confianza de los gobernados no podrán liderar el cambio.

## CULTURA DE CORRESPONSABILIDAD

Con frecuencia en España es usual ser muy exigente con la responsabilidad de los otros y muy laxo al afrontar las propias responsabilidades. Las culpas las tienen los otros. El desafío ante el que estamos exige que todas las personas y todos los actores económicos, sociales e institu-

**Muchas personas piensan que esa transición depende del cambio de unas tecnologías por otras o de la aprobación de tal o cual legislación ambiental. Desde mi punto de vista ambos cambios son muy importantes, pero el determinante sustantivo para el éxito o fracaso de la transición ecológica depende, sobre todo, de nuestra capacidad para haber movilizado la voluntad colectiva. Y los factores culturales y sociales son claves en esa movilización**

cionales se comprometan con el cambio, cada cual con su cuota parte de responsabilidad. Las responsabilidades son diferenciadas, pero es muy importante que toda la sociedad sienta que forma parte del problema y que, por tanto, tiene que formar parte de la solución.

### SENTIDO DE URGENCIA

Frente al cambio climático llevamos demasiadas décadas procrastinando. Hace tiempo que sabemos lo que deberíamos hacer y por razones de conveniencia económica y/o política hemos ido retrasando una y otra vez decisiones necesarias. Esa cadena de aplazamientos debe acabar, debemos enfrentarnos con los ojos abiertos a los problemas existentes y a las consecuencias que tiene ignorarlos.

Con el cambio climático y con muchos de los problemas ambientales pasa como con alguna de las enfermedades más mortales: que cuando están en una fase incipiente son fáciles de curar y cuando aplazamos las terapias necesarias la curación se hace progresivamente más difícil.

Esa deriva de inacción debe concluir y eso pasa por generar un sentido de urgencia en la agenda pública. En las graves crisis de salud personales, todas las personas, sintiendo que peligra su existencia, reprograman sus días y sus prioridades y se concentran con urgencia en lo prioritario: su propia existencia, su seguridad más primaria, su vida. Nuestro planeta está sufriendo un “fallo multiorgánico” y los seres humanos que lo habitamos debemos reaccionar, de forma proporcional a la gravedad del problema, con determinación y urgencia.

### CREAR CIUDADANÍA GLOBAL

Los bienes comunes que permiten la vida en la Tierra están amenazados. La atmósfera está cargándose de gases que dañan gravemente la vida humana en el planeta. Los océanos están perdiendo su vitalidad, los bosques siguen disminuyendo, las especies animales y vegetales también, el Ártico y la Antártida están en problemas... Esos daños en los bienes comunes del planeta afectan de forma desigual, pero crecientemente grave, a unos u otros países. Pero ningún país, por sí solo, puede solucionar los problemas comunes de la humanidad. Cada país, en proporción a su responsabilidad en la generación de los problemas, debe asumir su cuota parte de responsabilidad y cooperar lealmente con los otros países para afrontar los problemas globales.

Pero para que eso ocurra las personas de un país deben sentirse ciudadanos de un solo mundo que comparten los problemas y las soluciones. Pero estamos asistiendo en sentido contrario, a movimientos crecientes de tribalización. Primero mi tribu, mi bandera, mi religión, mi raza, mi lengua... Es preciso generar un sentimiento de pertenencia a un planeta común, una ciudadanía global. No va a ser fácil.

### CAMBIAR LOS DIOSOS Y LOS SUEÑOS

Lo dijo en su momento Erich Fromm: tener o ser. La economía actual, la capitalista y también



de los antiguos países del socialismo real, se ha basado en el consumismo. Eres lo que consumes, lo que tienes. Si seguimos identificando que nuestro bienestar y nuestra felicidad pasa por poseer cuantos más bienes materiales mejor..., no habrá transición ecológica. Debemos cambiar “los dioses” y debemos cambiar nuestros sueños. Más no es mejor. Consumir no es derrochar. El cambio ambiental debe ir acompañado del cambio mental.

En ese cambio de valores las acciones de las ONG son muy importantes, la línea editorial de los medios de comunicación, también. Y ojalá que las religiones se sumen y contribuyan de forma significativa. La encíclica *Laudato Sí*, del Papa Francisco, y algunas declaraciones de líderes musulmanes, permiten tener esperanzas en ese sentido.

## GESTIONAR LA ESPERANZA

Si hay que movilizar la voluntad colectiva, la dosis de esperanza presente en el cuerpo social es el factor determinante. Donde no hay esperanza, habrá siempre un déficit de voluntad. Y en este punto la sociedad española y la mundial

tienen un serio problema. Las evidencias sobre el avance del cambio climático se acumulan y, además, la sociedad percibe con claridad el enorme desafío que implica lograr que la temperatura no suba más de grado y medio sobre los niveles preindustriales. En consecuencia: la esperanza mengua y la voluntad, muy contagiada por ella, se marchita.

Gestionar la esperanza, por tanto, pasa a ser “una tarea de estado”. André Malraux decía que el motor de la revolución es la esperanza. Estamos inmersos en una gran revolución tecnológica, económica y social y el motor de esa revolución, como nos recordaba el escritor francés, es la esperanza. Sin esperanza no lograremos realizar la transición ecológica en el tiempo debido.

Estos factores culturales y sociales que he mencionado líneas arriba son más difíciles de visibilizar que una placa solar o un automóvil eléctrico. Además no aparecen en los presupuestos públicos. Por eso, a pesar de que son factores críticos para el cambio, con frecuencia se infravaloran. Por favor, no lo hagamos en esta ocasión. Nos jugamos mucho. Hagámoslo bien. ♣

Los bienes comunes que permiten la vida en la Tierra están amenazados. Son muchas las especies animales y vegetales en peligro de extinción. Visión europeo. Foto: J.L. Rodríguez. Fototeca CENEAM.

# Sobre la crisis ecosocial y el cambio de ciclo histórico

## Poner en el centro la vida<sup>1,2</sup>

**Fernando Prats**

Arquitecto y urbanista y miembro del Foro Transiciones<sup>3</sup> y de la Fundación Renovables

*“Pronto será demasiado tarde para cambiar el rumbo de la actual trayectoria que nos lleva al fracaso y nos estamos quedando sin tiempo”.*

*Segundo Llamamiento Mundial de la comunidad científica. 15.368 signatarios de 184 países. 2017.*

Vivimos tiempos en los que nuestra generación tiene la responsabilidad de hacer frente a una crisis ecológica capaz de determinar el devenir de la humanidad sobre el planeta. Como ya advertían los nobel en Estocolmo (2011), los patrones de insostenibilidad en la producción, consumo y crecimiento demográfico desbordan ya los límites biofísicos del planeta y los tiempos para las dilaciones se han acabado.

Superada, con la sonada excepción del Presidente Trump, la negación de la existencia de la crisis ecológica y su relación con la actividad humana y más allá de las complejas contradicciones que atraviesan el mundo, adquiere ahora importancia central el debate sobre el “qué

hacer” ante los desafíos ecosociales. Porque hemos de aceptar que sabemos lo suficiente para empezar a transformar una realidad en la que la vida, tal y como la conocemos, está en peligro por primera vez en la historia de la humanidad.

### AFRONTAMOS UN CAMBIO DE CICLO HISTÓRICO

Todo apunta a que afrontamos un cambio global en el que la crisis ecológica y la amenaza de colapso ecosocial son reales, sus tiempos, críticos y las medidas adoptadas hasta ahora, insuficientes.

La información facilitada por los principales paneles internacionales de expertos [Naciones Unidas (NNUU), Unión Europea (UE), Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y mundo académico] apuntaría las siguientes consideraciones generales:

- Estamos asistiendo a un cambio de época condicionado por el desbordamiento de los límites de biocapacidad del planeta.
- Tal desbordamiento se relaciona con los impactos ecológicos generados por un tipo

<sup>1</sup> Referente central del Encuentro de Quorum Global en Málaga en octubre de 2018.

<sup>2</sup> Este artículo actualiza el texto de “La Gran Encrucijada” publicado en Ciudad Sostenible en 12-2016.

<sup>3</sup> El Foro Transiciones es un think tank transdisciplinar y plural impulsado por las Fundaciones Conama y Fuhem.



de desarrollo basado en lógicas de acumulación capital (de Mercado y Estado) y de consumo ilimitados en un planeta finito, vigentes en las principales economías mundiales (China, Estados Unidos, UE, Japón, India y Rusia).

- De no modificar dichas lógicas a tiempo, los procesos de deterioro de los sistemas que sostienen la vida, tal y como la conocemos, acabarán conduciendo a una crisis civilizatoria.

Y, en ese marco, la aportación de ciertos avances tecnocientíficos (economía circular, ecoeficiencia, sistemas de energías renovables, etcétera), siendo fundamental, se muestra insuficiente para resolver por sí misma y en el tiempo disponible la creciente extralimitación ecológica; es más, en muchas ocasiones, el despliegue

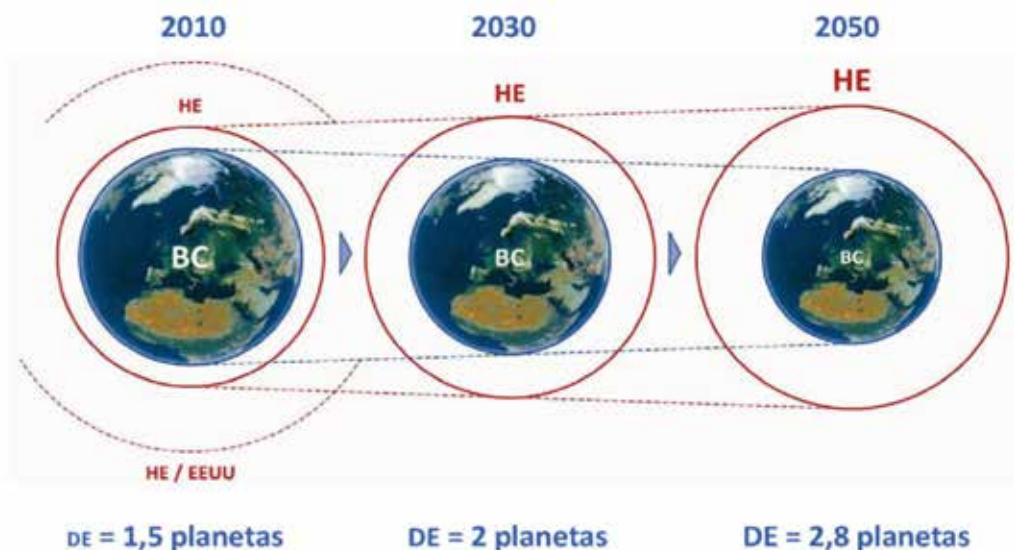
del I+D al servicio de las lógicas económicas vigentes constituye uno de los vectores de generación de insostenibilidad ecológica más importantes.

En todo caso, los tiempos para afrontar el cambio son muy cortos y los compromisos alcanzados hasta el momento resultan insuficientes. La información disponible advierte sobre la evolu-

Las ciudades concentran la mitad de la población y más del 70% de la economía, el consumo energético y las emisiones que afectan al clima. Foto Álvaro López.

Todo apunta a que afrontamos un cambio global en el que la crisis ecológica y la amenaza de colapso ecosocial son reales, sus tiempos, críticos y las medidas adoptadas hasta ahora, insuficientes

Figura 1. El desbordamiento de la huella ecológica con relación a la biocapacidad del planeta



HE: Huella Ecológica / BC: Biocapacidad / DE: Desbordamiento Ecológico  
 Fuente: Elaboración propia a partir de WWF (2010), *Informe Planeta Vivo 2010*.

ción crítica de los ciclos vitales y la inviabilidad de los escenarios tendenciales de futuro si no se acometen transformaciones más profundas que las comprometidas hasta ahora<sup>4</sup>. En la figura 1 se muestra como la huella ecológica de la humanidad (HE) sigue expandiéndose, desbordando la biocapacidad (BC) de la Tierra y aumentando tendencialmente el desbordamiento ecológico (DE=HE/BC).

### NUEVOS PARADIGMAS PARA UNA TRANSICIÓN SIN PRECEDENTES CON CARÁCTER DE EXCEPCIÓN Y URGENCIA

Es necesario alumbrar relatos y nuevos consensos sociales sobre el cambio como transición, basados en nuevos paradigmas, escalas temporales, principios y estrategias que articulen con

<sup>4</sup> Entre otros informes, cabe mencionar por su reconocimiento e influencia: la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, de Naciones Unidas, en 2005; el estudio sobre los límites planetarios *Planetary Boundaries*, coordinado en 2009 por la Universidad de Estocolmo; el documento *Resilient People, Resilient Planet*, de Naciones Unidas para la Cumbre de Río + 20 en 2012; los sucesivos informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) para la Cumbre del Clima de París (2015) o la nueva edición del *Informe de la ONU sobre Desarrollo Sostenible Mundial* que será publicado en 2019.

carácter excepcional y urgente temáticas diversas, desde lo local hasta lo global, desde ahora a mediados de siglo.

Si afrontamos un nuevo ciclo histórico y se plantea reconducir los escenarios más duros de la crisis ecosocial, se requieren relatos y paradigmas que alumbren nuevas perspectivas y acuerdos con los que empezar a construir un futuro diferente. Desde el panorama científico y social, se ha ido afirmando la necesidad de repensar los principios civilizatorios a partir de algunas consideraciones fundamentales: vida digna (democrática y suficiente), justa (incluyente) y segura (saludable y compatible con los límites de la biosfera).

En la figura 2, se representa esa nueva mirada proyectada por K. Raworth en *Definir un espacio más seguro y justo para la humanidad* (2013) para el Worldwatch Institute, donde se aboga por avanzar hacia un espacio ecosocial con un “suelo” conformado por derechos universales y un “techo” de seguridad configurado por los límites ecológicos del planeta. Lógicamente, en un espacio así las desigualdades habrían de ser reducidas y la democracia, entendida como pacto colectivo de convivencia pacífica, mucho

Figura 2. El espacio seguro y justo para la humanidad de K. Raworth



Fuente: “Definir un espacio seguro y justo para la humanidad”, informe Worldwatch Institute, 2013.

más profunda, regulada y alejada de las tesis neoliberales.

En todo caso, hay que contemplar el cambio de ciclo histórico como una transición compleja de “ciclo largo”, cuyo signo dependerá de nuestra capacidad de reaccionar a tiempo y con la profundidad debida para tratar de alumbrar estadios sociales basados en la reformulación ética, política y económica de los paradigmas que actualmente orientan el comportamiento entre los seres humanos y hacia el planeta.

Pero, también existe la imperiosa necesidad de abordar un “ciclo corto” –un periodo de excepción y urgencia– para afrontar las amenazas inmediatas que se ciernen en los campos de la energía-clima-naturaleza-alimentación. Dicha apuesta obligaría a iniciar ya cambios socioeconómicos de envergadura que afectarían a la dimensión y organización espacial del binomio energía/economía, a su adaptación al cambio climático y que habrían de culminar en tres o cuatro décadas.

Asimismo, este primer ciclo debería adoptar transformaciones para: garantizar alimentación suficiente para unos 9600 millones de habitantes; reformular la distribución/socialización de los recursos/riqueza para alcanzar una mayor justicia social y disponer de medios para afrontar el cambio; impulsar la agroecología y las dietas correspondientes; transformar las ciudades y los patrones territoriales en clave sostenible; corregir los impactos más graves/urgentes que están impidiendo la recuperación de los sistemas y ciclos naturales; y aumentar la resiliencia frente a unos cambios climáticos y ecológicos que ya están en marcha.

**AFRONTAR INMEDIATAMENTE  
LOS DESAFÍOS DEL BINOMIO  
ENERGÍA-CLIMA**

La urgencia por afrontar los desafíos relacionados con la energía y el cambio climático reclamaría adoptar medidas excepcionales para

La urgencia por afrontar los desafíos relacionados con la energía y el cambio climático reclamaría adoptar medidas excepcionales para conseguir transformaciones estructurales que permitan alcanzar escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero “casi 0” a mediados de siglo. Tales escenarios han de basarse en menores necesidades de consumo, multiplicar la eficiencia y sistemas renovables

conseguir transformaciones estructurales que permitan alcanzar escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero “casi 0” a mediados de siglo. Tales escenarios han de basarse en menores necesidades de consumo, multiplicar la eficiencia y sistemas renovables.

La relación energía-clima es estructural y representa un doble desafío que ha de ser afrontado urgentemente atendiendo a:

- El final de la era de la disponibilidad de energía abundante y barata basada en los combustibles fósiles (en torno al 80% de la energía consumida actualmente en el mundo procede de dichos combustibles).
- El progresivo desbordamiento de la capacidad de asimilación de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, que, originados mayoritariamente por la quema de tales combustibles, se está traduciendo en un creciente “calentamiento global” asociado a procesos de “cambio climático”, que ya están distorsionando las bases de la vida actual en el planeta.

En relación al final de la energía abundante y barata, baste decir que, según la Agencia In-

ternacional de la Energía (OCDE), el punto de máxima producción petrolífera se produjo en 2005/2006 y que, más allá de las coyunturas de los mercados, los nuevos yacimientos (a costes viables) son insuficientes para cubrir el aumento de la correspondiente demanda prevista para 2050, lo que requeriría que dos tercios de la misma habría de ser cubierta con combustibles no convencionales.

A la vez, las tasas de retorno energético (TRE o cantidad de energía obtenida por cada unidad invertida para dicha obtención) se van reduciendo en los combustibles convencionales a medida que las extracciones son más complejas, pasando de 100 a 20 unidades obtenidas por cada unidad invertida, en un contexto en el que las TRE de las energías renovables, siendo significativamente menores, no posibilitan sustituciones “a la par” con los combustibles tradicionales.

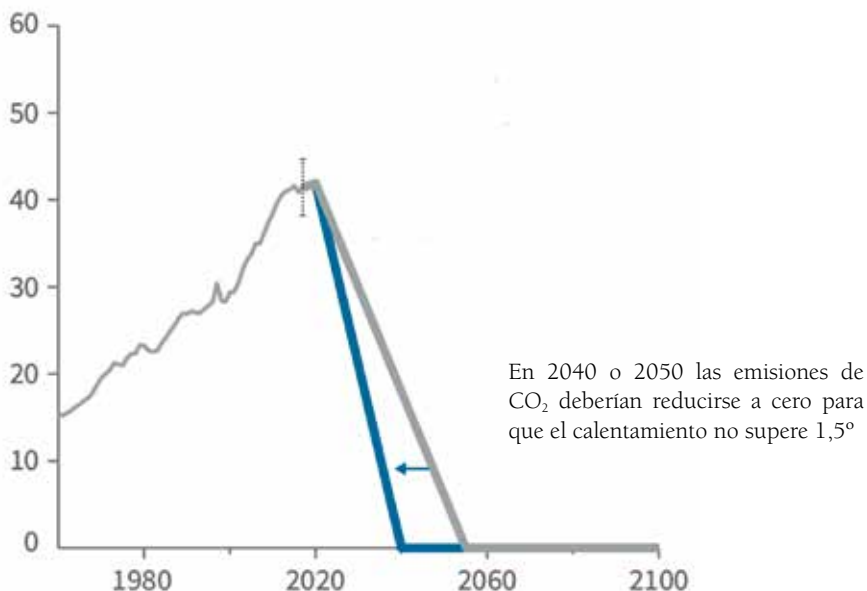
Con relación al cambio climático, la principal amenaza para la humanidad a medio plazo, los acuerdos (ni vinculantes ni concretos) de la Cumbre de París (COP 2015), según el *Informe especial de la Agencia Internacional de la Energía 2015*, se traducen en aumentos de temperatura de +2,6° C (otras fuentes apuntan a los 3°C) y de +3,5° C a finales de este y del próximo siglo (sin imputar posibles “cambios abruptos” a partir de entre +1,5° C y +2° C). En la figura 3 se grafía la radicalidad del cambio necesario en materia de emisiones de gases de efecto invernadero para alcanzar los objetivos deseados a mediados de siglo.

En España, el binomio energía-cambio climático se ha convertido en un tema capital, toda vez que el país presenta vulnerabilidades muy fuertes ante ambos factores. Para abordar el cambio de modelo energético y la incidencia de sus derivadas climáticas son precisas medidas con criterios de excepcionalidad y urgencia:

- Conferir a la cuestión energético-climática el tratamiento jurídico-constitucional que permita abordar los objetivos planteados



Figura 3. El necesario decrecimiento de los gases de efecto invernadero (GEI) a mediados de siglo (en gigatoneladas)



Fuente: IPCC.

por el Parlamento del país. Complementariamente, sería urgente formular una Estrategia Integral Energética-Climática 2020/2030/2050 (EIE/C-20/30/50) que permitiera alcanzar escenarios de descarbonización general antes de mediados de siglo y, a la vez, impulsar con fuerza el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).

- Dicha estrategia habría de considerar el ciclo energético-climático completo, desde la generación y el consumo de los sectores socioeconómicos clave, hasta los impactos generados y la cuestión de la resiliencia frente al cambio climático. Además, debería compatibilizar las demandas para cubrir las necesidades sociales y transformar los sistemas energéticos y los procesos productivos con el mantenimiento, dentro de ciertos límites, del consumo energético y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).
- Abordar los programas derivados de la EIE/C-20/30/50 y del PNACC, para con-

seguir llevar a la práctica las transformaciones precisas en los tiempos necesarios, constituye un enorme reto con medidas de envergadura en el plano político, jurídico, científico y económico, incluida la facultad de intervenir sobre los sectores energético y financiero, hoy en régimen de oligopolio. En ese marco, el papel de las administraciones públicas sería esencial y sería precisa una estrecha coordinación con una Unión Europea más beligerante, entre todas las instituciones y con el resto de los actores energéticos y económicos del país.

### LOS TERRITORIOS, LAS CIUDADES Y LAS CIUDADANÍAS SON MUY IMPORTANTES

Ante la dimensión del desafío ecosocial, hay que mirar hacia los territorios y las ciudades, pues constituyen los espacios clave del metabolismo humano y concentran el potencial transformador de unas ciudadanías con capacidad de inducir profundos cambios éticos, culturales, políticos y socioeconómicos.

**Ante la dimensión del desafío ecosocial, hay que mirar hacia los territorios y las ciudades, pues constituyen los espacios clave del metabolismo humano y concentran el potencial transformador de unas ciudadanías con capacidad de inducir profundos cambios éticos, culturales, políticos y socioeconómicos**

Más allá de las visiones que, con escaso éxito, han centrado durante los últimos decenios los programas contra la crisis ecológica al margen de la información y el empoderamiento social, hay que recuperar la llamada de M. Strong, secretario general de la Cumbre de Río en 1992, cuando apuntaba que la “batalla” de la sostenibilidad finalmente se ganaría o perdería en las ciudades.

Los territorios constituyen espacios clave en los que establecer nuevos equilibrios existenciales entre los mundos urbanos, rurales y naturales así como nuevas relaciones de proximidad circular en el ámbito socioeconómico. A su vez, las ciudades no solo concentran la mitad de la población o más del 70% de la economía, el consumo energético y las emisiones que afectan al clima, sino, lo que es más importante, constituyen el espacio de acción de las ciudadanías en el que se inician y desarrollan los movimientos que acompañan los cambios de época.

España se ha convertido en un campo de experiencias de cambio sociopolítico del máximo interés ya que las movilizaciones de protesta del 15M impulsaron la repolitización de amplios sectores de la ciudadanía, muy especialmente de los/as jóvenes urbanos, que ha cambiado el panorama nacional y local. Así, han irrumpido nuevos partidos y plataformas que han conseguido gobernar en las principales ciudades españolas, incluyendo Madrid y Barcelona.

Lo cierto es que, hasta el momento y con mayor o menor acierto/dificultad, los nuevos gobiernos municipales se han centrado en mejorar el funcionamiento de los servicios urbanos, en recuperar la salud democrática y la transparencia de gobierno y en tratar de mantener/incrementar los programas sociales orientados a los sectores sociales más golpeados por la crisis.

Sin embargo, según expresa el texto de *Ciudades en movimiento*, más allá de las declaraciones públicas, las ciudades más avanzadas del país todavía distan mucho de convertirse en auténticas vanguardias a la hora de abordar programas para reducir drásticamente la huella ecológica, energética y de carbono a mediados de siglo lo que requeriría elaborar “Planes de ciudad 2025/30/50” contemplando diversos campos de acción:

- Impulsar la reinserción en bioterritorios, la preservación del suelo y del modelo de ciudad compacto, diverso y próximo así como prestar una especial consideración hacia las ciudades más vulnerables por su ubicación en el litoral o en territorios especialmente castigados por el cambio climático.
- Avanzar estructuralmente en la circularidad del metabolismo urbano para impulsar la metamorfosis de la ciudad hacia un bio-organismo capaz de optimizar la reutilización y revalorización de los recursos utilizados.
- Apostar con criterio de excepcionalidad y urgencia en torno al ahorro, eficiencia y generación renovable de energía, para descarbonizar el universo urbano antes de mediados de siglo lo que, entre otras cuestiones, requiere reformular la movilidad urbana y las actividades económicas, así como la rehabilitación energética del parque edificado.
- Estimular el sector de la “economía urbana plural”, social y solidaria que ofrezca nuevos servicios, empleo de proximidad y actúe con responsabilidad ecosocial.
- Adaptar la trama, el espacio público y el paisaje urbano para proteger la habitabilidad



ante las alteraciones inducida por el desafío climático en cada territorio y ciudad.

Ni que decir tiene que abordar esos planes de ciudad con fuerte presencia de la problemática ecosocial, constituye una tarea nada fácil que solo podrá hacerse invirtiendo mucho trabajo e inteligencia social en información, debate y propuestas con la ciudadanía.

## HACIA CONSTITUCIONES CONGRUENTES CON EL CAMBIO DE ÉPOCA

La aspiración a llevar a cabo un proyecto constituyente de nueva generación resulta oportuna en términos de innovación de contenidos, incluyendo los ecosociales, y como concreción democrática de un nuevo pacto social de mayorías.

Las constituciones modernas en occidente se nutren de los pactos sociales de la posguerra y son relativamente avanzadas en lo social, pero ofrecen contenidos débiles, por su relativa transcendencia entonces, con relación a las cuestiones ambientales.

Por ello, la actualización constitucional representa una excelente oportunidad para debatir

también sobre la necesidad de incorporar con fuerza la lucha contra el desbordamiento ecológico y sus relaciones con el ejercicio del poder democrático.

Para fortalecer política y jurídicamente la cuestión del reto ecosocial, hay que considerar la necesidad de amparar constitucionalmente la corrección del déficit ecológico, la elaboración de Estrategias-País para alcanzar estadios ecológicos, energéticos y climáticos seguros a mediados de siglo y la posibilidad de establecer medidas excepcionales para ello:

- Incorporar con sentido “fuerte”, como objetivos constitucionales, la reducción de la extralimitación ecológica, muy especialmente en relación a la cuestión energético-climática y la preservación ecológica de los sistemas naturales y los agroecosistemas.
- Establecer Estrategias-País que, por la vía constitucional (o por su desarrollo legislativo) y articuladas con las competencias regionales/nacionales, actúen como instrumentos adecuados para alcanzar los objetivos necesarios, muy especialmente los relacionados con el binomio energía/clima, en los tiempos precisos.

Ha llegado el final de la era de la disponibilidad de energía abundante y barata basada en los combustibles fósiles. Foto: Álvaro López.

**La construcción de un imaginario social alternativo es fundamental para posibilitar el cambio ecosocial y, sin embargo, los valores centrados en la acumulación y el crecimiento ilimitado, el productivismo, el consumismo y el individualismo siguen siendo dominantes en el mundo y en España**

- Dotar a las instituciones democráticas de capacidades suficientes para establecer medidas excepcionales para disponer de recursos informativos, financieros, energéticos y otros imprescindibles para cumplir los objetivos constitucionales en materia ecológica, de participación social y de superación de las barreras oligopólicas en los sectores clave.
- La renovación jurídico-política constitucional ha de favorecer la recreación de la arquitectura del poder, combinando, especialmente en las cuestiones estratégicas compartidas, el fortalecimiento de la democracia de proximidad y la coordinación de los ámbitos “país”, los regionales/nacionales y la esfera internacional, singularmente la Unión Europea.

#### RECONFIGURAR LOS IMAGINARIOS SOCIALES ES IMPRESCINDIBLE PARA POSIBILITAR EL CAMBIO

La construcción de un imaginario social alternativo es fundamental para posibilitar el cambio ecosocial y, sin embargo, los valores centrados en la acumulación y el crecimiento ilimitado, el productivismo, el consumismo y el individualismo siguen siendo dominantes en el mundo y en España.

El llamado “poder blando”, el vector más eficaz de dominación psicosocial, se configura en torno al imaginario social como una “cosmovisión” de cada época que, en base a la preeminencia de ciertos valores, ofrece estabilidad en el seno de los distintos ciclos históricos y sistemas sociales.

La cosmovisión moderna y el capitalismo nacen en Europa en torno a los siglos XVI y XVII y se han ido integrando y adaptando a sus propias lógicas evolutivas, hasta su última reconfiguración en términos de: neoliberalismo financiarizado y global; de posmodernidad cultural en clave de “sociedad de los individuos”, “sociedad líquida”; de hiperliberalismo tecnológico –*la Gran Singularidad*– *made in Silicon Valley*; o de lo que el filósofo Byung-Chul Han describe en *Psicopolítica* (2014) como estadios psicológicos de sometimiento voluntario a las lógicas de dominación.

Afrontar un cambio de ciclo histórico como el que se viene encima requiere “deconstruir” y reconstruir democráticamente ciertos referentes culturales y trazar las nuevas cosmovisiones desde las que intentar encauzar el cambio ecosocial:

- Informar sobre la realidad, del riesgo de crisis ecológico/climática de alcance civilizatorio y trasladar al imaginario colectivo que nos estamos jugando la vida. Es imprescindible relacionar la superación de la “Gran Recesión” y sus derivadas sociales con la necesidad de afrontar de inmediato los desafíos ecológicos. Pero nada de eso será posible sin avanzar en la renovación del pensamiento (viejos y nuevos saberes), en la elaboración de hojas de ruta alternativas, en la promoción/aprendizaje de nuevos contenidos y experiencias concretas y en el empoderamiento democrático de las ciudadanías.
- Desmontar ciertos mitos que, como el crecimiento del PIB, la acumulación y el consumo ilimitados, están en el origen del desbordamiento de los sistemas vitales del planeta. Y, a la vez, reconstruir, con conciencia



de especie y diversidad, nuevos paradigmas y valores favorables a la preservación de la vida, mostrando cómo el bienestar no se deriva del consumo material compulsivo, sino de disponer de bienes suficientes para poder desarrollar una buena vida más justa y espiritualmente más rica.

- Profundizar en el concepto de biomímesis, en la necesidad de compatibilizar lo económico y lo social con el mundo natural, en recuperar un sentido ético de la tecnociencia y en la necesidad de instituir límites de impacto a las principales actividades y asentamientos humanos.

## A MODO DE EPÍLOGO

Seamos lúcidos y por lo tanto ambiciosos; superemos la crisis con un Proyecto-País que afronte a fondo los desafíos ecológicos. Pongamos en el centro la vida.

Hay pocas dudas de que afrontamos un cambio de época y de que la sociedad española atraviesa una encrucijada histórica que está conmoviendo sus estructuras. Roto el pacto social, el futuro se escribirá en función de cuál sea el proyecto que prevalezca: el neoliberal que nos ha traído hasta aquí o el que pudiera alum-

brarse desde un movimiento sociopolítico en respuesta a la amenaza de precarización social, democrática y de seguridad ecológica.

Y como la variable temporal se ha convertido en una cuestión central, el “cómo” se plantea la salida de la crisis actual se convierte en una cuestión esencial, ya que podríamos estar ante la última oportunidad para tratar reconducir las amenazas de colapso ecológico.

La situación es paradójica y dramática. Porque impulsar, sin más, de forma indiscriminada un nuevo ciclo de crecimiento y alteración de los ecosistemas vitales podría acelerar procesos de degradación potencialmente devastadores para la humanidad.

Sabemos lo suficiente para comprender que hay que actuar ya. Pero no podemos ignorar que una apuesta firme para reducir la huella ecológica y de carbono en los tiempos apuntados requiere movilizar los mejores recursos políticos, humanos y económicos disponibles. Afrontamos pues un enorme reto de información y debate social que empodere a las mayorías sociales para que puedan reconocer los desafíos existentes y exigir y respaldar las acciones institucionales precisas para impulsar democráticamente las estrategias de cambio necesarias. ❀

Es necesario reformular la movilidad urbana. Foto: Álvaro López.

# La transición energética

Pedro Linares

Catedrático de Organización Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI

Creo que es importante, para comenzar este artículo, aclarar qué es una transición energética. Porque transiciones energéticas ha habido muchas a lo largo de la historia, y por tanto interesa entender cuáles son los elementos comunes, y las diferencias, con la transición energética a la que nos enfrentamos en la actualidad.

Puede definirse una transición energética como un cambio significativo en el sistema energético de un país, de una región, o incluso, a nivel global. A su vez, este cambio puede estar asociado a la estructura del sistema (por ejemplo, suministro centralizado vs descentralizado), a las fuentes de energía que lo alimentan, a sus costes, tanto económicos como de otro tipo, o incluso al régimen político-económico en el que tiene lugar el suministro y consumo de energía. Como nos narra Vaclav Smil en su magnífico *Energy and Civilization*, ya hemos pasado por unas cuantas transiciones energéticas. Quizá la más importante, la que se conoce como la gran transición, es la que supuso comenzar a utilizar combustibles fósiles a gran escala, en particular el carbón. Después vinieron otras, como la utilización masiva del petróleo como combustible para el transporte (apoyada en el desarrollo correspondiente del vehículo de combustión interna), el uso creciente del gas natural, o el despliegue de la energía nuclear tras la segunda guerra mundial.

En todo caso, un elemento característico de estas transiciones, que siempre subraya Smil, es que fueron muy lentas, y nunca absolutas:

los sistemas antiguos y los nuevos convivieron durante muchos años, incluso en las mismas regiones. Otra característica relevante es que las transiciones fueron impulsadas siempre por una mezcla de factores. Por ejemplo, se considera que la primera gran transición se produjo como consecuencia de la escasez de madera barata en el Reino Unido, que hizo que hubiera que recurrir al carbón. Esto se combinó con el avance tecnológico (el descubrimiento de la máquina de vapor), que permitió extender el uso del carbón, en lo que se conoce como la paradoja de Jevons (una mejora de la eficiencia energética resulta en un aumento del uso de energía). Es decir, no basta simplemente una innovación tecnológica, sino que además se requieren generalmente condiciones adicionales. En el caso del despliegue de la energía nuclear, por ejemplo, el elemento fundamental no fue tanto el descubrimiento de los usos civiles de esta tecnología, sino quizá la preocupación por la seguridad energética, la que llevó por ejemplo al programa nuclear francés.

Por supuesto, también hemos experimentado transiciones energéticas no asociadas a la fuente energética. Por ejemplo, los primeros sistemas eléctricos eran esencialmente locales, para posteriormente, gracias al descubrimiento de la corriente alterna, hacerse regionales. Y también hemos pasado de sistemas de planificación central a otros mucho más liberalizados, en distintos grados en función del tipo de vector energético.



En comparación a estas transiciones históricas, ¿qué podemos decir de la transición energética actual, cuáles son los factores que la impulsan, los elementos que la caracterizan, y las tendencias que se adivinan?

### LOS ELEMENTOS IMPULSORES DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA ACTUAL

Quizá el motivo fundamental que impulsa la transición energética actual es la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático.

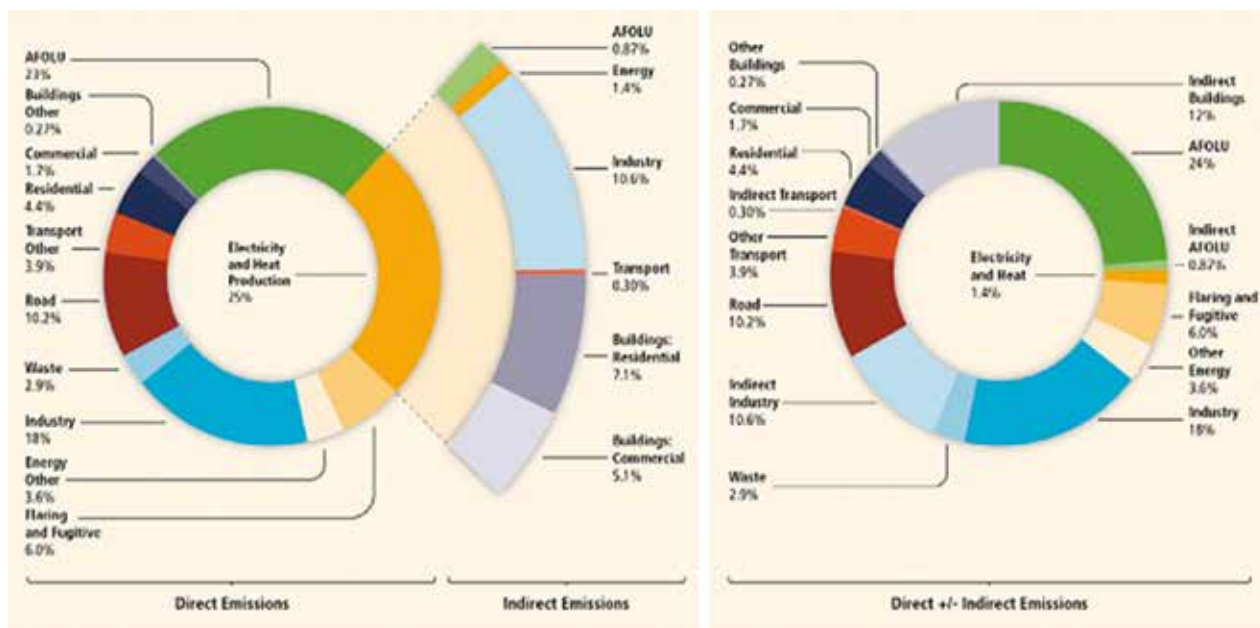
Este cambio climático es básicamente un aumento de la temperatura global del planeta,

que a su vez conlleva una serie de cambios en los regímenes de precipitación y la disponibilidad de agua dulce, el nivel del mar, la biodiversidad, la producción de alimentos, los vectores de enfermedades, etc. El cambio climático se está produciendo debido a las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, metano, y otros gases) procedentes de la actividad humana, y, tal como nos advierte el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, supone un riesgo muy elevado para nuestras sociedades, y en particular, para las de los países más pobres y con menor capacidad de adaptarse a los cambios previstos.

Como respuesta a esta amenaza, todos los países del mundo firmaron en 2015 el Acuerdo de París, en el que se expresaba la voluntad

El motivo fundamental que impulsa la transición energética actual es la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático. Foto: Álvaro López.

Figura 1. Contribución del sector energético a las emisiones de gases de efecto invernadero



Fuente: IPCC WG3.

de, entre todos, conseguir limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C, y tratar incluso de no superar los 1,5°C. Esto, a su vez, implica la necesidad de reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero, llegando a eliminarlas completamente en 2050 en el caso de querer no superar los 1,5°C.

Esto, evidentemente, plantea unos retos muy importantes, y en especial para el sector energético, responsable a nivel global de un 65% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Alcanzar este compromiso de eliminación de las emisiones de gases de efecto invernadero supone básicamente lograr un sistema energético libre de combustibles fósiles, algo que, evidentemente, no puede producirse de forma instantánea, dada la larga vida de muchas de las infraestructuras energéticas. Por ello, muchos países están planteando ya estrategias de largo plazo para alcanzarlo. La Unión Europea, por ejemplo, está actualmente discutiendo la formulación de esta estrategia. Pero ya ha fijado objetivos intermedios de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, de penetración de

energías renovables, o de aumento del ahorro energético, otro componente fundamental para lograr la reducción de emisiones. Estos son, como mencionaba antes, los elementos fundamentales de la transición energética actual.

Además, los sistemas energéticos del futuro deben ser también resilientes al cambio climático. Por mucho que seamos capaces de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero drásticamente, nuestras sociedades experimentarán (y de hecho ya lo están haciendo) las consecuencias del cambio climático inevitable. En el caso del sector energético, esto supondrá básicamente menor disponibilidad de agua para producir energía hidráulica, y también para refrigerar centrales térmicas. Afortunadamente, el abandono de los combustibles fósiles exigido por la descarbonización contribuirá a esta adaptación, pero por otra parte la energía hidráulica puede ser más necesaria aún para regular los sistemas eléctricos con alta penetración renovable.

Pero, además del cambio climático, hay más motivos para tratar de cambiar nuestros siste-



Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Naciones Unidas.

mas energéticos, que además presentan numerosas sinergias con la necesidad de descarbonizar. El primero de ellos es la conveniencia de reducir los daños causados en la salud humana por la contaminación atmosférica convencional (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas). Estos daños son de hecho mayores en la actualidad que los causados por el cambio climático, y especialmente en las ciudades, donde los niveles de contaminación superan en muchos casos a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Afortunadamente, la reducción de estos contaminantes está muy alineada con la de los gases de efecto invernadero, ya que, en gran medida, se originan por la combustión de combustibles fósiles. Pero no sólo: también la quema de la biomasa emite contaminantes como NO<sub>x</sub> y partículas, por lo que es preciso controlar este aspecto también.

La transición energética no puede además no estar alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados por Naciones Unidas, y que se recogen en la figura de arriba.

El objetivo 7 pretende lograr energía limpia y asequible para todos. Por tanto, no sólo se trata de limpiar, sino también de hacer asequible. Esto tiene dos vertientes: en el caso de los países desarrollados, en lo que se conoce como la lucha contra la pobreza energética, supone asegurar que los consumidores vulne-

La UE ya ha fijado objetivos intermedios de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, de penetración de energías renovables, y de aumento del ahorro energético, otro componente fundamental para lograr la reducción de emisiones. Estos son los elementos fundamentales de la transición energética actual

Más allá de la descarbonización, podemos considerar la transición energética actual como la transición hacia la sostenibilidad, hacia un modelo energético verdaderamente sostenible. Un modelo que contribuya al bienestar de la humanidad, a la vez que preserva los recursos ambientales e institucionales, y asegura su distribución de forma justa

rables, los de menor renta, pueden también acceder a un uso suficiente de la energía. Pero sobre todo, este objetivo pretende que los más de 1200 millones de personas que no tienen acceso en la actualidad a la electricidad, o que los 2500 millones que aún no pueden usar formas avanzadas de energía para cocinar, puedan acceder a ello.

Pero la energía además está muy relacionada con otros objetivos de desarrollo sostenible. Evidentemente, y como ya he mencionado, con el objetivo 13 sobre cambio climático. Pero también la energía limpia y accesible es necesaria para disfrutar de ciudades sostenibles (objetivo 11), para una producción responsable (12), o para eliminar la pobreza (1).

En resumen, creo que más allá de la descarbonización, podemos considerar la transición energética actual como la transición hacia la sostenibilidad, hacia un modelo energético verdaderamente sostenible. Un modelo que, tal como definimos habitualmente desde la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad, contribuya al bienestar de la humanidad, a la vez que preserva los recursos ambientales e institucionales, y asegure su distribución de forma justa. Esto se traduce en la práctica en un modelo energético compatible con la protección del medio ambiente,

con precios de la energía asequibles que reflejen adecuadamente los costes incurridos, que facilite el acceso universal a formas modernas de energía y que impulse la innovación.

En este sentido, esta transición energética puede considerarse quizá más dirigida por la sociedad que, como las anteriores, impuesta por las circunstancias (aunque evidentemente también se puede decir que, esencialmente, la necesidad de la transición se debe, igual que las anteriores, al agotamiento de un recurso natural, en este caso el clima global). Hay una clara voluntad social, y no una simple imposición de la naturaleza, para lograr un modelo energético más justo, más limpio, y más asequible.

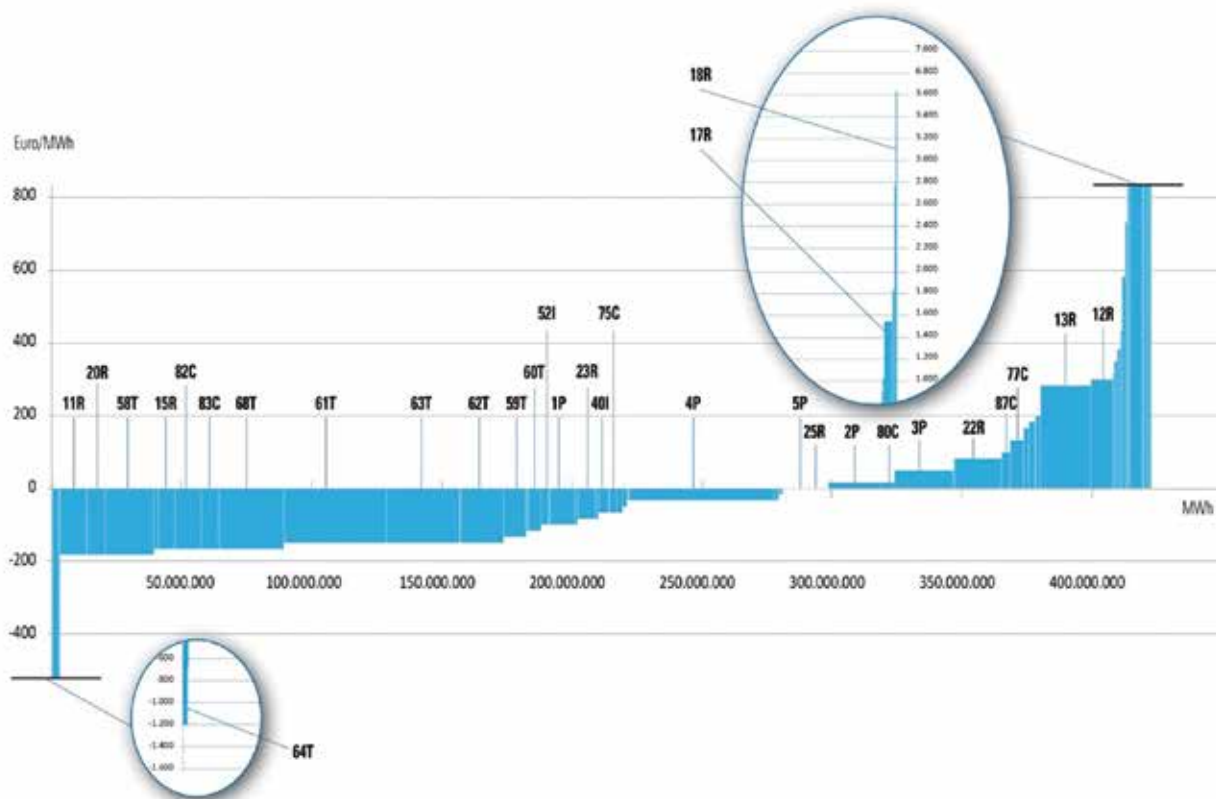
## LAS PIEZAS FUNDAMENTALES DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Como ya he adelantado en la sección anterior, hay varias piezas fundamentales para alcanzar este modelo energético más sostenible, y que por tanto deben ser impulsadas a lo largo de la necesaria transición hacia él. Una transición, que, me permito recordar, debe ser gradual y tener en cuenta no sólo los plazos de inversión necesarios, sino también la gestión justa de los perdedores que siempre aparecen en cualquier proceso de transición, sea energética o de otro tipo.

### Ahorro energético

El primer elemento, fundamental pero a la vez complejo, es impulsar el ahorro energético. El ahorro es la mejor forma de reducir emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes y de reducir el coste de la energía. Sin embargo, esto no significa que sea sencillo, por un elemento que se conoce como la paradoja de la eficiencia energética: a pesar de su aparente rentabilidad económica y ambiental, se invierte mucho menos en eficiencia energética de lo que se debería. La figura siguiente muestra una ilustración de esta paradoja, representando el potencial de ahorro de energía de distintas medidas, y el

Figura 3. Curva de costes marginales de reducción del consumo de energía en España 2030



Fuente: *Economics for Energy*, 2013.

coste (positivo o negativo) de cada unidad de energía ahorrada.

Puede observarse cómo hay muchas medidas que ahorrarían energía, y que también ahorrarían dinero. Entonces, ¿por qué no se llevan a cabo? Existen muchas causas para ello, muchas de ellas resolubles con políticas inteligentes. Pero claramente hace falta un nivel de esfuerzo muy superior al que se ha venido realizando en muchos países, y en particular en el ámbito residencial, en el que se concentran generalmente muchas de las razones que impiden un mayor ahorro energético.

También es importante diseñar políticas que promuevan el ahorro, y no únicamente la eficiencia. A este respecto, es preciso aclarar que se conoce como eficiencia energética la reducción en el uso de energía para dar un determinado servicio. Pero esto no significa que, en términos globales, un aumento de la eficiencia

se traduzca en un ahorro equivalente. Puede ser que, al reducir la energía necesaria para dar el servicio (y por tanto su coste), aumente la demanda de éste, compensando parcialmente las mejoras logradas. Esto es lo que se conoce como “efecto rebote”, que se ha demostrado muy elevado en algunos sectores como el del transporte.

Por tanto, una pieza fundamental de la transición debe ser un marco regulatorio en el que se den las señales correctas a los agentes para que ahorren energía, pero en el que además se les facilite información suficiente, se conciencie y eduque a la población, y además eliminen las barreras institucionales que siguen existiendo.

Los sectores prioritarios para estas actuaciones de ahorro y eficiencia deberían ser el transporte y la edificación. El transporte es uno de los principales consumidores de energía y emisores

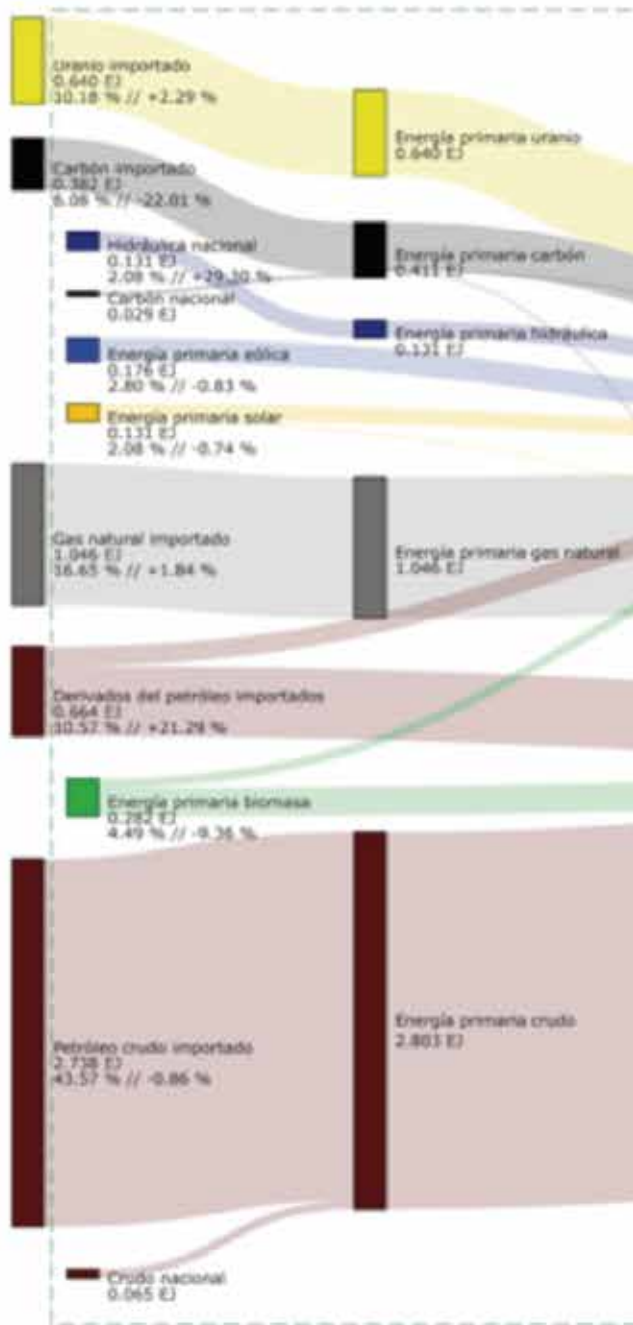
de CO<sub>2</sub> en los países desarrollados, que confían una gran parte de su movilidad al transporte por carretera en vehículo privado, y gran parte de su comercio de mercancías a los camiones. Sería necesario en este sector promover el cambio modal, la reducción de la demanda de movilidad (algo en lo que tiene gran relevancia el diseño urbanístico), y mejorar la eficiencia de los vehículos convencionales, así como desplegar, eventualmente de forma masiva, combustibles alternativos como el hidrógeno o la electricidad.

En el caso de la edificación, también un sector protagonista a nivel global de consumo energético y emisiones, el objetivo debería ser lograr edificios de consumo energético casi nulo, y en su caso, rehabilitar el parque existente.

### Energías renovables

La segunda pieza esencial para la transición energética es sustituir los combustibles fósiles por energías renovables (y sin emisiones atmosféricas). Esta sustitución será al principio más sencilla en los sistemas eléctricos, en los que la energía hidráulica, solar fotovoltaica, y eólica alcanzan ya volúmenes importantes. Pero también será necesario introducir las energías renovables en otros sectores, como la industria, la edificación o el transporte. En algunos casos, una forma de aumentar la participación de las energías renovables será aumentando la electrificación (a la vez que aumentan las energías renovables eléctricas), pero en otros será necesario contar con energías renovables no eléctricas (como la solar térmica o la biomasa), o con otros vectores energéticos como el hidrógeno.

Aunque están alcanzando ya niveles de coste competitivos, estas tecnologías pueden requerir aún de apoyo público que internalice sus beneficios ambientales, o los beneficios que en términos de aprendizaje tecnológico supone su despliegue. Pero no sólo requerirán apoyo económico. También será necesario eliminar barreras para su integración eficiente en los sistemas eléctricos, o para aumentar la confianza de los consumidores en ellas.

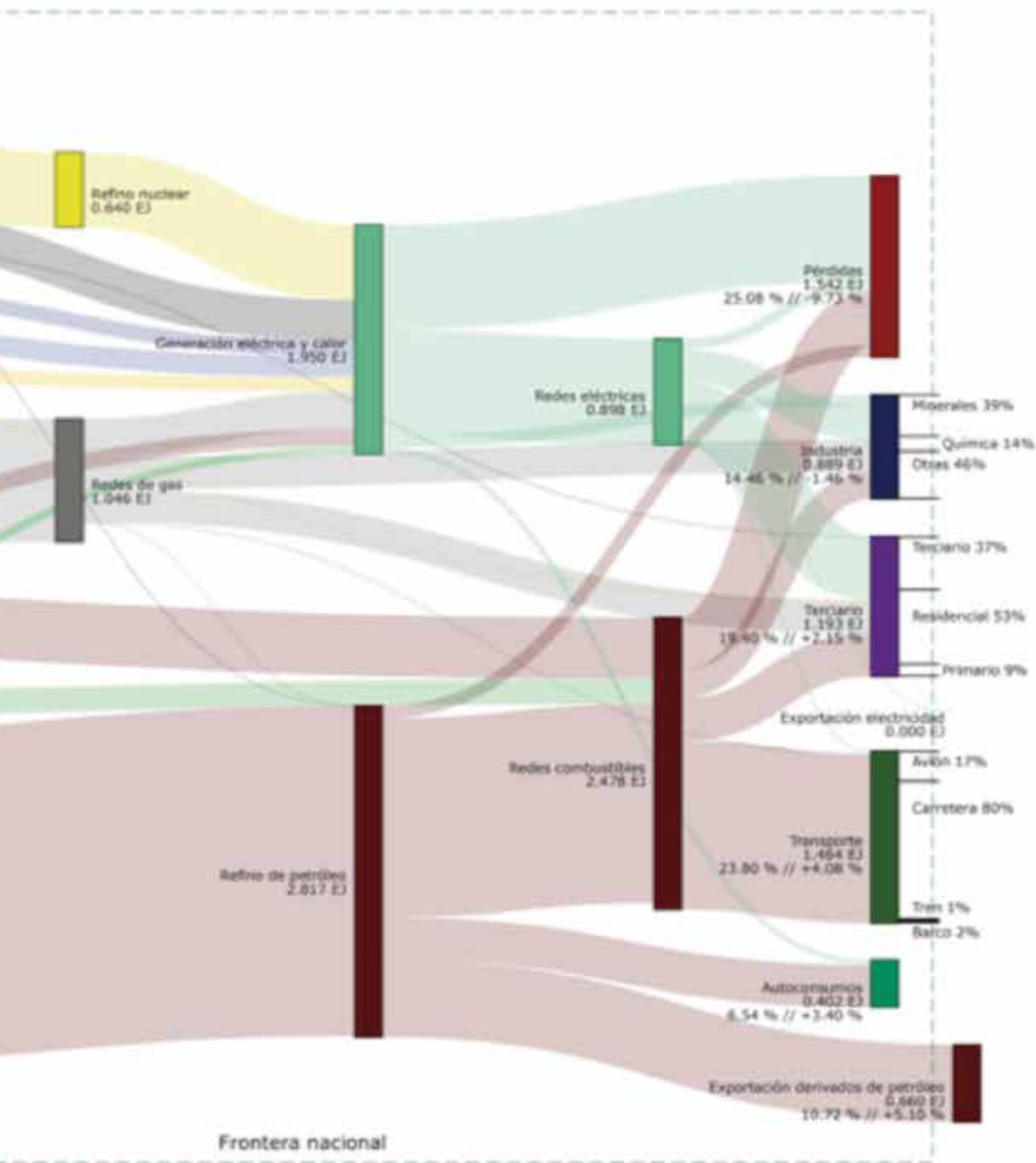


Fuente: Observatorio BP de Energía y Sostenibilidad en España.

### Innovación

Finalmente, tanto para aumentar el nivel de ahorro energético, como para que las energías renovables pasen a ser mayoritarias, es imprescindible promover la innovación tecnológica necesaria para lograr equipos de uso final de

Figura 4. Flujos de energía en España 2016



la energía más eficientes y tecnologías renovables competitivas. Si bien esto debe ser claramente un esfuerzo concertado globalmente, en la línea propuesta por *Mission Innovation*, hay también un claro espacio para las políticas nacionales, por los evidentes beneficios que una política de innovación acertada puede suponer

en términos de valor añadido para las economías nacionales.

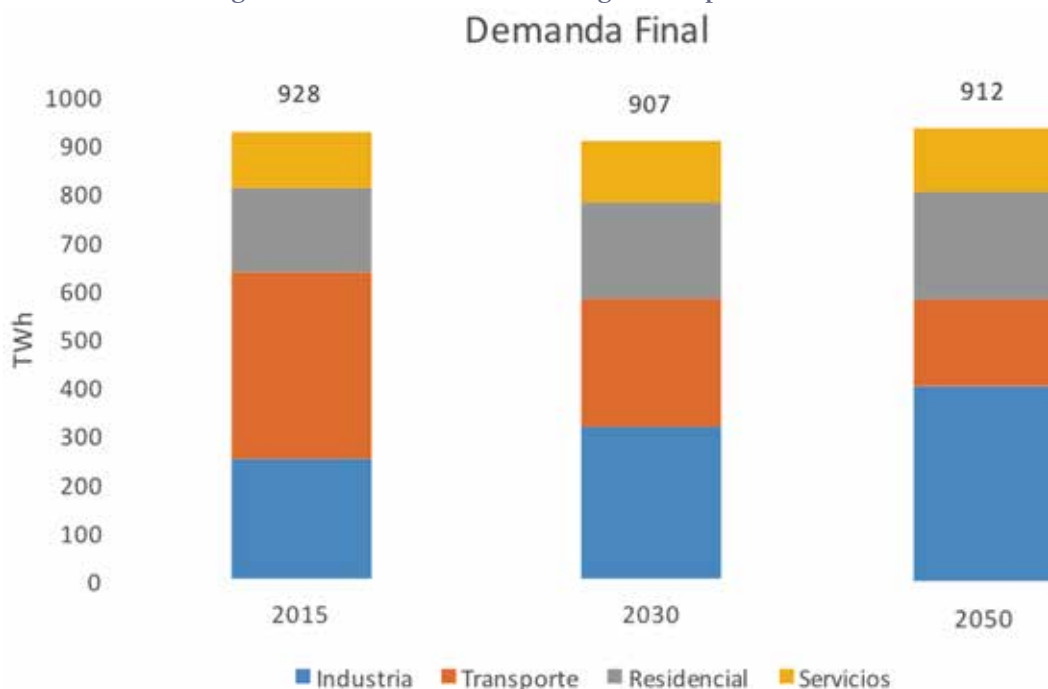
### Otros elementos

Existen además otros elementos que también puede ser interesante considerar para la tran-

sición energética, y que me limito a enunciar brevemente:

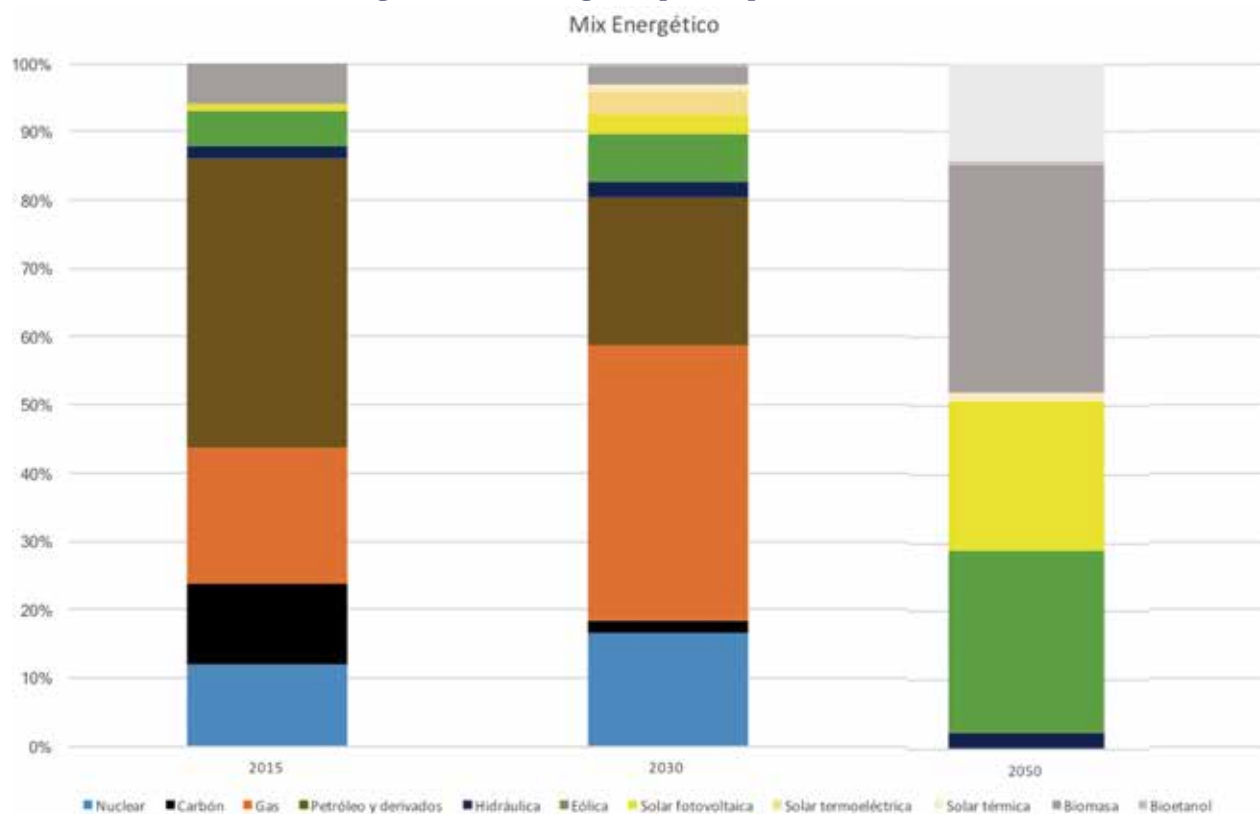
- Una transición tan ambiciosa como la que se plantea no podrá producirse en ausencia de las señales económicas apropiadas. Unas señales que deberán incluir una fiscalidad ambiental que internalice los costes externos de las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, en el contexto de una reforma fiscal verde como la que proponíamos en nuestro informe de 2013 de *Economics for Energy* y un diseño adecuado de las estructuras tarifarias que traslade los costes reales a los consumidores.
- A este respecto, la estructura de costes debería tener una componente de localización, de forma que permita al sistema evolucionar de la forma más apropiada hacia sistemas centralizados o descentralizados, en función de las ventajas que aporte cada configuración. A este respecto, hay que tener en cuenta que los sistemas descentralizados pueden ayudar a acercar el sistema energético a los ciudadanos, aumentando de esta forma su nivel de concienciación y educación sobre el mismo.
- El diseño de la transición debe contar con las salvaguardas suficientes para ayudar a adaptarse a los colectivos que resulten afectados negativamente: sectores basados en combustibles fósiles, principalmente. Y también, por supuesto, debe contar con mecanismos de protección para los consumidores más vulnerables (algo que en todo caso debería existir, independientemente de la transición).
- La transición energética no puede dejar de lado a los millones de personas sin acceso a la electricidad o a formas avanzadas de energía. Debe acompañarse pues de esfuerzos tanto de compartir iniciativas de innovación (como ya se ha mencionado), como de transferencia de tecnología, y en su caso, de ayuda al desarrollo en este ámbito.
- Finalmente, y como ya se ha mencionado, es fundamental concienciar a la sociedad acerca de la oportunidad de esta transi-

Figura 5. Demanda final de energía en España 2030-2050



Fuente: Economics for Energy, 2018.

Figura 6. Mix energético para España 2030-2050



Fuente: Economics for Energy, 2018.

ción, y educarla en la importancia de contar con un modelo energético sostenible. Como ya mencionábamos en el Informe España 2005 de la Fundación Encuentro, citando al Consejo Mundial de la Energía: “sin una aceptación y comprensión ampliamente extendidas de estas implicaciones por los pueblos del mundo, no es fácil ver cómo los gobiernos nacionales o las organizaciones internacionales estarán en condiciones de formular e implantar los marcos económicos, legales, regulatorios y administrativos que se requieren para devolver al mundo a un sendero de sostenibilidad”.

## LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA

España se encuentra actualmente en medio de un proceso de transición energética, fundamen-

talmente impulsado hasta ahora por los compromisos adquiridos en el seno de la Unión Europea: una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, un aumento de la cuota de energías renovables en la energía final, y un aumento de la eficiencia energética. Estos objetivos, materializados para 2020 en el famoso 20-20 (20% de reducción de emisiones frente a 1990, y 20% de cuota de renovables en energía final), son, como no podría ser de otra forma, más ambiciosos a medida que aumenta el alcance temporal, ya que el objetivo último es la descarbonización total del sistema energético. Así, la Unión ha formulado unos objetivos de reducción de emisiones para España del 43% para los sectores industriales, y del 26% para los sectores difusos, en ambos casos respecto a 2005; un 32% de cuota de energías renovables; y un 35% de mejora de la eficiencia energética.

El Gobierno actual ha asumido estos compromisos, e incluso plantea aumentar su

**Esta transición energética a la que nos enfrentamos en la actualidad es distinta a las anteriores. Quizá el elemento diferencial más importante es que, en esta ocasión, no viene impuesta por circunstancias ajenas, como el agotamiento de los recursos naturales, sino por una decisión consciente de nuestras sociedades en búsqueda de una mayor sostenibilidad, y en particular, por la necesidad de mantener el cambio climático dentro de unos límites aceptables, especialmente para los países más afectados por el mismo**

ambición, hasta un 20% de reducción de emisiones respecto a 1990 (más exigente, debido a que entre 1990 y 2005 la economía española aumentó mucho sus emisiones). Sin embargo, y en parte debido a la poca ambición de las políticas adoptadas desde 1990, partimos de una situación complicada, salvo quizá en el ámbito de las energías renovables eléctricas.

Tal como se detalla en los informes anuales del Observatorio BP de Energía y Sostenibilidad, el modelo energético español tiene muchos problemas de sostenibilidad: muy elevada dependencia de los combustibles fósiles, incluyendo un papel significativo del carbón; elevado peso del sector transporte (difícil de descarbonizar a corto plazo), y dentro de este, un peso elevadísimo respecto a otros países del transporte por carretera; unos precios elevados de la energía en comparación con los países de nuestro entorno; un muy alto grado de dependencia energética; y, en los últimos

años, un creciente problema de pobreza energética.

La figura 4 ilustra gráficamente el mix energético español actual mediante un diagrama de Sankey, que representa los flujos de energía desde la compra de combustibles hasta el uso de energía final, y en el que pueden observarse muchos de los problemas citados anteriormente.

Es necesario pues transformar radicalmente el sistema energético español si queremos alcanzar los objetivos de descarbonización en 2050 planteados por la Unión Europea. Los elementos fundamentales de dicha transformación deberían ser los ya descritos en secciones anteriores de este artículo: el ahorro y la eficiencia energética, sobre todo en el transporte y la edificación, y el aumento de la participación de las energías renovables en el sistema.

Si esto se realiza mediante políticas inteligentes y ambiciosas, y ayudados por el desarrollo tecnológico (que traerá consigo una bajada de costes de las energías renovables y de los vehículos eléctricos, y un aumento de la eficiencia de las bombas de calor), nuestras estimaciones indican que es posible transformar nuestro sistema energético a 2030, para cumplir los objetivos planteados por la Unión Europea, gracias a, por un lado, la reducción de la demanda energética, y al cambio en el mix energético. Esto puede observarse en las dos figuras siguientes, en las que se muestra la demanda final de energía, y el mix energético. Para 2030 se cumplirían los objetivos negociados con la Unión Europea de reducción de emisiones (aunque no de energías renovables), y para 2050 se lograría la descarbonización completa del sector energético. Además, y de nuevo gracias a unas políticas apropiadas, esto podría lograrse a unos costes asequibles, y con la protección apropiada de los sectores más vulnerables.

Eso sí, es importante reseñar que existen aún muchas incógnitas respecto a 2050. La des-



carbonización total del sistema energético requerirá, en particular, suministrar la energía térmica de alta temperatura que necesita la industria con fuentes renovables (que en el gráfico se ha representado mediante la biomasa, lo que supondría por otra parte un aumento de las emisiones de partículas; claramente hace falta otra solución). También será imprescindible contar con tecnologías que permitan el almacenamiento estacional de electricidad, o una gestión muy activa de la demanda eléctrica, para alcanzar una descarbonización completa del sistema eléctrico. Y por último, también será preciso encontrar una solución limpia para el transporte de mercancías, si la electrificación del mismo no es posible. El hidrógeno, aunque no se ha representado en las figuras previas, podría ser una solución interesante a explorar.

## CONCLUSIONES

Esta transición energética a la que nos enfrentamos en la actualidad es distinta a las anteriores. Quizá el elemento diferencial más importante, en mi opinión, es que, en esta ocasión, no nos viene impuesta por circunstancias ajenas, como el agotamiento de los recursos naturales, sino por una decisión consciente de nuestras sociedades en búsqueda de una mayor sostenibilidad, y en particular, por la necesidad de mantener el cambio climático dentro de unos límites aceptables, especialmente para los países más afectados por el mismo.

Esto tiene un inconveniente, y es que no se percibe la misma sensación de inevitabilidad en la sociedad. Incluso a pesar de la urgencia que se requiere para mitigar el problema del cambio climático, y nos demanda Naciones Unidas, las sociedades desarrolladas prefieren hacer oídos sordos y continuar con el *business-as-usual* confiando en que una tecnología salvadora venga a solucionar el problema. El hecho de que los efectos del cambio climático, aunque ya se perciben, sean fundamental-

mente diferidos, no contribuye a este cambio de actitud.

Sin embargo, y tratando de ver el vaso medio lleno, el que el impulso de esta transición deba venir de la propia sociedad, también puede verse como una ventaja: tenemos la oportunidad de decidir por nosotros mismos dónde queremos estar en el futuro, y qué sistema energético, climático y económico queremos dejar a nuestros descendientes. Además, como ya he descrito anteriormente, las estrategias de descarbonización presentan sinergias evidentes con la reducción de contaminantes atmosféricos, con las de adaptación al cambio climático inevitable, y por supuesto, con un mundo más justo. Tenemos pues una inmejorable oportunidad para, conjugando el deseo de un modelo energético más sostenible con el desarrollo tecnológico, cambiar para bien el sistema energético actual, y además hacerlo en las condiciones que queramos, y no en las que nos vengan impuestas desde el exterior.

La transición energética es posible y deseable. Y España puede ser líder e impulsora de esta transformación. Pero aprovechar la oportunidad que se nos presenta requiere políticas inteligentes, transversales, de largo plazo, y coordinadas con el resto de los países. Políticas que nos guíen de manera efectiva hacia la descarbonización, la reducción de emisiones atmosféricas, la innovación, y el uso de la energía para el desarrollo sostenible; pero que además lo hagan de forma asequible, acompañadas con el desarrollo tecnológico y económico, movilizándolo de la forma más apropiada los recursos públicos y privados, y ayudando a la transición de los colectivos afectados negativamente por la transición.

Urge pues un marco legislativo estable, robusto y flexible, integrado a su vez a nivel internacional en el Acuerdo de París o en iniciativas como *Mission Innovation*, así como en las estrategias de la Unión Europea, que dé objetivos claros y perspectiva de largo plazo para esa transición energética que la sociedad demanda y necesita. ❀

# Educación ambiental y transición ecológica

María Novo

Cátedra UNESCO de Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible de la UNED

La destrucción ecológica llevada a cabo por los seres humanos nos ha abocado a situaciones en las que es difícil prever y decidir acerca de riesgos, dada la incertidumbre existente sobre algunos de ellos y su evolución, como es el caso del cambio climático. Sin embargo, es en este escenario donde debemos avanzar hacia sociedades sostenibles en el plano socioecológico, con los instrumentos que tenemos a mano. Uno de los más potentes y con mayor capacidad de incidencia en los modos de pensar y de hacer de las personas es la educación ambiental.

Una educación ambiental que, como ha ocurrido a lo largo de la historia de este movimiento, se plantea como un instrumento contextualizado en el escenario que presenta cada momento histórico. El nuestro es el de una transición ecológica no solo necesaria sino imprescindible. Desde ahí, pues, hemos de replantear los procesos educativos, sus objetivos, mensajes y posibilidades de coadyuvar a este tránsito hacia otro modelo de sociedad a todas las escalas: global, nacional y local. Por supuesto huelga decir que también a escala personal, pues finalmente somos las personas las que, con nuestras formas de vivir y nuestras decisiones, impactamos en una u otra dirección sobre el planeta.

Porque la transición ecológica no es solo un cambio de modelos energéticos, como a veces se entiende. Siendo ésta una condición necesaria,

no resulta suficiente si, al mismo tiempo, no va acompañada de muchos otros cambios en la configuración de nuestras ciudades, los modelos agrícolas y ganaderos, la forma en que vivimos, ponemos precio a los bienes de la Tierra, planteamos la movilidad... Entre estos cambios, tal vez el más importante sea un cambio de conciencia y de valores, un aprendizaje colectivo sobre formas de vivir, producir y consumir, acordes con la equidad y los límites del planeta. Se trata, en suma, de un cambio civilizatorio que hemos de asumir con la humildad de reconocer que no es posible de un día para otro, pero también con la lucidez de saber que somos la primera generación consciente de nuestro sobrepasamiento de la biocapacidad del planeta y tal vez la última que puede comenzar a mitigarlo e implementar alternativas el problema.

No se trata, por tanto, de que solo se tomen medidas técnicas y económicas para este viraje hacia sociedades sostenibles. Siendo éstas imprescindibles e incluso urgentes, tienen que ir acompañadas de cambios profundos en el imaginario colectivo. Cambios que generen conductas más acordes con una forma de estar en el mundo en la que la naturaleza sea vista no como una reserva de recursos a consumir sino como un ámbito de vida con valor en sí mismo. Recordando, como hace tanto tiempo nos enseñó Leopold, que somos solo compañeros de viaje de las demás criaturas en la aventura de la evolución y



que una actitud o una acción son apropiadas cuando contribuyen a mantener la integridad ecológica y un bienestar que no la socave.

Comprender la interdependencia de los seres humanos con todo lo existente es el primer paso para la transición ecológica. Se nos ha olvidado que dependemos de nuestro entorno para vivir. Pero, siendo esa una razón importante, hay otra más profunda que no hemos tenido en cuenta: *el valor intrínseco de la vida*, más allá de su utilidad. Ambos olvidos deben ahora ser restaurados en el proceso de transición que se plantea ante nosotros como un reto ineludible.

Desde la consideración de este escenario, y para actuar como apoyo y refuerzo de los im-

pulsos de cambio que se están tomando desde gobiernos, instituciones y colectivos sociales, la educación ambiental del momento presente debería pivotar, en mi opinión, sobre algunas ideas y objetivos básicos, como los que se exponen a continuación.

#### UN CONCEPTO DE EDUCACIÓN/ FORMACIÓN A LO LARGO DE TODA LA VIDA

La educación comienza en la infancia, pero no concluye cuando las personas adquieren una preparación profesional y se incorporan al mundo del trabajo. Es mucho más que un proceso de capacitación. Es un proceso de desarrollo de la conciencia, de la responsabilidad

Desde los primeros años de vida hay que enseñar a quienes aprenden a trabajar en equipo. Foto: Álvaro López.

**Nuestro momento histórico es el de una transición ecológica no solo necesaria sino imprescindible. Desde ahí, pues, hemos de replantear los procesos educativos, sus objetivos, mensajes y posibilidades de coadyuvar a este tránsito hacia otro modelo de sociedad a todas las escalas: global, nacional y local**

con las comunidades que nos acogen y con el entorno. Supone la capacidad de afrontar problemas y resolverlos... Y, como no, incluye el desenvolvimiento de la imaginación y la creatividad, capacidades básicas para dar forma a los modelos de innovación y convertirlos en propuestas operativas.

Estas facultades (y responsabilidades), esta aptitud para anticiparse a los problemas y esbozar medidas correctivas o cambios de rumbo, no es privativa de niños y jóvenes, sino que se extiende a lo largo de toda la vida. Una vida vivida con lucidez es una vida que desarrolla permanentemente el talento de cada persona y grupo humano; supone hacer reales las potencialidades de los individuos, y requiere una alta dosis de curiosidad y humildad que nos sitúen permanentemente como “aprendices” de las claves de una sociedad y un medio ambiente cambiantes, en permanente evolución.

De este modo es como UNESCO ha concebido siempre la educación a lo largo de toda la vida y también cómo ha surgido y evolucionado la educación ambiental. Tratando de movilizar las conciencias para conciliar libertad con responsabilidad. Estimulando los dones potenciales de las personas y los grupos humanos. Creando el sentimiento de interdependencia como forma de estar en el planeta. Fomentando la reflexión y pensamiento crítico, la capacidad

de comprensión de problemas complejos... Imaginando y soñando formas de vivir que no supongan la destrucción de nuestro ámbito...

Si asumimos esta visión, pronto comprendemos que nosotros, los adultos, tenemos no solo la tarea de aprender y actualizar constantemente las claves de funcionamiento de la vida natural y social que nos acogen, sino también el desafío de reflexionar acerca de nuestro papel en este entramado ecosocial en el que no podemos eludir una actitud de lucidez y responsabilidad. Es más, nuestro reto formativo es mayor que el de niños y jóvenes, porque, en muchas ocasiones, pasa por “desaprender” criterios y conductas que tenemos incorporados como “normales” y que se han mostrado dañinos para el planeta y la vida comunitaria, al tiempo que nos abrimos al aprendizaje de otros nuevos.

La educación ambiental, en su dimensión de formación de personas adultas, lleva más de cuatro décadas trabajando desde estas premisas. Cursos y Másters universitarios, Seminarios, Asignaturas en la universidad, Conferencias, Experiencias prácticas en Centros Cívicos..., avalan estos planteamientos y nos permiten hablar de su eficacia y eficiencia a la hora de abordar la problemática ambiental<sup>1</sup>.

¿Podremos, pues, los educadores/formadores ambientales hablar desde esta experiencia? El apartado siguiente concreta algo más la respuesta a esta pregunta.

## CREAR GRUPOS-DIANA PRIORITARIOS

Generalmente se ha puesto mucho énfasis en llevar la educación ambiental a las escuelas. Y

<sup>1</sup> Personalmente, he dirigido durante 25 años (1990-2015) un Programa Internacional de Postgrado (Especialista y Máster) en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible, dirigido a profesionales (planificadores, gestores, docentes, políticos, empresarios, sindicalistas...), de dos años de duración, con carácter transdisciplinario. La experiencia, pionera en su género a inicios de los noventa, ha sido muy rica en resultados y me permite recomendar este tipo de procesos como generadores de un cambio de conciencia y comprensión de los problemas y un estimable efecto multiplicador.

es un objetivo que hay que seguir cumpliendo, comenzando ya en las escuelas infantiles, cuanto antes. Pero la gravedad de la crisis ambiental que estamos viviendo no nos permite esperar a que los niños o los jóvenes que están en las aulas se conviertan en decisores y tomen protagonismo en la resolución de los problemas. Es cierto que pueden colaborar, de hecho en la enseñanza media y la universidad ya se vive esa militancia por el cambio, algo que resulta saludable. Pero la magnitud del problema y la urgencia de las soluciones es tal que se impone elegir, en estos momentos, unos grupos-diana prioritarios a lo hora de enfatizar e impulsar los procesos de educación, formación y capacitación ambiental.

La formación de estos grupos específicos tiene un gran interés precisamente por su efecto multiplicador. Necesitamos que todos los políticos, planificadores, gestores o comunicadores, comprendan el mensaje de la transición ecológica porque ellos pueden aplicarlo de inmediato a la toma de decisiones o difundirlo de forma que su expansión alcance a gran parte de la ciudadanía.

En este sentido, tienen especial significación y valor los procesos orientados a los planificadores y gestores de lo público, los empresarios y gestores privados, las mujeres como grandes tomadoras de decisiones y, cómo no, los trabajadores de los distintos medios de comunicación. Los primeros, porque pueden realizar cambios reales y rápidos en el ámbito global, nacional y local, todos ellos necesarios para una actuación sinérgica que facilite el tránsito hacia la sostenibilidad en el menor tiempo posible. Los empresarios y gestores privados porque tienen en sus manos recursos económicos y sociales de enorme valor y, si reorientan convenientemente la forma de utilizarlos, son un puntal básico para el cambio. Las mujeres porque, aparte de nuestra cualificación profesional en ámbitos estratégicos, tenemos una gran experiencia en el mundo de los cuidados. Una experiencia que va a ser necesario transmitir y potenciar entre la ciudadanía para que alcance no solo a los cuidados entre humanos sino a la aventura de cuidar la naturaleza respetando sus límites y sus ritmos.

Y he dejado para el final a los comunicadores porque, si algún grupo es fundamental, ellos sin duda están entre los esenciales. Necesitamos que cada persona que tiene la potencialidad de llegar a la gente a través de los medios difunda no sólo la problemática socioecológica y sus efectos (que también) sino la posibilidad de ser felices viviendo mejor con otras pautas de producción y consumo menos agresivas. Necesitamos mensajes claros y reiterativos al respecto y, junto a ellos, ejemplos que permitan comprender que hay vida más allá del consumo desaforado al que nos impulsan los estímulos sociales. Porque las actitudes y respuestas de la ciudadanía son claves para el cambio civilizatorio que la humanidad tiene ante sí. Un cambio a todas las escalas y en el menor tiempo posible.

Necesitamos miles de Seminarios, Cursos, Programas de Reciclaje, que alcancen tanto a los concejales de un humilde pueblo de pocos habitantes como a quienes se sientan en los órganos de decisión de alcance nacional o dirigen un programa de radio o televisión. Todos ellos tienen sin duda una sólida formación en sus respectivos campos de trabajo, pero no siempre se han detenido a conocer en profundidad la situación ecológica del planeta y el modo en el que la humanidad está destruyendo su propio hábitat. La transición ecológica no se hará sin su colaboración y complicidad, sin el ejemplo y el efecto multiplicador de sus mensajes

No hay que partir de cero ni inventarse todas las estrategias. Felizmente, hoy son miles, millones, las personas, instituciones y colectivos sociales que están trabajando en esta dirección, cambiando la forma de gestionar lo público y lo privado, mostrando ejemplos de cuidados verdaderamente encomiables y expandiendo en los medios los mensajes necesarios para un cambio. Ellos y ellas son guías o faros que iluminan el camino y nos demuestran que cambiar es posible. Y, lo más importante, que el cambio no necesariamente significa renuncia o sacrificio. Que cambiar hacia otras formas de vida puede ser liberador, nos puede regalar bienes tan necesarios y escasos como el tiempo, la recuperación

**Necesitamos miles de Seminarios, Cursos, Programas de Reciclaje, que alcancen tanto a los concejales de un humilde pueblo como a quienes se sientan en los órganos de decisión de alcance nacional o dirigen un programa de radio o televisión. La transición ecológica no se hará sin su colaboración y complicidad, sin el ejemplo y el efecto multiplicador de sus mensajes**

de la convivencialidad y la vida familiar, el sentimiento de estar colaborando a un presente y un futuro mejores para nuestros hijos...

### CON MIEDO NO SE APRENDE

El papel de esos grupos-diana como primera instancia a formar estriba en la posibilidad (y probabilidad) de que ellos, con sus distintas capacidades y ejemplos, puedan “contagiar” un cambio de valores y actitudes al imaginario colectivo. Porque no haremos un cambio civilizatorio si no contamos con la colaboración de todos y cada uno de los actores sociales: amas de casa, personas que trabajan por cuenta ajena, pensionistas, docentes, profesionales, funcionarios, empresarios...

Un contagio de valores y actitudes que –hay que advertirlo pronto– no puede estar basado en el miedo. Éste es un principio más que comprobado en educación: con miedo no se aprende. Es necesario actuar estimulando la lucidez (ayudar a comprender la magnitud del problema) combinada con la ilusión (la posibilidad de “estrenar” poco a poco formas de vida que no secuestren nuestro tiempo, que nos permitan ser más felices con menos cosas materiales, que

reconduzcan con sensatez nuestras formas de consumir, viajar, comer, usar los recursos naturales...). Nos va en ello, en esta combinación, el éxito de nuestros programas y estrategias educativas. La educación ambiental ha de ser, en este sentido, una gran generadora de lo que Paulo Freire llamó “el inédito viable”: modelos de vida que están por explorar pero que son realizables en el corto, medio y largo plazo.

Si sabemos actuar así, desactivaremos muchas actitudes de gente que, ante el tamaño del problema, asume consciente o inconscientemente la máxima de “sálvese quien pueda” y decide ponerse a vivir quemando etapas. No son una minoría, más bien se diría que esta es (seguramente sin conciencia de que esa actitud nos lleva al abismo) una forma de estar en el mundo más que frecuente, impulsada incluso por algunos dirigentes políticos que la estimulan imprudentemente.

### SIN COOPERACIÓN NADA ES POSIBLE

Y aquí enlazo con la necesidad de educar, formar y capacitar ambientalmente sobre el valor y la necesidad ineludible de la cooperación. Nuestras prácticas educativas han pivotado en muchos casos sobre la competitividad y ya es hora de que comprendamos que la transición ecológica solo podrá tener éxito si todos cooperamos, si cada quien comprende su papel en el entramado social y ecológico y lo asume desde el espíritu de colaborar en el bien común.

Tenemos ante nosotros un cambio civilizatorio de enorme magnitud. Un cambio hacia el que hemos de transitar cogidos de las manos, conscientes de la potencialidad que tienen los colectivos humanos cuando asumen en conjunto proyectos, ideas y prioridades. Rediseñar nuestras formas de vida no es algo que pueda hacerse desde arriba, si queremos mantener el carácter democrático de nuestras sociedades. Los políticos necesitan la complicidad de las gentes para esta transición. Y las gentes tienen, tenemos, la potencialidad de ir haciendo que emerjan desde abajo esas nuevas formas de vivir, producir y consumir, que pueden hacer nuestras vidas



más sostenibles y seguramente más felices. Ambas fuerzas deben actuar sinérgicamente, con influencias recíprocas, desde una conciencia colectiva que ilumine los comportamientos individuales y grupales en la dirección adecuada.

En la educación ambiental podemos (y debemos) recordar que la vida avanzó y evolucionó gracias a la cooperación. Las bacterias estuvieron 2000 millones de años solas y fue el momento en que una arquea y una espiroqueta comenzaron a cooperar el que desencadenó el proceso evolutivo que nos ha traído hasta aquí. Es cierto que en la naturaleza existe competencia, pero competir aisladamente es poco productivo. Incluso para competir es preciso antes cooperar, crear equipos, trabajar en grupos coordinados... Generalmente la vida progresa allí donde los individuos de una especie cooperan entre sí o con otros diferentes. Los fenómenos de simbiosis son un ejemplo de lo que

podrían ser nuestras escuelas y universidades si cambiásemos el enfoque en ese sentido.

También para salir de los atolladeros, las crisis, los riesgos imprevistos, hace falta cooperación, la evidencia lo demuestra. Nuestros procesos educativos tienen que mejorar en ese sentido, y también los programas televisivos, los mensajes de los medios, tan basados muchas veces en lo contrario.

Cooperar merece la pena. Cooperar es compartir recursos no solo físicos sino intangibles. Es dedicar tiempo y cuidados a la naturaleza y a quienes –cerca o lejos– necesitan nuestra ayuda. Y es una fuente de satisfacción personal. Pero hay que estimular esa actitud desde los primeros años de vida, enseñar a quienes aprenden a trabajar en equipo, a debatir temas colectivamente respetando las ideas diferentes, a ser creativos pensando y discutiendo en grupo.

En las universidades deberían incentivarse y potenciarse las propuestas inter y transdisciplinarias para ofrecer procesos de formación orientados a los líderes sociales.  
Foto: Roberto Muñiz.

Ante los desafíos presentes y futuros que plantean los problemas ambientales, necesitamos un plus de imaginación y creatividad que nos ayude a soñar y poner en práctica esta transición hacia otros modelos y formas de vida. Nadie puede diseñarlos por nosotros. Cada ser humano, en cada rincón, ha de colaborar, en la medida de sus posibilidades, en la construcción de un mundo sostenible ecológica y socialmente

#### IMAGINACIÓN Y CREATIVIDAD, CLAVES PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

Ante los desafíos presentes y futuros que plantean los problemas ambientales, necesitamos un plus de imaginación y creatividad que nos ayude a soñar y poner en práctica esta transición hacia otros modelos y formas de vida. Nadie puede diseñarlos por nosotros. Cada ser humano, en cada rincón, ha de colaborar, en la medida de sus posibilidades, en la construcción de un mundo sostenible ecológica y socialmente. En este sentido, es necesario que las enseñanzas artísticas tomen más protagonismo en la educación ambiental y la educación en general. Que los estudiantes de ingeniería tengan posibilidades de conocer y practicar esa mirada lateral que proporciona el arte. Que los procesos educativos estimulen en los médicos la capacidad poética, la mirada abarcadora de los artistas. Que los economistas incluyan la creatividad y los sueños en sus currículos. Que la ciencia, en suma, dialogue con el arte para poner en juego todas las potencialidades del ser humano: la empatía junto al rigor; la emotividad al tiempo que la razón; el descubrimiento de los invisibles junto a la mirada sobre lo visible...

Cada vez que una persona o un colectivo se ponen a transitar en esta dirección, no solo aparecen ideas nuevas y soluciones inéditas para los problemas, sino que se eleva considerablemente el grado de satisfacción y bienestar psíquico de los participantes. Somos parte de una vida generosa y creativa y, como tales, podemos participar en la aventura de imaginar una transición ecológica amable para la naturaleza y para nosotros si ponemos en juego esas dimensiones.

Recuerdo ahora la anécdota que relata Federico Mayor Zaragoza, cuando uno de sus maestros le enseñó que ser científico es “ver lo que todos ven y pensar lo que nadie ha pensado”. Y me vienen a la mente las enseñanzas de nuestra gran filósofa y poeta María Zambrano cuando hablaba de la necesidad de una “razón poética”. ¿Por qué no poner en juego todas las potencialidades de quienes aprenden? La capacidad de imaginar, de crear lo nuevo, comienza en la infancia y no se agota nunca. Jóvenes y mayores tenemos que contribuir a que no se seque en nuestras sociedades secuestrada por la falta de tiempo o la escasez de oportunidades para soñar que proporcionan los sistemas educativos en general.

Hay loables excepciones, desde luego. Escuelas, institutos, universidades, ONG, familias, en los que estos aspectos se cuidan y se potencian. Es mirando hacia ellos como podemos vislumbrar una transición ecológica que sea también un esfuerzo colectivo de creatividad, que ofrezca una educación estimulante, que ponga el énfasis más en los procesos que en los productos. Porque es ahí, en los procesos, donde se esconde la llave de la capacidad para soñar e imaginar mundos posibles.

#### CAMBIAR EL NIVEL DE CONCIENCIA

Decía Einstein que ningún problema se resuelve desde el mismo nivel de conciencia en el que se ha creado. Esta idea creo que sigue siendo válida en el momento presente. No se trata solo de impulsar cambios tecnológicos, procesos de planificación distintos, economías que contemplen la variable ecológica..., sino de arropar todas esas





medidas con un cambio en la conciencia de las gentes que nazca de una convicción profunda, de una ética social y ecológica que sirva de soporte a la transición que tenemos ante nosotros.

Necesitamos dejar de vernos como dueños y dominadores de la naturaleza. En palabras de Habermas, alcanzar una mirada fraternal que nos permita recomponer las prioridades, los ritmos y los vínculos con los que operamos sobre los bienes de la Tierra. Pero, como el propio Habermas viene advirtiendo desde hace tiempo, esa mirada solo será posible si, al mismo tiempo, recomponemos la mirada ante la parte doliente de la humanidad aplicando el principio de equidad a nuestras acciones individuales y colectivas.

Esto nos lleva a hablar de solidaridad con todo lo vivo y el soporte que mantiene a la vida. Una solidaridad que afecta no solo al momento presente, sino a la deuda que tenemos con las generaciones futuras de dejarles un legado que no sea un planeta esquilado por la codicia, el derroche de unos pocos y la desigualdad.

En esta dirección, un nuevo paradigma se abre paso. Y la educación ambiental ha tenido históricamente mucho que ver en su avance, porque lo lleva potenciando más de cuatro décadas.

Gira en torno a una ecoética que restaure las relaciones entre los seres humanos y el planeta en torno a tres ideas fundamentales: la naturaleza como un ámbito de vida a respetar y cuidar; las interdependencias entre el mundo físico y el mundo humano; y el desarrollo de los valores éticos y de los cuidados.

Esos tres conceptos presentan en sí mismos una gran potencialidad cuando se manejan al unísono. Si lográsemos incorporar a la conciencia de las gentes esta forma de pensar y actuar, la transición estaría asegurada. Es, por tanto, tarea de la educación ambiental, orientar los procesos en este sentido, tanto cuando se trata de procesos formales como informales, en la escuela y en la familia, en la universidad y en el mundo asociativo, en la empresa y en la administración...

Claro que no es sencillo. Supone aceptar que nos movemos en un entorno de interacciones y, a quienes vivimos en los sectores privilegiados del planeta, nos compromete a asumir que nuestras formas de vida son bienes posicionales que se producen a costa de la destrucción del medio ambiente y, en muchos casos de la pobreza y miseria, en otras zonas del mundo. Eso obliga a usar los bienes de la Tierra y los recursos públicos y privados de otra manera.

Los fenómenos de simbiosis son un ejemplo de lo que podrían ser nuestras escuelas y universidades si cambiásemos el enfoque en ese sentido.  
Foto: Álvaro López.

**La transición ecológica que estamos iniciando es el primer paso de un cambio civilizatorio que podemos hacer a tiempo si tomamos las decisiones adecuadas. El cambio climático es un claro ejemplo de la necesidad de no demorarse y ser audaces en las alternativas y las estrategias, con el fin de no llegar a situaciones de muy difícil manejo y control**

En cuanto a la naturaleza, esa evidencia se infiltra en las conciencias para recordarnos que compartimos destino con todas las especies vivas del planeta. Pero, de inmediato, esta constatación plantea un conflicto ético que no todo el mundo está dispuesto a asumir. El reto de la educación ambiental es manejar esta idea con sabiduría para que, poco a poco, se vaya convirtiendo en un referente ético de las personas y los grupos sociales. Un referente que, por cierto, está en las culturas originarias y pervive en muchas culturas rurales de nuestro entorno, si bien hoy día contaminado y amenazado por las ideas económicas que van en otra dirección.

¿Y qué decir de los cuidados? Somos seres de cuidados, sin ellos no saldríamos adelante en las primeras etapas de la vida. Los necesitamos siempre, pero nos cuesta ofrecerlos como algo gratuito, siempre poniéndoles precio o convirtiéndolos en mercancía. El mundo femenino tiene mucho que mostrar al resto de la sociedad sobre el altruismo del arte de cuidar. Porque es un arte, en efecto. Implica a la parte racional y a la parte emotiva y sentimental al unísono. Cuidar es un aprendizaje que no termina nunca. También es un aprendizaje aceptar los cuidados cuando se necesitan...

#### **TRABAJAR SOBRE CONFLICTOS. APRENDER A NEGOCIAR**

Vienen tiempos en los que habremos de abordar (ya están ocurriendo) situaciones difíciles derivadas de los problemas ambientales. Kirivati y Tubalu son pequeñas islas que nos están mostrando el drama de comunidades que se quedan sin territorio por la subida del nivel del mar. Un

problema que amenaza a las ciudades costeras y a las zonas bajas inundables del planeta. Al mismo tiempo, la frecuencia y el impacto de fenómenos como las sequías e inundaciones, nos confronta con la necesidad de resolver, en tiempos cortos, situaciones problemáticas que afectan al ámbito de vida de las gentes de aquí y de allá. Por no hablar de otros daños sobrevenidos para los cuales es necesario tomar decisiones actuando con urgencia y efectividad.

¿Qué conviene enseñar, entonces? En todos los casos, y a todos los niveles, mi opinión es que se impone trabajar en dos direcciones: Por un lado, impulsando las técnicas de diálogo, negociación y cooperación en los estudiantes y en la ciudadanía. Hoy más que nunca esas técnicas, apoyadas en valores y actitudes, pueden impulsar la transición ecológica en la dirección adecuada.

Por otro lado, sabemos que algunos sistemas, por efecto del cambio climático, pueden sufrir cambios abruptos, pero no sabemos a ciencia cierta ni dónde ni cuándo. De modo que es necesario que los procesos de educación, formación y capacitación “entrenen” a las personas para que sepan captar de forma rápida situaciones de emergencia, organizar recursos, vislumbrar soluciones y saber implementarlas. Este “entrenamiento” es, creo, una de las tareas en las que la educación ambiental debería poner el énfasis en los tiempos presentes.

#### **ALGUNAS IDEAS PARA CONCLUIR: EL VALOR DE LA PROSPECTIVA**

La transición ecológica que estamos iniciando es el primer paso de un cambio civilizatorio

que podemos hacer a tiempo si tomamos las decisiones adecuadas. El cambio climático es un claro ejemplo de la necesidad de no demorarse y ser audaces en las alternativas y las estrategias, con el fin de no llegar a situaciones de muy difícil manejo y control. En este contexto, un esfuerzo de prospectiva es absolutamente necesario. Hemos mirado demasiado hacia atrás, queriendo convencernos de que las cosas van a ser como han sido siempre. Pero estamos aproximándonos a umbrales que, si sobrepasamos, producirán cambios cualitativos (no simples añadidos cuantitativos), daños abruptos en ocasiones irreversibles y serios problemas para la vida humana sobre el planeta.

Es hora de mirar hacia delante. De reconocer que podemos ser felices viviendo de otra manera. De asomarnos a un futuro que está por construir. Una transición ecológica pacífica, acordada entre las naciones y los pueblos, puede ser un ejercicio de inteligencia y lucidez de la especie humana. En su génesis y su gestión tiene mucho que ver y hacer la educación ambiental, no solo en el campo formal, sino, como he comentado, en el ámbito del conocimiento, la conciencia y el compromiso de quienes toman decisiones a todas las escalas.

Este es un reto para las universidades, donde deberían incentivarse y potenciarse las propuestas inter y transdisciplinarias para ofrecer procesos de formación orientados a los líderes sociales. Existen algunas experiencias que avalan esto que afirmo y han demostrado que, cuando se movilizan los recursos universitarios en esta dirección, los resultados son excelentes. Pero no solo es tarea de las universidades contribuir a la transición ecológica. Necesitamos que todos los recursos educativos y formativos de la sociedad se movilicen en esta dirección. Nos va en ello el buen vivir de nuestros hijos y nuestros nietos.

La educación ambiental puede operar así como un potente instrumento para esta transición hacia sociedades sostenibles. Un instrumento que llene de poesía y de arte las propuestas, para que vivir mejor con menos sea una máxima



atractiva y estimulante, una forma de ir avanzando en la reapropiación de recursos ahora secuestrados, como el tiempo y la convivencia, la contemplación y el disfrute de lo pequeño, la serenidad y la sobriedad en el uso de los bienes propios y comunes...

Caminemos, pues, en ese proceso de transición, dialogando y cooperando entre nosotros y con la naturaleza. Hagámoslo convencidos de que el proceso nos irá dando indicaciones de por dónde avanzar. Pero, sobre todo, hagámoslo con ilusión y esperanza, señas de identidad de la educación ambiental. Soñar el futuro es el primer paso para construirlo. Transformar esos sueños en realidad es un requerimiento imprescindible.

Termino con unas palabras de la jurista francesa Mireille Delmas-Marty que pueden iluminar estas ideas:

*El arte de caminar, a grandes zancadas o a pequeños pasos, solo tiene sentido si la dirección de la marcha no es algo que se sufre, sino que se elige. ❀*

Necesitamos que cada persona que tiene la potencialidad de llegar a la gente a través de los medios difunda no sólo la problemática socioecológica y sus efectos (que también) sino la posibilidad de ser felices viviendo mejor con otras pautas de producción y consumo menos agresivas.

# Los beneficios económicos y ambientales de una Reforma Fiscal Ecológica

**Jaume Freire-González**

ENT Environment and Management

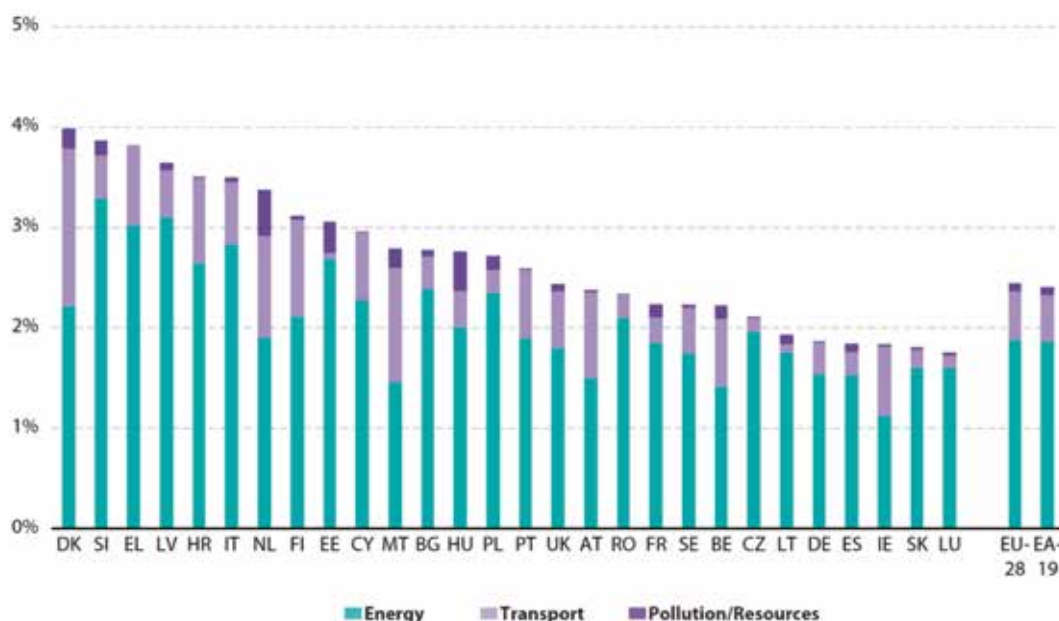
Una Reforma Fiscal Ecológica daría impulso a las renovables, facilitando una transición ecológica. Foto: Álvaro López.

La tributación ambiental tiene como principal objetivo reducir las presiones sobre el medio ambiente, ya sea reduciendo la contaminación, el uso de los recursos naturales o mitigando el cambio climático. De hecho, los impactos o cargas ambientales pueden considerarse como externalidades negativas de las actividades económicas, que pueden ser internalizadas

mediante el uso de instrumentos económicos, como impuestos o las subvenciones. Los fundamentos teóricos de los impuestos ambientales se remontan a Pigou (1920). Pigou estableció las bases teóricas de estos instrumentos, mostrando cómo un impuesto adecuadamente diseñado modifica el comportamiento de los diferentes agentes, creando los incentivos ade-



Figura 1. Estructura de los impuestos ambientales en la UE-28 en 2016  
(% del PIB)



Fuente: European Commission (2018).

cuados que impulsen situaciones más sostenibles en términos ambientales. Otros desarrollos posteriores con aportaciones teóricas relevantes fueron los análisis de Baumol (1972) y Baumol y Oates (1971). El objetivo final de este tipo de impuestos no es recaudar más recursos para las arcas públicas, aunque lo hagan, sino reducir los impactos ambientales.

Los ingresos provenientes de los impuestos ambientales en España se encuentran entre los más bajos en la Unión Europea, representando en 2016 el 1,8% del producto interno bruto (PIB), mientras que, en ese mismo año, la media de la UE-28 se situó en el 2,4%. Del mismo modo que en el resto de los Estados miembros de la UE, la fiscalidad ambiental en España se centra mayoritariamente en la energía, representando un 1,5% del PIB (European Commission, 2018). En la figura 1 se observa como España (ES) se sitúa en el puesto 25 de los 28 países de la Unión Europea en cuanto a importancia de la fiscalidad ambiental como porcentaje del PIB. En relación al resto de países, también se observa una importancia mayor de los impuestos a la energía, y poca importan-

cia de los impuestos al transporte y a la contaminación/recursos. De hecho, la recaudación de los impuestos ambientales no relacionados con la energía representa solo un 0,3% del PIB. Esto indica que en España todavía queda un largo camino por recorrer en lo que se refiere a tributación ambiental. La estrategia “Europe 2020” de la Comisión Europea quiere impulsar la implementación de políticas que trasladen parte de la base impositiva a actividades dañinas para el medio ambiente (EEA, 2012).

Gran parte de las reticencias a incrementar la tributación ambiental provienen de los supuestos costes a corto plazo y medio plazo que implicaría en términos económicos y políticos. Sin embargo, hay cuestiones relacionadas con el diseño y la implementación de este tipo de políticas que los decisores políticos no tienen en consideración, y que podrían suponer un giro total en la expectativa de costes generados. En este contexto, una Reforma Fiscal Ecológica (RFE) correctamente diseñada podría ayudar a desencadenar y afianzar una transición ecológica de los actuales sistemas socio-económicos sin suponer un agravio para la economía.

Gran parte de las reticencias a incrementar la tributación ambiental provienen de los supuestos costes a corto plazo y medio plazo que implicaría en términos económicos y políticos. Sin embargo, una Reforma Fiscal Ecológica (RFE) correctamente diseñada podría ayudar a desencadenar y afianzar una transición ecológica de los actuales sistemas socio-económicos sin suponer un agravio para la economía

A continuación, se describe una RFE, así como sus posibles configuraciones y potencialidades. Posteriormente discutiremos si sería pertinente para el caso español, considerando los costes y los beneficios que podría suponer e indagando en la posibilidad de que se produjera un doble dividendo.

#### REFORMA FISCAL ECOLÓGICA Y LA HIPÓTESIS DEL “DOBLE DIVIDENDO”

Una RFE consiste básicamente en incrementar la carga fiscal a actividades de producción, distribución o consumo que generan impactos ambientales –en función de los mismos–, y al mismo tiempo reducir la tributación al trabajo, al capital, al consumo y/o a otras formas de tributación no directamente relacionadas con el medio ambiente, asegurando que la recaudación global por parte de las administraciones públicas siga siendo la misma (European Environment Agency, 2006). Es un concepto lo suficientemente amplio como para que se pueda entender desde diversas perspectivas y a diferentes niveles, pero en todos los casos,

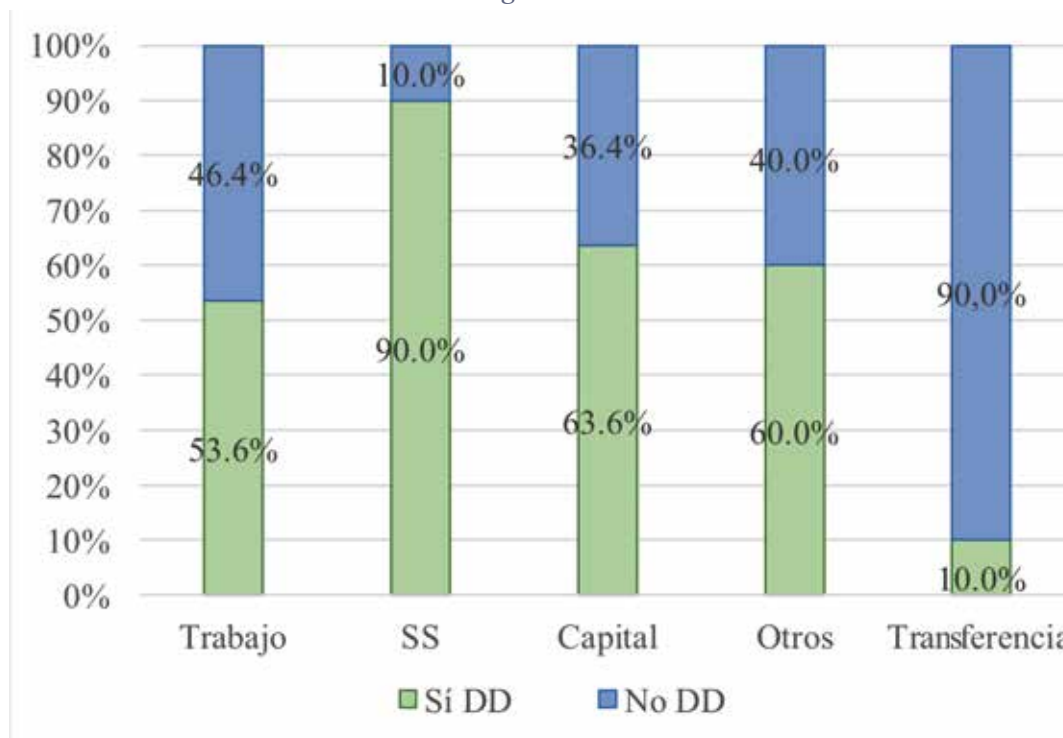
tiene el objetivo común de reducir las presiones ambientales, que puede ser en un marco de neutralidad recaudadora o no. Al cabo de un tiempo de ser implementada, una reforma de esta índole crearía los incentivos para desencadenar una transición ecológica hacia estructuras económicas más respetuosas con el medio ambiente.

Por otra parte, la hipótesis del doble dividendo sugiere que el uso de impuestos ambientales y al mismo tiempo la reutilización de los ingresos que generan, para reducir otro tipo de impuestos, puede no solo reducir los impactos ambientales de las actividades gravadas, sino, además, mejorar la economía, manteniendo constante el nivel de ingresos totales (Grubb *et al.*, 1993, Nordhaus, 1993, Pearce, 1991). Otros autores, consideran, sin embargo, que los impuestos ambientales pueden exacerbar, en lugar de aliviar, las distorsiones que crea la fiscalidad en la economía, aunque se empleen los ingresos fiscales para reducir impuestos preexistentes (Bovenberg y de Mooij, 1994).

Hay cierto consenso en relación a los efectos positivos sobre el medio ambiente de estas figuras. En relación a los efectos provocados en los sistemas económicos, entran en funcionamiento diversos mecanismos, y en función de su signo, puede predominar un efecto neto positivo o negativo. Los mecanismos básicos identificados en la literatura son los siguientes (Freire-González, 2018):

1. Daño marginal ambiental: Baumol and Oates (1988) establecieron que el tipo impositivo del impuesto tenía que ser igual al daño marginal (DM) del impacto ambiental en términos monetarios. De este modo, la “externalidad” se internalizaría, y el impuesto generaría una ganancia de bienestar, a diferencia de otro tipo de impuestos, que causan pérdidas de bienestar. Este es un efecto positivo del impuesto sobre el bienestar.
2. Efecto recaudación: Lee y Misiolek (1986) concluyeron que los efectos positivos de un impuesto ambiental son mayores que la pura

Figura 2. Porcentaje de simulaciones sugiriendo un doble dividendo (DD), en función del destino de los ingresos de la reforma fiscal



Nota: *Trabajo*: impuesto a las rentas del trabajo; *SS*: contribuciones a la seguridad social; *Capital*: impuestos al capital; *Otros*: otros impuestos; *Transferencia*: transferencias directas a los hogares o empresas.  
Fuente: adaptación de Freire-González (2018).

compensación del daño marginal ambiental, agregando otro componente llamado efecto recaudación (ER). Este efecto considera la mejora de bienestar que se puede obtener por el uso de los ingresos del impuesto ambiental para financiar una reducción marginal de otros impuestos preexistentes.

3. Efecto interdependencia-coste: Parry (1995) identificó un tercer efecto adicional, pero con signo negativo, que a menudo pasa desapercibido: el efecto interdependencia (EI). Consideró que los impuestos ambientales también crean distorsiones, pudiendo desalentar el empleo y la inversión. McKittrick (1997) lo describió del siguiente modo: “Un impuesto a la contaminación aumentará los costes de producción, lo que elevará el coste de los bienes de consumo reduciendo los salarios reales. A medida que los salarios reales caen, la oferta de trabajo disminuye y el exceso de carga del impuesto generalmente aumenta”.

4. Efecto interdependencia-beneficio: en respuesta a las críticas de Parry, Williams (2002) demostró que además de los efectos mencionados, hay un efecto interdependencia, pero de signo positivo, llamado efecto interdependencia-beneficio (BI). Este efecto proviene de mecanismos como el aumento de la productividad laboral y otros efectos positivos con repercusiones económicas de la mejora ambiental provocada por el impuesto.
5. Finalmente, Bento and Jacobsen (2007), añadieron dos efectos adicionales a tener en cuenta en el diseño de un impuesto: 1) el “efecto renta Ricardiana” (RR): una pérdida en la renta real debido a la reducción de las rentas ricardianas obtenidas de la propiedad del factor específico, y el 2) “efecto impuesto sustituto” (IS): los ingresos del consumidor representativo se reducen, lo que hace incrementar la oferta de trabajo, teniendo

un efecto positivo en el mercado de trabajo, lo que limitaría el efecto interdependencia-coste.

El doble dividendo se produciría si todos los efectos positivos mencionados, generados por el impuesto ambiental, son mayores que el efecto interdependencia-coste, de naturaleza negativa. El efecto final neto dependerá de cuestiones relacionadas con la estructura económica y fiscal de la región considerada, así como del diseño e implementación de la reforma fiscal propuesta.

### ¿QUÉ NOS DICE LA EVIDENCIA EMPÍRICA?

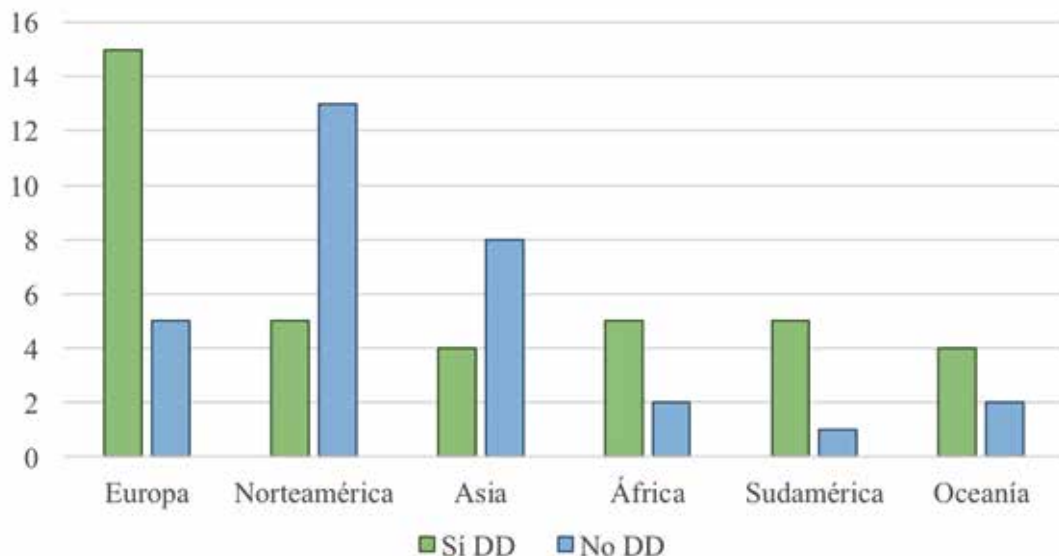
La literatura empírica ha indagado si el doble dividendo se produce y bajo qué condiciones. En una revisión de literatura sobre el doble dividendo y modelización de equilibrio general computable, Freire-González (2018) analizó 40 estudios empíricos de 1993 a 2016, que incluían un total de 69 simulaciones. Encontró que un 55% de las simulaciones analizadas sugerían la aparición de un doble dividendo. Es decir, las reformas fiscales testadas mejoraban

el medio ambiente y la economía en un 55% de los casos. Además, en la mayoría de los estudios donde el doble dividendo no surgía, los costes de implementación de los impuestos o reformas fiscales eran menores cuando se utilizaban los ingresos para reducir otros impuestos.

Otro hallazgo relevante del estudio es que el doble dividendo surge con mayor o menor probabilidad en función del destino de los ingresos provenientes de la reforma. El doble dividendo surge más frecuentemente cuando se destinan los ingresos de la reforma a reducir contribuciones a la seguridad social o impuestos al capital. En cambio, las transferencias directas a los hogares o a las empresas no parecen ser una buena política en términos de estricta de eficiencia económica.

Es de destacar también el hecho de que simulaciones hechas en diferentes países conllevan diferentes resultados en términos de doble dividendo. En la figura 3 se puede observar cómo la mayoría de las simulaciones realizadas para países europeos han encontrado un doble dividendo, contrariamente a la mayoría de las realizadas en países de Norteamérica y Asia. Por otra parte, las simulaciones en países africanos,

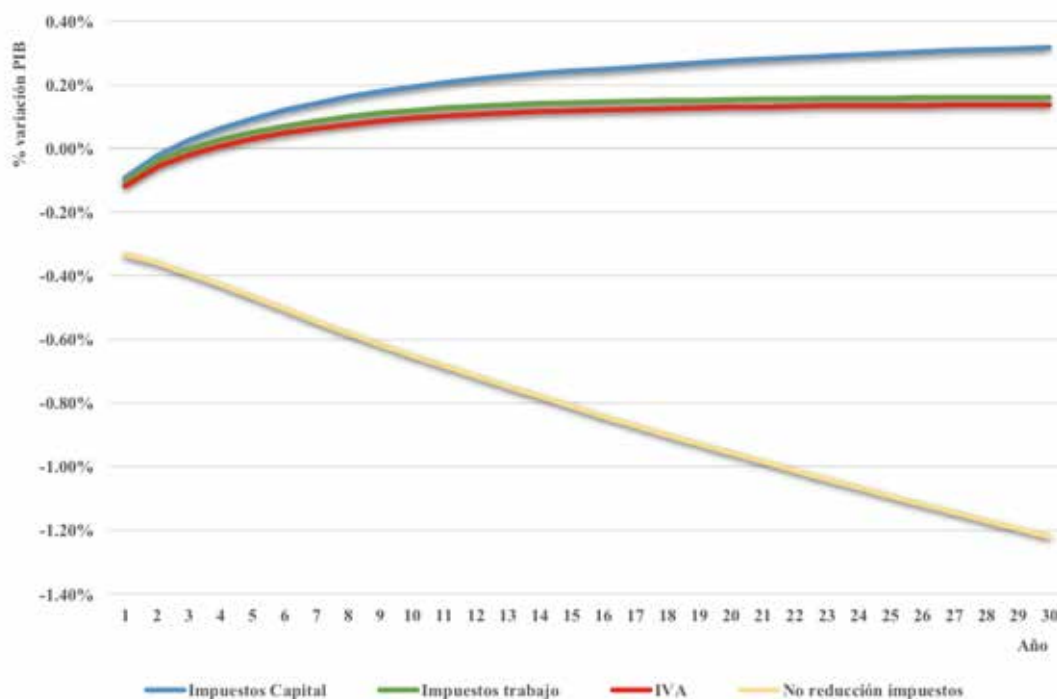
Figura 3. Número de simulaciones donde aparece un doble dividendo (DD) y donde no aparece, por continente



Fuente: adaptación de Freire-González (2018).



Figura 4. Porcentaje de variación del PIB a consecuencia de implementar una RFE en España



Fuente: adaptación de Freire-González y Ho (2018).

suramericanos y de Oceanía también conducen mayoritariamente a confirmar la hipótesis del doble dividendo. Una posible explicación podría ser que el doble dividendo puede surgir más en países donde las cargas fiscales sobre el trabajo o el capital son actualmente más altas (p.e. Europa en relación a Norteamérica). Al reducirlas a causa de la reforma fiscal implementada, los beneficios tenderían a ser mayores.

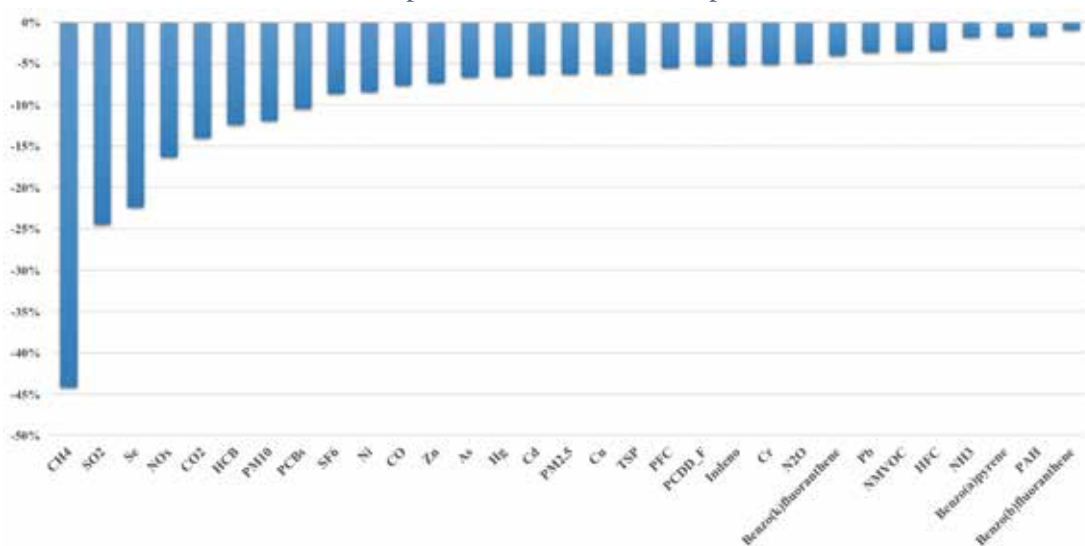
### UNA RFE EN ESPAÑA, ¿TENDRÍA SENTIDO?

El análisis anterior, antes incluso de analizar el caso concreto de España, permite entrever que implementar una RFE que al mismo tiempo redujera las cargas impositivas al trabajo o al capital en España tendría sentido en términos de eficiencia económica. Como hemos mostrado en el apartado anterior, una reforma como esta, aunque no siempre conduzca a un doble dividendo en el sentido estricto (beneficio ambiental y económico), mejora, en la mayoría de

los casos, las condiciones ambientales al mismo tiempo que reduce los costes de implementación de la reforma.

Sin embargo, resulta interesante analizar el caso concreto de España, que recientemente fue específicamente analizado en Freire-González y Ho (2018). En este estudio se desarrolló un modelo dinámico de equilibrio general computable con extensiones energéticas y ambientales para la economía española. Este tipo de modelos son una de las herramientas más completas y sofisticadas en economía aplicada para la evaluación de políticas públicas, al sintetizar la globalidad de un sistema económico a través del comportamiento individual de todos sus agentes. Este modelo en concreto, a diferencia de anteriores modelos desarrollados contiene un gran detalle sectorial, que incluye 101 sectores y 101 productos, así como las emisiones de 31 contaminantes diferentes emitidas por los diferentes sectores. Adicionalmente, el módulo energético permite hacer un seguimiento del uso de la energía –ya sea carbón, gas natural, petróleo o dife-

Figura 5. Porcentaje de variación media anual de diferentes contaminantes a consecuencia de implementar una RFE en España



Fuente: adaptación de Freire-González y Ho (2018).

rentes tecnologías generadoras de electricidad— a lo largo de todo el sistema económico.<sup>1</sup>

En este estudio se analizaron los potenciales efectos económicos y ambientales de una RFE que supusiera la implementación de un impuesto a la producción del 20% del *output* y una reducción de las subvenciones equivalente al 20% de ese mismo *output* a 39 diferentes sectores relacionados con la energía, el transporte, el suministro de agua y el tratamiento de residuos. Esta reforma se evaluó en cuatro escenarios diferentes en relación al uso de los ingresos generados por la misma: 1) las administraciones públicas utilizan los ingresos del mismo modo que generalmente utilizan los recursos públicos generales; 2) se reducen los impuestos al capital; 3) se reducen los impuestos al trabajo; 4) se reduce el IVA. Los resultados económicos arrojados por el modelo en términos de PIB pueden verse en la figura 4.

En todos los casos donde se reutilizan los ingresos derivados de la reforma para reducir otros impuestos se observa un doble dividendo al cabo de 3-4 años de implementación de la

reforma. O, en otras palabras, la RFE propuesta, únicamente generaría costes económicos si los ingresos no se utilizan para reducir las figuras impositivas analizadas preexistentes en el sistema fiscal español.

En relación a los efectos de la reforma sobre las emisiones de contaminantes, la figura 5 muestra como todos los contaminantes se reducen a consecuencia de la reforma, sea cual sea el escenario de reutilización de los ingresos derivados por la reforma. Algunos gases de efecto invernadero se reducen de manera significativa, como el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub>.

## CONCLUSIONES

Los impuestos ambientales se han mostrado como un instrumento eficaz de reducción de los impactos ambientales, debido a que influyen en el comportamiento de los agentes económicos. Básicamente porque los induce a tomas de decisiones más respetuosas con el medio ambiente. A pesar de que estos generan ganadores y perdedores en función de su relación con el entorno, como se ha mostrado, es un mito que a nivel global supongan un lastre para la economía. Un correcto diseño e imple-

<sup>1</sup> El detalle del modelo también puede encontrarse en Freire-González y Ho (2019) y en Freire-González et al. (2019).

mentación de una RFE puede mejorar las condiciones ambientales y el funcionamiento de la economía al mismo tiempo.

Dos conclusiones principales pueden derivarse de la revisión de literatura: 1) una RFE mejora el medio ambiente: prácticamente todos los estudios reconocen que un impuesto ambiental mejora las condiciones ambientales, y este es el objetivo principal de poner en funcionamiento dicho impuesto; y 2) la ocurrencia del segundo dividendo (mejora de la eficiencia económica) es ambigua pero bastante probable: la mayoría de las simulaciones analizadas logran un doble dividendo (55% versus 45%). A pesar de esta ambigüedad, es aceptado entre economistas que, bajo ciertas circunstancias, algunas relacionadas con el diseño de la RFE, el doble dividendo es posible, y aunque no se obtenga, el hecho de utilizar los ingresos de una RFE para reducir otros impuestos, reduce los costes de la reforma.

Para el caso de España, se ha mostrado como una RFE que reutilizara los ingresos con el objetivo de reducir los impuestos al capital, al trabajo y/o al consumo, conllevaría la aparición de un doble dividendo, mejorando las condiciones ambientales y económicas. Esto sin considerar los beneficios económicos no monetizados de reducir determinados impactos ambientales, como la contaminación sobre la salud y la mitigación del cambio climático.

Otro aspecto relevante a tener en cuenta son los aspectos redistributivos de una reforma de este tipo, así como los posibles mecanismos de compensación que se deberían de establecer, pero un análisis de la eficiencia económica como el expuesto muestra que una RFE en España que genere un doble dividendo es factible si hay la suficiente voluntad política. ❀

### Agradecimientos

Este proyecto ha recibido financiación del Programa de Investigación e Innovación Horizon 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo del acuerdo Marie Skłodowska-Curie, N° 654189.

### BIBLIOGRAFÍA

- Baumol, W. (1972). On taxation and the control of externalities. *American Economic Review*. 62(3), 307-321.
- Baumol, W., Oates, W. (1971). The use of standards and prices for the protection of the environment. *Swedish Journal of Economics*. 73, 42-54.
- Baumol, W., Oates, W. (1988). *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge, University Press, Cambridge.
- Bovenberg, A.L., de Mooij, R.A. (1994). Environmental policy in a small open economy with distortionary taxes. In: *International Environmental Economics* (Ierland, Ekko C. Ban., Ed.). Elsevier, New York.
- Bento, A. M., Jacobsen, M. (2007). Ricardian rents, environmental policy and the "double-dividend" hypothesis. *Journal of Environmental Economics and management* 53(1), 17-31.
- European Commission (2018). *Taxation trends in the European Union data for the EU member States Iceland and Norway* (2018 edition), Publication Office of the European Union, Luxembourg.
- European Environment Agency (2006). *Using the market for cost-effective environmental policy: Market-based instruments in Europe* (Report No.1/2006). EEA, Copenhagen.
- European Environment Agency (2012). *Environmental fiscal reform: Illustrative potential in Spain* (Staff Position Note SPN12/01). EEA, Copenhagen.
- Freire-González, J. (2018). Environmental taxation and the double dividend hypothesis in CGE modelling literature: A critical review. *Journal of Policy Modeling*, 40(1), 194-223.
- Freire-González, J., Ho, M.S. (2018). Environmental Fiscal Reform and the Double Dividend: Evidence from a Dynamic General Equilibrium Model. *Sustainability*, 10(2), 501.
- Freire-González, J., Ho, M.S. (2019). Carbon Taxes and the Double Dividend Hypothesis in a Dynamic CGE framework (en revisión).
- Freire-González, J., Martínez-Sánchez, V., Puig-Ventosa, I. (2019). Assessing waste taxation: an empirical study in a CGE multi-pollutant framework (en revisión).
- Grubb, M., Edmonds, J., ten Brink P., Morrison M. (1993). The cost of limiting fossil-fuel CO<sub>2</sub> emissions. *Annual Review of Energy and Environment*. 18, 397-478.
- Lee, D.R., Misiolek, W.S. (1986). Substituting pollution taxation for general taxation: Some implications for efficiency in pollutions taxation. *Journal of Environmental Economics and Management* 13(4), 338-347.
- McKittrick, R. (1997). Double dividend environmental taxation and Canadian carbon emissions control. *Canadian Public Policy/Analyse de Politiques*, 417-434.
- Nordhaus, W. (1993). Optimal greenhouse gas reductions and tax policy in the "DICE" model. *American Economic Review*. 83(2), 313-317.
- Parry, I.W.H. (1995). Pollution taxes and revenue recycling. *Journal of Environmental Economics and Management* 29(3), s64-s77.
- Pearce, D. (1991). The role of carbon taxes in adjusting to global warming. *Economic Journal* 101(407), 938-948.
- Pigou, A.C. (1920). *The Economics of Welfare*. Macmillan and Company, London.
- Williams, R.C. (2002). Environmental tax interactions when pollution affects health or productivity. *Journal of Environmental Economics and Management* 44(2), 261-270.

# Bioeconomía: el diseño de un cambio de rumbo

María Victoria Mestre

Doctora en Economía. Área de Estudios y Análisis del Consejo Económico y Social

Los retos que afronta actualmente el orden mundial, relacionados con el crecimiento demográfico, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático, hacen necesarios, tanto la adopción de nuevas vías para garantizar un crecimiento sostenible, como el uso eficiente de los recursos naturales (DOCE 2017/C 306/07). Este es precisamente el objetivo de la denominada “bioeconomía”, entendida como el conjunto de actividades relacionadas con el desarrollo, producción y utilización de productos y procesos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de residuos en otros de valor añadido, bioproductos y bioenergía. Los sectores e industrias implicados se caracterizan por un fuerte potencial innovador, el uso intensivo de nuevas tecnologías y el impulso de conocimiento tácito y local (COM(2012) 60 final). Este modelo representa una pieza clave en el ámbito de la economía circular, sostenible e hipocarbónica, cuyo objetivo es mantener el valor de los productos, materiales y recursos en el ciclo económico durante el mayor tiempo posible, y reducir al mínimo la generación de residuos. En este sentido, fomenta la utilización eficiente de los recursos biológicos a través de medidas orientadas a la utilización en cascada de la biomasa y el apoyo a la innovación (COM(2015) 614 final).

Pese a su reciente aparición en los programas y políticas públicas internacionales, la bioeco-

nomía no es un concepto nuevo. Georgescu-Roegen, considerado padre de la “economía ecológica” (o bioeconomía), desde la afirmación de que “la economía debe ser una rama de la biología interpretada de forma amplia”, y ante la previsión de que en un futuro el crecimiento económico no estará condicionado por la disponibilidad energética, dada la existencia de fuentes renovables, sino más bien por la escasez de materiales, dio pie en 1975 a la integración de los sistemas naturales en la actividad económica (Georgescu-Roegen, N. 1975).

Desde 2012 se han desarrollado en todo el mundo estrategias orientadas a la implantación de la bioeconomía. Y aunque en términos de gobernanza y desarrollo institucional no existe un modelo único, pueden identificarse como esenciales tanto las condiciones regionales (disponibilidad de recursos naturales, nivel de explotación económica, desarrollo de cadenas de valor, existencia de entorno innovador), como las decisiones estratégicas adoptadas por los agentes locales en los ámbitos ciencia y tecnología, producción primaria, infraestructuras industriales, demanda y sistemas de incentivos, hábitos de consumo y concienciación, cultura, política y legislación.

Para garantizar su éxito parece clave mejorar la coordinación de las distintas políticas y nive-



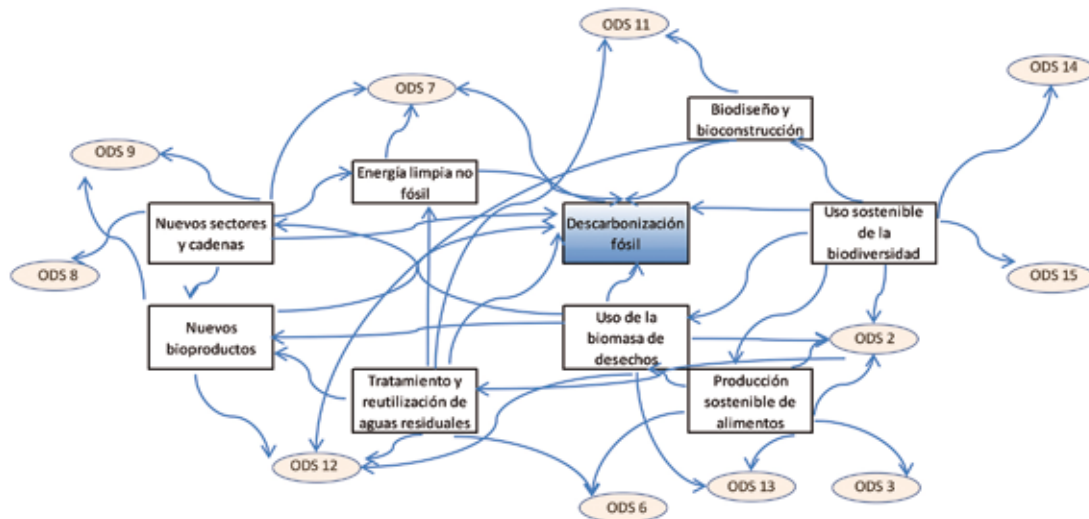
les de gobernanza, en particular respecto a las condiciones marco reglamentarias, dado que los Estados miembros europeos aplican actualmente diferentes normas para el uso de la biomasa como punto de partida de las cadenas de valor de la bioeconomía. Igualmente, muchos de los productos finales de la bioeconomía son tratados de manera diferente en los distintos Estados miembros. En este sentido, sería necesario armonizar y simplificar la legislación, con arreglo a los principios de subsidiariedad y proporcionalidad (DOCE 2017/C 306/07). Por tanto, para que se convierta en una fuerza conductora clave en el avance hacia una economía circular, es preciso adoptar un enfoque internacional e intersectorial sistémico, donde el diálogo facilite una comprensión integral y compartida del concepto, definiendo de forma holística los recursos biológicos y contemplan-

do las características y ventajas de los mismos, como su potencial para la resiliencia, su renovabilidad, capacidad de reutilización, multifuncionalidad y neutralidad de carbono (Cumbre Mundial Bioeconomía 2015).

La bioeconomía proporciona un marco conceptual para el desarrollo de políticas orientadas a afrontar los grandes retos sociales vinculados al desarrollo sostenible y contemplados desde esta perspectiva en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (2015). En primer lugar representa una alternativa real para la descarbonización de la economía, y puede desempeñar un papel fundamental en la acción climática, en línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 13-Combatir el cambio climático, aunque su contribución en el ámbito de los ODS puede ir mucho más allá. Además, contribuye a

Foto: Álvaro López.

Gráfico 1. Bioeconomía y agenda de desarrollo 2030



Fuente: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), *Bioeconomía para América Latina y El Caribe. Contexto global y regional y perspectivas* (noviembre 2017).

la especialización inteligente de los territorios, al impulso de la innovación y el cambio estructural con un enfoque sostenible, potenciando políticas de desarrollo rural. Y puesto que se fundamenta en los recursos biológicos, aporta una perspectiva para la descarbonización de la economía basada en recursos fósiles. En el marco de la Agenda 2030, este enfoque favorece la producción sostenible de alimentos (ODS 2), la generación de energía sostenible (ODS 7), el impulso de nuevas formas de empleo digno (ODS 8), el de la industria y la innovación (ODS 9), nuevas formas de producción y consumo responsables (ODS 11), o el uso sostenible de la biodiversidad (ODS 14 y 15) (gráfico 1).

Las instituciones europeas han adoptado este nuevo enfoque a través de la Estrategia Europea de Bioeconomía (COM(2012) 60 final), cuyo objetivo es “la producción y comercialización de alimentos, productos forestales, bioproductos y bioenergía, obtenidos mediante transformaciones físicas, químicas, bioquímicas o biológicas de la materia orgánica no destinada al consumo humano o animal, que impliquen procesos respetuosos con el medio ambiente y el desarrollo de los entornos rurales” (Ministerio de Economía y Competitividad, marzo 2016). La EEB establece para ello mecanismos capaces de garantizar la seguridad alimentaria, gestionar de forma sostenible los recursos naturales, atenuar y mejorar la adaptación al cambio climático, manteniendo la competitividad.

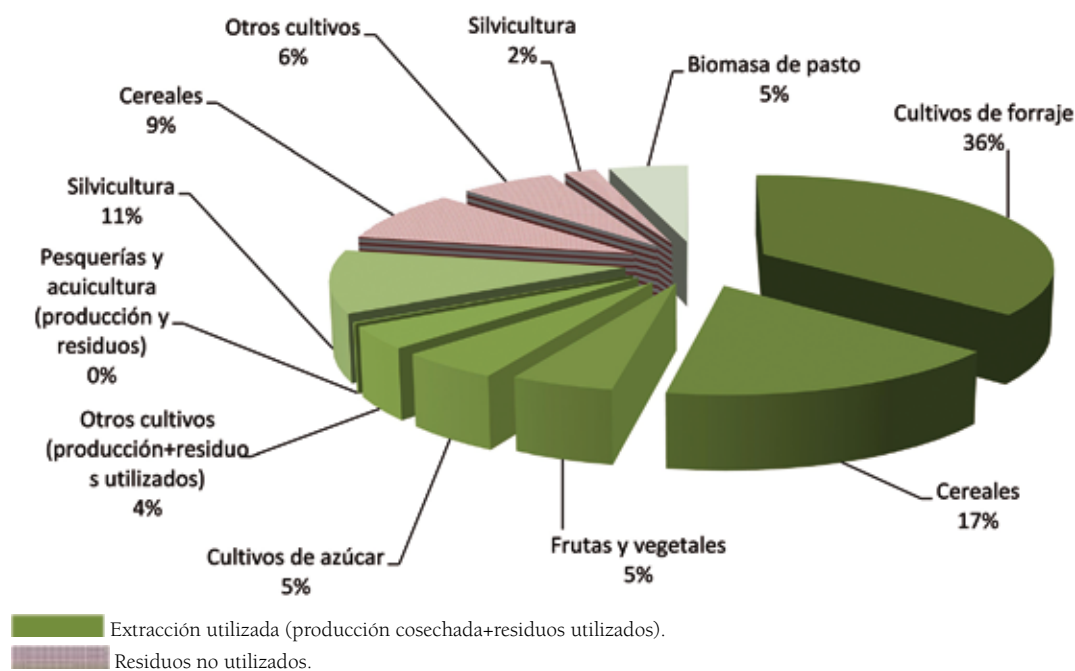
### PANORAMA EUROPEO DE LA BIOECONOMÍA

Tanto la contrastada infrutilización de las materias primas de origen biológico en el ciclo económico, como las diversas posibilidades de valorización económica de los residuos en materias primas reincorporables al ciclo productivo, justifican este nuevo planteamiento que persigue cerrar el esquema tradicional y contribuir a mejorar la eficiencia de sus cadenas de valor.

Por otro lado, la bioeconomía representa uno de los ejes prioritarios sobre los que gira el Plan de Acción Europeo para una Economía Circular de 2015, al ofrecer alternativas sostenibles de producción y un elevado potencial innovador respecto a materiales, productos y procesos, capaz de establecer sinergias con la política climática y energética europea, promoviendo la utilización eficiente de los recursos biológicos a través de medidas orientadas a impulsar la producción de biomasa y el apoyo a la innovación

Gráfico 2. Extracción de biomasa en la UE, 2013

(en % del volumen total de materia seca)

Fuente: Comisión Europea, Joint Research Centre, *La Bioeconomía de la UE en cifras* (15.11.2015).

(COM (2015) 614 final). Los miembros del Panel Europeo de Grupos de interés de la Bioeconomía (representantes de grandes y pequeñas empresas, organizaciones no gubernamentales, productores de biomasa, regiones y universidades de todos los Estados miembros), acordaron en 2017 los principios, acciones y recomendaciones para el desarrollo de la bioeconomía en Europa (European Bioeconomy Stakeholders, 2017). Su objetivo es desarrollar un sector competitivo de industrias de base biológica, apoyado en biorrefinerías avanzadas abastecidas a partir de biomasa sostenible, lo que aumentará la productividad y generará nuevas cadenas de suministro. En Europa la biomasa, representa cerca del 25% del consumo total de materiales, medido en toneladas per cápita 2017<sup>1</sup>.

La biomasa utilizada en la bioeconomía europea alcanza entre 1600 y 2200 millones de ton-

neladas anuales, registrándose entre 450 y 680 millones de toneladas la biomasa sin utilizar. Este recurso tiene un origen diverso, siendo en todo caso mayoritario el obtenido a partir de cultivos de forraje, cereales y silvicultura, y su consumo se orienta en gran medida (61%) a la alimentación humana y animal, consumiendo otras aplicaciones como la bioenergía o la fabricación de biomateriales en torno al 18% respectivamente (gráfico 2).

Esta producción refleja las especificidades territoriales y económicas de los Estados miembros. En algunos, como Rumanía, Grecia, Polonia, Eslovenia, Irlanda, Portugal y Croacia, la agricultura es el sector que ofrece más empleo dentro de la bioeconomía (en torno al 60%); en Países Bajos, Bélgica, Francia, Dinamarca, Alemania, Italia, Reino Unido, España, Luxemburgo e Irlanda, la bioeconomía se basa en la industria agroalimentaria, y en la industria química de base biológica (sectores de química, farmacéutica y plásticos con base biológica). El sector forestal es el clave en el caso de Finlandia, Suecia, Letonia o Estonia, mientras en el

<sup>1</sup> Se considera biomasa todo material orgánico cuyo origen sea forestal, agrícola (cultivos, subproductos o residuos), agro-industrial o residuos municipales susceptibles de producir energía (Comisión Europea (Facts and Figures) y Eurostat (Material flow accounts)).

resto de países la bioeconomía no puede considerarse especializada.

### COYUNTURA Y OPORTUNIDADES DE LA BIOECONOMÍA EN ESPAÑA

La Estrategia Española de Bioeconomía 2030 (EEB) se propone situarla como parte esencial de la actividad económica nacional, impulsando la innovación y fomentando la colaboración público-privada, así como la interacción entre los sistemas español e internacional de ciencia y tecnología. Se centra fundamentalmente en sectores productivos ligados al uso de recursos de base biológica (agroalimentario, silvicultura y forestal, biotecnológico, cultivo de algas y microorganismos, subproductos y residuos) de los que pueden obtenerse bioproductos sustitutos de los derivados del petróleo (biolubricantes, bioplásticos, aditivos alimentarios, cos-

méticos, barnices, disolventes, etc), y bioenergía (biocarburantes avanzados, energía térmica o eléctrica, etc).

### Objetivos estratégicos y operativos de la EEB

Para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las cadenas de valor de los sectores mencionados, es clave impulsar la participación y colaboración entre industria y otros agentes de innovación –incluidas las plataformas tecnológicas–, así como la de los agentes sociales en los ámbitos público y privado, para que los sectores comprometidos alcancen sus objetivos estratégicos y operativos.

Entre ellos destacan la mejora de la competitividad e internacionalización de las empresas españolas que trabajan en el ámbito de los recursos biológicos, o la generación de nuevas

<b>Recuadro 1</b>	
<b>OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE BIOECONOMÍA. HORIZONTE 2030</b>	
<b>ESTRATÉGICOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejora de competitividad e internacionalización empresas. Generación de conocimientos. Nuevos desarrollos científicos y tecnológicos</li> <li>2. Área de innovación estratégica basada en el conocimiento</li> <li>3. Alcanzar potencial de desarrollo basado en la sostenibilidad social y ambiental y en la innovación tecnológica y organizativa</li> </ol>
<b>OPERATIVOS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Impulsar colaboración entre administraciones, sectores productivos y sociedad</li> <li>2. Promover interacción entre los sistemas español e internacional de ciencia y tecnología, público y privado. Mejorar eficiencia uso de recursos de origen biológico, consolidando estructuras operativas</li> <li>3. Facilitar creación de conocimiento científico y su aplicación al mercado e innovación mediante creación de empresas de base tecnológica</li> <li>4. Identificar limitaciones a la expansión de la biotecnología en todos los sectores relacionados</li> <li>5. Integrar las herramientas de apoyo a la generación de conocimiento y su transformación en tecnología aplicable a procesos productivos</li> <li>6. Facilitar internacionalización empresas bioeconomía</li> <li>7. Desarrollar herramientas para educación y formación</li> <li>8. Facilitar el conocimiento, diálogo y difusión social de la bioeconomía entre todos los agentes científicos, sociales, económicos, financieros y sociedad en general</li> <li>9. Promover el desarrollo económico y diversificación de actividades productivas en el medio rural</li> <li>10. Creación de mercados que permitan revalorización y uso de recursos de origen biológico</li> </ol>

Fuente: Ministerio de Economía y Competitividad, *Estrategia Española de Bioeconomía. Horizonte 2030* (2016).



actividades económicas mediante la generación de conocimiento y la adaptación a nuevos desarrollos científicos y tecnológicos que respondan a la demanda de los consumidores y sectores productivos (recuadro 1).

En el marco de la EEB, el Observatorio Español de Bioeconomía (2017) se encargará de acordar e impulsar la ejecución de los Planes de Acción, así como de evaluar anualmente su cumplimiento. Concretamente se orientará a identificar grupos promotores en los ámbitos autonómico y local; impulsar programas de difusión y debate; generar información; reforzar la cooperación e intercambio internacional de información y promover la formación académica en esta materia.

### Sectores implicados en la Bioeconomía

En España son diversos los sectores implicados en el marco de la Estrategia de la Bioeconomía (2015), cada uno con una función específica y un interés concreto que les hace fundamentales en el objetivo de optimizar el aprovechamiento de los recursos naturales:

- *Sector agroalimentario*: es uno de los principales beneficiados en la Estrategia, tanto por su papel clave en la satisfacción de la demanda de alimentos seguros y de calidad, como por su potencial innovador, necesario para mejorar la eficiencia y reducir las mermas y desperdicio de los productos. España dispone de 17,2 millones de hectáreas (Mha) de tierras de cultivo, 10,3 Mha de pastos y 27,7 Mha de superficie forestal. El 79% de las tierras de cultivo es de secano, y algunas investigaciones defienden la viabilidad de dedicar el 50% de la superficie en barbecho (cerca de 2 Mha) a cultivos energéticos.

El grupo de expertos españoles que desarrolla su actividad en biorrefinerías (BIOPLAT y SusChem-España), recomienda que los cultivos específicos para biorrefinería que se desarrollen en España no sean alimentarios, ni invasores, y que sus necesidades hídricas sean limitadas. Así pues, el cultivo de nuevas

Los retos que afronta actualmente el orden mundial, relacionados con el crecimiento demográfico, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático, hacen necesaria la adopción de nuevas vías para garantizar un crecimiento sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales. Este es precisamente el objetivo de la denominada “bioeconomía”, entendida como el conjunto de actividades relacionadas con el desarrollo, producción y utilización de productos y procesos biológicos renovables y la conversión de estos recursos y flujos de residuos en otros de valor añadido, bioproductos y bioenergía

especies debe en todo caso desarrollarse en terrenos de secano, no competir con cultivos alimentarios, y utilizar especies no invasivas, y bien adaptadas al terreno y la climatología.

El desperdicio de alimentos<sup>2</sup> alcanza los 173 kg/habitante anuales en el ámbito europeo, de los que entre un 30 y un 50% son alimentos sanos y comestibles (el 53%

<sup>2</sup> Se define “desperdicio alimentario” como “el conjunto de productos alimenticios descartados de la cadena agroalimentaria por razones económicas o estéticas o por la proximidad de la fecha de caducidad, pero que siguen siendo perfectamente comestibles y adecuados para el consumo humano y que, a falta de posibles usos alternativos, terminan eliminados como residuos, generando externalidades negativas desde el punto de vista del medio ambiente, costes económicos y pérdida de beneficios para las empresas (Parlamento Europeo (2011/2175(INI)).

proceden de los hogares, en su mayoría evitables mediante cambios de hábitos de consumo, compra y gestión de alimentos; el 30% corresponde a las empresas de la producción y procesado, mayoritariamente pérdidas y desperdicios inevitables; el 12% corresponde a la restauración y el 5% a la distribución). Estos desperdicios, además, generan 170 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> al año. Aunque no se conoce con precisión la magnitud de las pérdidas y desperdicio alimentarios en España, según la Estrategia “Más alimento, menos desperdicio” (MAPAMA, 2013) estaría en torno a los 7,7 millones de toneladas anuales (lo que representa el 8,6% del desperdicio alimentario en Europa). El 68% de los productores manifiesta no tener que retirar ningún producto por imposibilidad de comercializarlo, calculándose que se retira casi un 4% de los productos en la industria y un 5% entre los mayoristas. La eliminación parece la opción más utilizada en el proceso de gestión del producto retirado, representando cerca de la mitad en todos los sectores (tabla 1).

Junto a lo anterior, la producción de biomasa de fuentes no convencionales, como cultivos de algas y microorganismos marinos, puede representar una fuente importante de compuestos y bioproductos (enzimas, polímeros, carbohidratos, fármacos, etc) y generar nuevas cadenas de valor.

- *Sector forestal:* se incluyen en este sector los cultivos, aprovechamientos y residuos forestales obtenidos a partir de la transformación de la madera, el corcho, la resina, la produc-

ción de papel y otros productos industriales asimilados. Se trata de procesos productivos que involucran grandes cantidades de biomasa, con fuerte potencial generador de empleo y elevado valor añadido.

Según el Informe Anual sobre el estado del Patrimonio Natural y la Biodiversidad de 2016, el 55% de la superficie nacional es forestal. El territorio forestal español se encuentra en expansión, tendencia más acentuada que en otros países europeos (desde 1990 España ha aumentado su superficie arbolada a un ritmo anual de 2,2%, frente al 0,5% de media Europea). En España, la biomasa forestal aérea alcanzó en 2012 un total estimado de 1.303 millones de toneladas de materia seca (t.M.S) (2082 millones de toneladas incluyendo la correspondiente a sistemas radicales), lo que supone una fijación anual de 3753,8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Por otra parte, en los montes españoles hay una disponibilidad anual estimada de 18 millones de toneladas de biomasa que no entra en competencia con otros usos, como el maderero (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2013). La Estrategia de Bioeconomía pretende, desde un enfoque integrador, avanzar en la incorporación de la sostenibilidad en los sistemas de gestión de los recursos forestales, para preservar la biodiversidad y mantener el equilibrio de estos ecosistemas, e impulsar la genética y genómica para mejorar la duración de los productos madereros.

La contribución de este sector a la producción de biomasa como materia prima de

**Tabla 1. Opciones del producto alimentario retirado (en porcentaje vertical)**

	Productores	Industria	Mayoristas
Eliminación	51,5	49,8	51,6
Reciclaje/reutilización	35,0	30,0	24,2
Banco alimentos/ONG	17,4	20,9	30,0

Fuente: MAPAMA, Barómetro del Clima de Confianza del Sector Agroalimentario (Tercer Trimestre 2015).

la industria bioquímica y bioenergética es clave.

- *Sector de subproductos y residuos:* hay una amplia gama de subproductos procedentes de la actividad humana, destacando por su volumen la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales o residuos sólidos urbanos (RSU), de depuradora, o los derivados de la cría de animales para consumo.

En España la fracción de los RSU destinados a vertedero se ha reducido 2,8 puntos porcentuales desde 2007, alcanzando pese a todo en 2016 un 56,7%. La Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre residuos y por la que se derogan determinadas Directivas, vela por la aplicación de Planes de gestión de residuos y programas de prevención para avanzar en el cumplimiento de la jerarquía establecida: prevención, reutilización, reciclaje, valorización y eliminación de residuos. En este sentido, la reducción de la eliminación y la mejora en la recuperación de todos los residuos y subproductos como materia prima de otros procesos productivos supondrá una mejora en la eficiencia del proceso.

La Estrategia hace especial énfasis en el impulso de las tecnologías que faciliten el reciclado y recuperación de estas materias primas.

- *Sector biotecnológico:* conformado en España en 2016 por 2981 empresas *biotech* que emplearon a 130 453 personas, representaba ese año el 0,8% del PIB, aunque si se consideran aquellas empresas cuya actividad secundaria se centra en la biotecnología o son usuarias de la misma, su impacto alcanza el 8,6% del PIB, y proporciona trabajo a más de 930 000 empleados.

Entre los factores facilitadores destacan en 2016 el apoyo de la Administración Pública

La bioeconomía representa una alternativa real para la descarbonización de la economía, y puede desempeñar un papel fundamental en la acción climática. Además, contribuye a la especialización inteligente de los territorios, al impulso de la innovación y el cambio estructural con un enfoque sostenible, potenciando políticas de desarrollo rural. Y puesto que se fundamenta en los recursos biológicos, aporta una perspectiva para la descarbonización de la economía basada en recursos fósiles

y los cambios positivos en la regulación del sector, y entre los obstaculizadores, el coste de la innovación, un largo periodo de rentabilidad, o la escasez de proveedores especializados y de personal cualificado (ASEBIO, 2017). Así, el gasto en actividades de I+D interna en Biotecnología aumentó un 2,6% en 2016 respecto a 2015, situándose en 1580 millones de euros, lo que representó ese año el 11,9% del gasto interno total en actividades I+D (INE, 2017).

- *Sector producción y transformación de biomasa:* orientado a la generación de energía y de bioproductos, e integrado en España por unas 170 empresas.

La contribución de la bioenergía (incluyendo la biomasa para generación eléctrica, térmica y biocarburantes para el transporte) al PIB en el periodo 2007-2014 fue de 3562 millones de euros de media al año, generando en media anual unos 47 880 empleos directos

e indirectos en ese periodo (Asociación de Productores de Energías Renovables-APPA).

- *Industria química*: este sector es susceptible de utilizar recursos renovables, no competitivos con la alimentación humana, así como los residuos o subproductos del propio proceso productivo, o la biomasa algal como materia prima de esta actividad.

Por un lado los procesos de fermentación de la materia orgánica, de los que se obtienen ácidos grasos volátiles de cadena corta, y por otro los procesos basados en el uso de biocatalizadores, permiten la obtención de bioproductos como plásticos, fibras, detergentes, pinturas, cosméticos, aceites, lubricantes, materiales de construcción, productos químicos activos, como enzimas o microorganismos, aplicables a la industria farmacéutica, industria alimentaria o alimentación animal.

- *Sector bioenergía*: se prevé un avance en el conocimiento y la comercialización de nuevas rutas de síntesis de biocombustibles con tecnologías termoquímicas o bioquímicas que utilicen como materia prima los residuos o subproductos de los procesos productivos, o la biomasa algal, que permitirán mejorar la eficiencia en el proceso de obtención de combustibles para el transporte, electricidad o calor.

Tal como expone la propia Estrategia, buena parte de los nuevos productos que pueden obtenerse a partir de la materia orgánica son sustitutivos de los derivados del petróleo, como bioproductos (biolubricantes, bioplásticos, aditivos alimentarios cosméticos, barnices, disolventes, etc) y bioenergía (biocarburantes avanzados, energía térmica o eléctrica, etc).

Las empresas de los mencionados sectores económicos podrán participar en la creación de nuevas cadenas de valor en las que la producción y transformación de productos primarios conecta con la actividad industrial, aprovechando toda la biomasa que hasta ahora no era utilizada en su totalidad y, en ocasiones, tenía

coste de gestión. Sin embargo la Estrategia va más allá, en paralelo con el propio concepto de bioeconomía en el que se integran otras áreas de actividad complementarias, dinámicas y sostenibles. Por ejemplo, en el ámbito del agua resulta fundamental una adecuada gestión y reutilización, que permita optimizar un uso eficiente y sostenible del recurso, tanto en el sector agroalimentario como en el resto de los implicados.

### Potencial biomásico en España

La estimación de la biomasa total producida anualmente en España (incluyendo la derivada de cultivos agrícolas, actividad forestal, industria alimentaria o maderera, del papel y del textil, residuos animales y la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos), según datos del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y del INE, supera los 140 millones de toneladas anuales (tabla 2).

Es decir, aproximadamente el 37,6% procedería de residuos municipales depositados en vertedero, el 27,7% sería biomasa de cultivos, el 21,5% residuos agrícolas y el 13,2% aprovechamientos forestales.

El consumo de materiales ha sufrido un fuerte retroceso en los últimos años en España, que en buena medida obedece a la caída de consumo de minerales no metálicos. Considerando la generación estimada de biomasa, esta representaría en torno al 35% respecto al consumo total de materiales para 2016, lo que refuerza la importancia de acelerar la puesta en marcha de las políticas y medidas hacia una bioeconomía.

### BIORREFINERÍAS: PILARES DEL NUEVO PARADIGMA

Consideradas por la Estrategia de Bioeconomía como aquellas plantas industriales en las que, mediante la aplicación de ciertas tecnologías, se valorizan diferentes fracciones de materias primas de base biológica (celulosa, hemicelulosa, lignina, proteínas, etc) para obtener uno

Tabla 2. Estimación de la biomasa generada en España

ORIGEN MATERIA PRIMA	ton/año
<b>Cultivos</b>	
Masas herbáceas susceptibles de implantación terreno agrícola	17 737 868
Masas leñosas susceptibles de implantación terreno agrícola	6 598 861
Masas leñosas susceptibles de implantación terreno forestal	15 072 320
Total biomasa cultivos	39 409 049
<b>Residuos agrícolas</b>	
Herbáceos	14 434 566
Leñosos	16 118 220
Total residuos agrícolas	30 552 786
<b>Aprovechamientos y residuos forestales</b>	
Aprovechamientos árbol completo	15 731 116
Restos aprovechamiento maderero	2 984 243
Total aprovechamientos forestales	18 715 359
SUBTOTAL BIOMASA (C + RA + ARS)	88 677 194
<b>Residuos municipales</b>	
Totales	108 376 987
A vertedero	53 509 524
<b>BIOMASA TOTAL</b>	<b>142 186 718</b>

Fuente: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, *Manual sobre las Biorrefinerías en España* (septiembre 2017), INE, Estadísticas sobre Residuos (datos residuos municipales).

o varios bioproductos, además de biocarburantes o energía, las biorrefinerías representan un planteamiento integrado para la obtención diversificada de productos a partir del aprovechamiento eficiente y rentable de la biomasa (Plan de Energías Renovables 2011-2020).

En este objetivo es clave el impulso de la innovación ligada a la producción y utilización de materia orgánica, que por un lado sirve de apoyo a los sectores agroindustriales y foresta-

les tradicionales, y por otro facilita el desarrollo de nuevas actividades, especialmente cuando la biomasa utilizada es de procedencia local o regional. Así, sectores como el químico, paplero, energético, etc., tienen puntos de confluencia en sus actividades con los anteriores a través del desarrollo de las biorrefinerías, que potencien la salida al mercado de nuevos productos y el desarrollo de nuevos bioprocesos, promoviendo un desarrollo específico en los entornos rurales.

La diversidad de los sectores implicados, la capacidad de aprovechamiento de productos residuales, o la de apoyarse en el desarrollo tecnológico han convertido este sector en paradigmático, capaz de impulsar la inversión en investigación e innovación, de instrumentar la coordinación y compromiso político necesarios, de mejorar la competitividad y de optimizar los mercados asociados.

España ostenta una posición estratégica para este desarrollo, basada en la elevada disponibilidad de biomasa, en cantidad suficiente para ser aprovechada y valorizada en estas industrias, como ocurre con el potencial para la producción de cultivos específicos en terrenos actualmente destinados a barbecho o terrenos marginales cultivables. Por otra parte, España está en disposición de aprovechar determinadas ventajas competitivas vinculadas al desarrollo de la bioeconomía, debido al conocimiento multidisciplinar existente, la climatología, la existencia de un sector químico fuerte e innovador y un consolidado sector de la biomasa. Se trata de una oportunidad teniendo en cuenta su actual situación de dependencia energética exterior y como aliciente para ofrecer nuevas opciones al medio rural, amenazado por una creciente despoblación, siendo sin embargo el lugar en el que se encuentra mayoritariamente esta fuente de materia prima renovable con capacidad de sustituir combustibles fósiles y otros recursos no renovables (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, septiembre 2017).

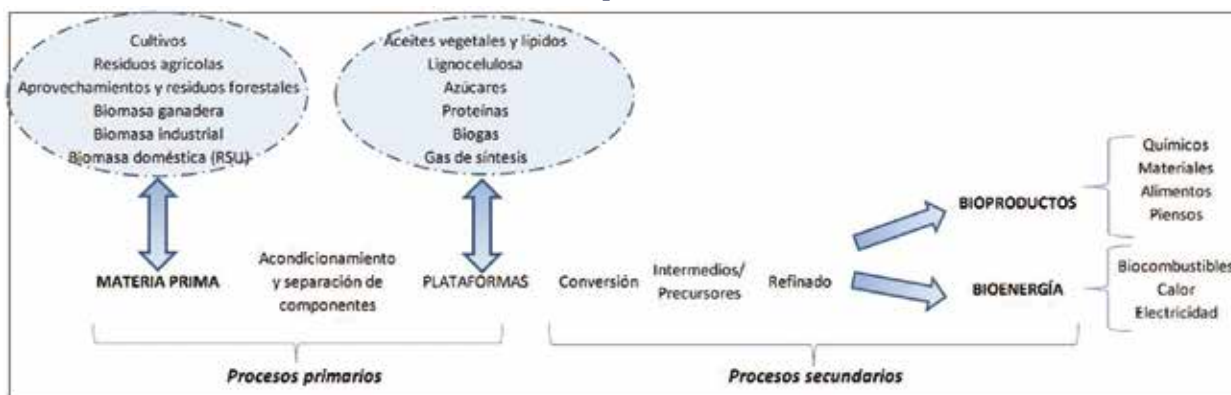
### Estructura y funcionamiento

Los procesos primarios de una biorrefinería (gráfico 3) conllevan la separación de los componentes de la biomasa en productos intermedios (celulosa, almidón, azúcar, lignina, aceite vegetal, biogás, fracciones proteicas, proteínas individuales, metabolitos vegetales y microbianos), y normalmente incluyen operaciones de acondicionamiento y descomposición y pretratamiento de la biomasa.

Mientras la separación de componentes se produce en la propia biorrefinería, los procesos de acondicionamiento y/o pretratamiento se pueden realizar fuera de la misma. Los productos intermedios originados durante los procesos primarios se conocen como *plataformas de biorrefinería*, y sirven como materia prima para los secundarios. Por su parte, los procesos secundarios son los distintos procesos de conversión y procesado adicionales que crean un gran número de productos a partir de los intermedios obtenidos.

Según el grupo de expertos sobre biorrefinerías de la Agencia Internacional de la Energía su clasificación se basa fundamentalmente en el grado de desarrollo tecnológico (convencionales o avanzadas), el tipo de biomasa utilizada (biorrefinerías de primera, segunda y tercera generación, o integradas), el proceso de conversión que prevalece (termoquímico, bioquímico, mecánico, químico) o la biomasa utili-

Gráfico 3. Desarrollo de procesos en una biorrefinería



Fuente: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, *Manual sobre las Biorrefinerías en España* (2017).

zada (material lignocelulósico, cereal, semillas oleaginosas, etc).

**Productos, plataformas tecnológicas e identificación de barreras**

Los productos obtenidos en las biorrefinerías pueden incluirse en las siguientes categorías:

- Bioenergía: cualquier forma de energía derivada de combustibles de origen biológico (térmica, eléctrica, mecánica o biocarburantes).
- Bioproductos: compuestos obtenidos a partir de biomasa (celulosas, hemicelulosas, disolventes, plastificantes, herbicidas, resinas, fármacos, aditivos alimentarios, desengrasantes, polímeros y fibras acrílicas, cosméticos, edulcorantes, etc).
- Medios de cultivo para fermentación microbiana (sustratos en procesos biotecnológicos de producción, derivados para tratamiento de aguas residuales, productos utilizados en procesos fermentativos, o en alimentación animal, ect).

En función del producto obtenido y de los procesos de conversión utilizados, es preciso aplicar diversos sistemas de aprovechamiento, que a su vez configuran diferentes plataformas tecnológicas. El National Renewable Energy Laboratory (USA) ha definido seis plataformas tecnológicas esenciales para la obtención de bioproductos a partir de fuentes de biomasa (recuadro 2).

Del aprovechamiento de las distintas fuentes de biomasa y la aplicación de distintos procesos de transformación sostenible, han surgido iniciativas que adoptan el concepto de biorrefinería integrada, capaces de obtener una variada oferta de biocarburantes y otros productos de valor añadido, como es el caso del proyecto aprobado por el Gobierno de Navarra (Departamento de Innovación, Empresa y Empleo) con la creación de una Instalación Científica y Tecnológica Singular (ICTS), en Aoiz.

La complejidad de los sistemas bioenergéticos, en cuya cadena desde la obtención de recursos hasta los servicios energéticos participa un gran número de colaboradores y mercados, hace de la coordinación entre agentes de los sectores implicados (energético, agrario, industrial, económico e I+D), habitualmente poco relacionados entre sí, una de las principales barreras. Aunque pueden identificarse otras de diversa naturaleza, como las relacionadas con la disponibilidad del terreno, económicas, relativas a la capacidad institucional o al nivel de conocimiento.

**Ventajas asociadas a las Biorrefinerías**

Tanto en Europa como en España se han establecido políticas orientadas a relocalizar la industria, potenciar la bioeconomía y fomentar la economía circular, lo que proporciona un entorno favorable para el desarrollo de las biorrefinerías. Además, las regiones españolas manifiestan un interés creciente en este desarrollo

**Recuadro 2**

**PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS EN BIORREFINERÍAS**

PROCESOS	PRODUCTOS	PLATAFORMA TECNOLÓGICA
Hidrólisis	Energía/Electricidad	Azúcares y Lignina
Gasificación	Combustibles	Gas de síntesis
Pirólisis	Combustibles/Materiales	Aceite de pirólisis
Digestión	Materiales/Sustancias químicas	Biogás
Extracción	Sustancias químicas/Alimentos	Cadenas carbono
Separación	Alimentos, piensos	Plantas biofactoría

Fuente: Genoma España y CIEMAT, *Biorrefinerías: situación actual y perspectivas de futuro. Informe de vigilancia tecnológica* (Madrid, 2008).

**Recuadro 3****BENEFICIOS SOCIOECONÓMICOS:**

- Generación de empleo: asociado al aprovisionamiento de las instalaciones y a su mantenimiento;
- Aumento del producto interior bruto vinculado a inversiones en industria y tecnología españolas;
- Dinamización del medio rural, entornos donde habitualmente se ubican estas instalaciones;
- Dinamización e interacción entre diversos sectores industriales;
- Creación de conocimiento;
- Generación de energía y bioproductos de alto valor añadido;
- Reducción de emisiones GEI por aumento del uso de combustibles renovables y por reducción de emisiones difusas asociadas a residuos ganaderos.
- Revalorización de la industria química al generar productos de mayor potencial comercial o costes de producción inferiores;
- Impulso a sectores biotecnológico y bioenergético.

**BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES:**

- Aprovechamiento de residuos orgánicos como materias primas, generando un ahorro y optimización de la gestión y tratamiento de residuos;
- Reducción de la emisión de metano (gas con efecto invernadero 23 veces más perjudicial que el CO<sub>2</sub>) al disminuir el volumen de residuos depositados en vertedero;
- Impulso a la gestión sostenible de los montes españoles, y reducción de los incendios forestales asociados a la falta de valorización de los productos forestales;
- Reducción de GEI al reducir el uso de combustibles fósiles;
- Reducción de emisiones del transporte al reducirse las distancias recorridas al generarse las materias primas en el entorno de la central;
- Mejora de la conservación de la biodiversidad.

Fuente: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, *Manual sobre las Biorrefinerías en España* (2017).

ante la necesidad de impulsar la valorización de las respectivas producciones de biomasa y de establecer bioindustrias en sus territorios. Las ventajas son de naturaleza socioeconómica y medioambiental (recuadro 3).

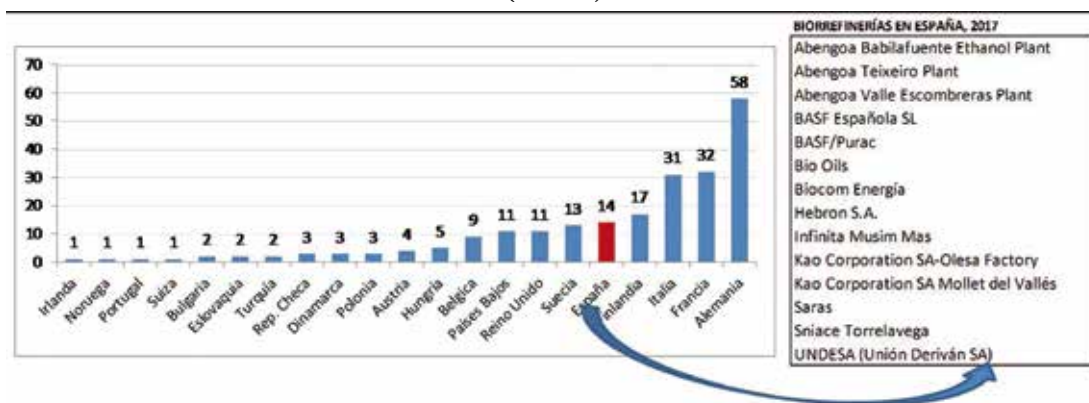
Junto a lo anterior es interesante considerar el establecimiento de sinergias entre mercados de elevado valor añadido, o la ventaja estratégica que supone la presencia de empresas españolas introducidas en el sector de las bioindustrias. Además, el papel de las Plataformas Tecnológicas como actores vertebradores de los sectores implicados proporciona un marco favorecedor de la interconexión intersectorial e interregional capaz de optimizar el resultado de estas nuevas plataformas productivas.

### **Producción científica y proyectos en marcha en el ámbito de la Bioeconomía española**

En términos de producción científica en bioeconomía, según la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECyT), España ocupó la novena posición del mundo en el periodo 2005-2014, clasificándose en el marco de la UE en tercer lugar, por detrás de Reino Unido y Alemania. La cuota anual española en la producción mundial en bioeconomía supuso el 4,3 por 100 en el periodo considerado, frente al 22,7% de USA o el 12,7% de China. El volumen de participación de la investigación española en bioeconomía se ha mantenido constante en el periodo en torno al 1% de la producción total, alcanzan-



Gráfico 4. Biorrefinerías españolas en el marco europeo, 2017  
(número)



Fuente: Bio based Industries Consortium, *Biorefineries in Europe 2017*.

do el índice de actividad relativa (IAR)<sup>3</sup>, pasando de un 51% sobre la actividad mundial en 2006 al 28% en 2014.

La Iniciativa Tecnológica Conjunta de Bioindustrias (JTI-BBI), partenariatado público privado entre la Comisión Europea y el Consorcio de Bioindustrias (BIC) creado en 2014 para potenciar la Bioeconomía Europea, y enmarcada en el Reto Social 2 de Bioeconomía en H2020, persigue reducir la dependencia europea en combustibles fósiles y sus productos derivados, avanzando hacia una bioeconomía capaz de desarrollar nuevos productos y cadenas de valor de origen biológico, que permita paliar los efectos del cambio climático y transformar la economía europea en una economía más respetuosa con el medio ambiente. El eje de esta iniciativa es el desarrollo de nuevas biorrefinerías que permitan transformar, mediante un aprovechamiento en cascada, los recursos renovables naturales en productos, materiales y combustibles de base biológica.

El BIC menciona, en su Informe 2017, la presencia en la Unión Europea de diversas empresas cuya actividad tuvo un fuerte impacto ese año, al movilizar actores, recursos y tecnologías tanto en pymes como en grandes compañías, resultando en una inversión privada considerable a

iniciativas europeas de bioeconomía. Las biorrefinerías registradas en Europa alcanzaban las 224 en 2017, especializadas en los ámbitos de biorresiduos, materiales lignocelulósicos, biodiesel obtenido a partir de aceites y grasas residuales, bioetanol obtenido a partir de azúcares, etc, siendo su presencia mayoritaria en Alemania (26%), Francia e Italia (14%). España, con 14 biorrefinerías registradas, representa el 6,2% sobre el total europeo, siendo su objetivo el desarrollo de instalaciones industriales que, a partir de materias primas sostenibles, generen múltiples productos incluyendo energía y productos químicos basados en biomasa (*building blocks* y sus plataformas químicas) (gráfico 4).

Más allá de las instalaciones en funcionamiento, existen múltiples iniciativas y proyectos de investigación relativos a la dinamización de esta actividad en todo el ámbito nacional. Iniciativas que precisan un apoyo institucional, al menos en sus inicios, que permita realizar inversiones tanto a nivel de proyecto como en la construcción de centros de investigación que alberguen plantas de producción versátiles e innovadoras. Algunas están cofinanciadas con fondos públicos (regionales, estatales y/o europeos) (recuadro 4).

### Una oportunidad para el entorno rural

Las actividades que conforman la bioeconomía se caracterizan por desarrollarse en ubicaciones próximas a los lugares donde se

<sup>3</sup> Se define el índice de actividad relativa (IAR) como la tasa de artículos sobre bioeconomía de un país dividida entre la tasa de artículos mundiales sobre el tema (FECyT, 2017).

## Recuadro 4

## INICIATIVAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN BIORREFINERÍAS EN ESPAÑA, 2011-2017

Ubicación	Proyecto
Álava (Campo Agroalimentario de Arkaute)	Uso integral de la colza para la disminución de las emisiones de gases con efecto invernadero en la actividad agraria
Canarias (Instituto Tecnológico)	ALGALIMENTO-Desarrollo de una cadena de producción de microalgas marinas e hipersalinas y productos derivados orientada al mercado de la alimentación
Ciudad Real (Puertollano)	“Castilla-La Mancha Bio-Economy Region” (Proyecto CLAMBER)
Córdoba (El Tejar, Benamejí)	Biorrefinería del olivar: nuevas tecnologías y procesos para el desarrollo de productos innovadores del olivar
Daimiel (Ciudad Real)	BIORRED. Biorrefinerías mediterráneas: nuevas aplicaciones
Granada	SW3: producción de aceites microbianos ricos en DHA MicrobiOil 3.0: Producción de aceites microbianos de alto valor a partir de residuos agroindustriales Tribiplast: Producción de biopolímeros por fermentación
León (Instituto Biotecnología)	Búsqueda de nuevas feruloil esterasas y cócteles enzimáticos lignocelulolíticos de aplicación industrial
Lérida Lérida (Centro DBA, Universidad)	Adecuación de la fibra de fruta para diferentes aplicaciones tecnológicas Obtención de estópidos funcionalizados a partir del aprovechamiento industrial de subproductos animales Aplicación de procesos químicos y enzimáticos a la valoración de biomasa
Madrid (Alcalá de Henares) Madrid (CIEMAT) Madrid (U. Complutense)	Nuevo proceso de obtención de bioqueroseno compatible con procesos tradicionales de refinación Producción de lípidos de valor energético con microalgas con CO <sub>2</sub> industrial Diésel Renovable Alternativo al Gasoil Convencional (DRAGO) Diseño y optimización de una biorrefinería sostenible basada en biomasa del olivar y de la industria del aceite de oliva: análisis techno-económico y ambiental Proceso integrado de la biorrefinería de aceite de jojoba Proceso integrado de la biorrefinería de la biomasa de microalgas
Murcia	“BIOTABACUM” (Proyecto de desarrollo del cultivo y aprovechamiento energético de “Nicotiana tabacum”)
Navarra	Proyecto de biorrefinería

## Recuadro 4 (cont.)

## INICIATIVAS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN BIORREFINERÍAS EN ESPAÑA, 2011-2017

Ubicación	Proyecto
Oviedo	Procesos químicos y catalíticos para la obtención de productos químicos y combustibles a partir de biomasa
País Vasco (Fundación Tecnalia Research & Innovation)	BIOSYNCAUCHO-Desarrollo de un proceso de obtención de 1,3-butadieno a partir de biomasa Obtención de productos de alto valor añadido a partir del glicerol Elaboración de bioplásticos degradables a partir de la fracción sólida de los residuos domésticos
San Sebastián	Design and Manufacturing of Catalytic Membrane Reactors by developing new nano-architected catalytic and selective membrane material SPHERA. Soluciones a la producción de hidrógeno energético y reconversión asociada
Valencia	Tratamientos alternativos para la mejora del rendimiento de la operación de hidrólisis enzimática de biomasa residual lignocelulósica para la obtención del bioetanol Desarrollo de metodologías de pretratamiento y extracción de subproductos alimentarios
Valladolid (Universidad)	WINESENSE - Research on extraction and formulation intensification processes for natural actives of wine FASTSUGARS - Demostración de un proceso selectivo de transformación de biomasa en azúcares y compuestos químicos mediante reactores ultra rápidos en agua supercrítica FRACBIOFUEL - Fraccionamiento y despolimerización selectiva de biomasa lignocelulósica en agua sub y supercrítica a combustibles líquidos destinados a conversión en destilados medios CATHYCEL - Síntesis de catalizadores en dióxido de carbono supercrítico para la conversión selectiva de celulosa en compuestos químicos base commodities Utilización de recursos naturales alternativos para la obtención de productos químicos y energía Productos saludables y de alto valor añadido a partir de materias primas renovables Intensificación de procesos mediante implementación de nuevas tecnologías para revalorización de materias primas y residuos
Vitoria-Gasteiz (Álava)	CYCLALG - Una red de centros tecnológicos para desarrollar una biorrefinería a base de algas
Zaragoza	BIOREFINER: Biogas dry reforming: process intensification for energy Catálisis y disolventes para procesos de biorrefinerías sostenibles

Fuente: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, *Manual sobre las Biorrefinerías en España*, (Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (BioPlat) y Sustainable Chemistry (SQ), septiembre 2017).

**El panorama de la bioeconomía en España es prometedor. Los proyectos puestos en marcha son una apuesta a futuro que ponen de manifiesto la capacidad investigadora e innovadora del sector en España, y constituyen una herramienta óptima para identificar aquellas áreas que mejor garanticen la recuperación de la inversión. Por otra parte, el elevado potencial de generación de materia prima hace de esta nueva perspectiva una oportunidad real para optimizar el aprovechamiento de algunos materiales hasta ahora desestimados por el ciclo económico, y como eje clave de la economía circular**

genera la materia orgánica, es decir, explotaciones agrícolas, ganaderas y forestales, empresas agroalimentarias, entornos costeros y centros de gestión de residuos. Tienen, por tanto, potencial para impulsar el medio rural así como la interacción entre áreas urbanas y rurales, a través de empresas proveedoras de nuevos servicios para las nuevas actividades en los ámbitos tanto de producción y comercialización como de garantía de sostenibilidad.

La bioeconomía es, de hecho, uno de los ámbitos contemplados por la Asociación Europea de la Innovación (EIP) de agricultura productiva y sostenible, en el objetivo de impulsar la

innovación en el sector agrario para alcanzar una agricultura competitiva, eficiente y ambientalmente sostenible. A este propósito, el Programa Nacional de Desarrollo Rural ofrece dos herramientas (incluidas en la medida 16): la creación de grupos operativos supra-autonómicos y el impulso de proyectos innovadores no territorializables o de interés general desarrollados por los anteriores (MAPAMA, mayo 2016).

El Comité Europeo de las Regiones es favorable a que la Comisión, los Estados miembros y las regiones europeas adopten estrategias de comunicación para aumentar la concienciación sobre las posibilidades de la bioeconomía en las regiones, proponiendo que se utilice el término “biorregión” o “biomunicipio” para calificar las zonas rurales, ciudades y regiones que impulsan esta actividad. Y, dado que el desarrollo de la bioeconomía, especialmente en zonas rurales y forestales, ofrece una buena oportunidad de crecimiento y empleo, anima a establecer una estrecha colaboración entre las partes interesadas para conseguir su óptimo aprovechamiento. Además, propone un apoyo específico a las regiones que utilicen recursos locales para generar nuevas cadenas de valor a través de la financiación de centros regionales de investigación en todos los sectores implicados.

En todo caso, y pese a que su mayor potencial reside en promover la sostenibilidad ambiental al incidir de forma positiva en la independencia de los combustibles fósiles y en la lucha contra el cambio climático (por su contribución en el avance hacia un balance neutral de CO<sub>2</sub>), se reconoce la existencia de riesgos asociados a la utilización de la biomasa, debido, por ejemplo, a la competencia por el uso de recursos naturales, o la reducción de la biodiversidad por aplicación de biotecnología (p.e. utilización de organismos genéticamente modificados), motivo por el cual las materias primas deberán obtenerse y utilizarse de forma sostenible, moderada y diversificada, de conformidad con el uso en cascada de la biomasa, desde el estricto

respeto al principio de precaución (DOCE 15.09.2017).

En España, iniciativas como REINWASTE (*Remanufacture the food supply chain by testing Innovative solutions for zero inorganic waste*), liderada por la Consejería Andaluza de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y enmarcada en la segunda convocatoria del Programa de Cooperación MED 2014-2020, favorecerán la adopción de conceptos innovadores más ecológicos en la agricultura y la industria. Este proyecto apuesta por la reducción de los desechos en origen, a través de la prevención y una mayor valorización de los materiales inorgánicos procedentes del sector agroalimentario (como plásticos o embalajes de alimentos y comida preparada), favoreciendo la adopción de conceptos innovadores más ecológicos por parte de la agricultura y la industria.

El panorama de la bioeconomía en España es prometedor. Los proyectos puestos en marcha son una apuesta a futuro que ponen de manifiesto la capacidad investigadora e innovadora del sector en España, y constituyen una herramienta óptima para identificar aquellas áreas que mejor garantizan la recuperación de la inversión. Por otra parte, el elevado potencial de generación de materia prima hace de esta nueva perspectiva una oportunidad real para optimizar el aprovechamiento de algunos materiales hasta ahora desestimados por el ciclo económico, y como eje clave de la economía circular. ❀

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Bioempresas, Informe 2016 sobre la *Situación y tendencias del sector de la Biotecnología en España* (ASEBIO, Madrid 2017).
- Comité Europeo de las Regiones, Dictámen sobre *La dimensión local y regional de la bioeconomía y papel de las regiones y ciudades* (Diario Oficial de la Unión Europea –DOCE-2017/C 306/07).
- Comisión Europea, Comunicación al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *La innovación al servicio del crecimiento sostenible: una Bioeconomía para Europa* (COM(2012) 60 final).
- Comisión Europea, Comunicación al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Cerrar el círculo: un Plan de Acción de la UE para la economía circular* (COM(2015) 614 final).
- Comisión Europea, European Bioeconomy Stakeholders, *Manifiesto* (noviembre 2017).
- Cumbre Mundial de Bioeconomía, Comunicado *La bioeconomía al servicio del Desarrollo Sostenible* (Berlín. 26 de noviembre de 2015).
- Georgescu-Roegen, N. (1975), *Energy and Economic Myths* (*Southern Economic Journal*, Vol. 41, nº 3, pp. 347-381, en Carpintero, O., Nicholas Georgescu-Roegen: de heterodoxo a disidente (*Revista de Economía Crítica* nº 23, primer semestre 2017).
- Instituto Nacional de Estadística, *Estadísticas sobre el Uso de Biotecnología, 2016* (INE, 22 de diciembre de 2017).
- Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, *Estrategia Más alimento, menos desperdicio. Programa para la reducción de las pérdidas y el desperdicio alimentario y la valorización de los alimentos desechados* (MAPAMA, 2013).
- Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, DG Desarrollo Rural y Política Forestal, *La Asociación Europea de Innovación para productividad y sostenibilidad agrícola (AEI-agri) en el Programa Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020* (MAPAMA, mayo 2016).
- Ministerio de Economía y Competitividad, Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, *Estrategia española de Bioeconomía Horizonte 2030* (marzo, 2016).
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, *Manual sobre las Biorrefinerías en España* (Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (BioPlat) y Sustainable Chemistry (ES) (septiembre 2017).
- Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, *La producción científica española en el ámbito de la bioeconomía, 2005-2014* (FECyT, 2017).
- Parlamento Europeo, Comisión de Agricultura y Desarrollo Rural, *Informe del 30 de noviembre de 2011 sobre cómo evitar el desperdicio de alimentos: Estrategias para mejorar la eficiencia de la cadena alimentaria en la UE* (2011/2175(INI)).
- Sociedad Española de Ciencias Forestales, *La situación de los bosques y el sector forestal en España. Informe 2013* (ISFE, 2013).

# Transición energética: un salto cualitativo en el progreso democrático

Susana Galera Rodrigo

URJC

## ANTECEDENTES: DEL VOTO CAPACITARIO AL CONTENCIOSO CLIMÁTICO

Aunque el tema que desarrolla este número arrastra alarma e inquietud, y quizás precisamente por ello, querría plantearlo en perspectiva positiva. Los efectos derivados del cambio climático no encuentran ya demasiados escépticos, si alguno quedara; las conclusiones de los estudios y proyecciones, junto con la escasa ambición de las medidas para la “desaceleración de los impactos antropogénicos” resultan más que inquietantes; no faltan además voces científicas que consideran que ya es demasiado tarde para la reversión, lo que, afortunadamente, no es de general aceptación.

Es la hipótesis que permite albergar esperanza en eventuales políticas contundentes para contener y reconducir los impactos climáticos actuales, la que aquí se considera. Cualquiera que sea su contenido específico, la reacción de las políticas climáticas pasan por la descarbonización progresiva de la sociedad: tal objetivo está asociado en las Estrategias UE en un cambio radical de la configuración del sistema energético que, a su vez, arrastrará a un profundo cambio de nuestro entorno social. Como se verá, la de-

nominada “transición energética” es una estrategia política que hace de la necesidad virtud, y lejos de circunscribirse a un sector específico, de marcado carácter técnico, supone un impulso a la reactivación y renovación de la sociedad a nivel continental, una “puesta a punto” para encarar las próximas décadas del milenio. Desde esta perspectiva, la Hoja de Ruta para la Transición Energética 2050, publicada en 2011 tendrá en unas décadas la perspectiva de una de las referencias paradigmáticas para el progreso democrático y social en el que la comunidad humana está involucrada desde hace apenas trescientos años, y en el que aparecen hitos cronológicamente difusos que la hacen avanzar, consolidando el camino recorrido y estableciendo nuevos objetivos.

Este nuevo reto –cambio climático y transición energética– lo afrontamos con los logros cosechados en las décadas, y los siglos, anteriores: nunca hasta hoy la ciudadanía había alcanzado la relevancia y el respeto que se refleja en el ordenamiento contemporáneo, lo que ha sido el resultado de conquistas ciudadanas sucesivas y propiciadas por un instrumental tecnológico de rapidísima progresión que, también, juega en favor de un mayor equilibrio e interacción entre la ciudadanía y el ejercicio del poder público por ella habilitado.



La perspectiva que aquí se considera tiene como antecedente remoto la progresiva ampliación y generalización del derecho de voto hasta llegar al sufragio universal “propiamente dicho”, lo que añade a los varones contribuyentes iniciales los varones no contribuyentes primero y las mujeres después: este proceso nos sitúa, en nuestro entorno, en la segunda década del pasado siglo pasado... esto es, no hace ni un siglo. Otro punto de inflexión importante se localiza en los movimientos civiles y sociales de la segunda mitad del siglo pasado, cuando, con distintas motivaciones, la sociedad hizo oír su demanda de una mayor consideración y participación en determinadas decisiones que le afectan directamente, lo que, mucho más tarde, se visibilizó en el ámbito académico y científico como la “crisis de las democracias representativas”–.

Además de soluciones puntuales, estas demandas sociales tuvieron satisfacción y reconocimiento jurídico, inicialmente y con carácter general, en un ámbito específico, el “moderno Derecho Ambiental” que nace con la Conferencia de Río 1992 como precipitado de una acción previa, la Conferencia de Estocolmo de 1972: en ambos casos, por lo que aquí interesa, se hace referencia a la ciudadanía y a sus instituciones más cercanas, que tienen carácter infraestatal. Tales referencias, tímidas y en forma de declaración política, tendrían un enorme potencial de expansión y se concretaría, inicialmente, en el Convenio sobre el acceso a la información, la participación del público en la toma de decisiones y el acceso a la justicia en materia de medio ambiente –Convenio de Aarhus 1998–, un

El cambio radical de la configuración del sistema energético, arrastrará a un profundo cambio de nuestro entorno social. Foto: Roberto Anguita.

**Cualquiera que sea su contenido específico, la reacción de las políticas climáticas pasa por la descarbonización progresiva de la sociedad: tal objetivo está asociado en las Estrategias UE en un cambio radical de la configuración del sistema energético que, a su vez, arrastrará a un profundo cambio de nuestro entorno social**

instrumento de enorme potencial en el reforzamiento de la participación ciudadana en las cuestiones ambientales (Parola 2013). En paralelo, y como consecuencia de aquellas de declaraciones de 1992, las entidades locales desplegaron desde entonces una ingente actividad internacional –paradiplomacia o city diplomacy– en foros de discusión y búsqueda de soluciones a problemas comunes de carácter ambiental, primero, y climático, después.

Ya el Convenio de Aarhus, circunscrito a lo ambiental, nació con la pretensión de que sus determinaciones de acceso a la información, la justicia y la participación se extendieran a otros ámbitos, lo que ha dado lugar a la generalización de las leyes de transparencia allá donde no las había ya.

Es desde esta perspectiva que se quiere identificar un nuevo hito en la progresión democrática y social de las sociedades occidenta-

les: ya no es el reforzamiento de la posición jurídica del individuo, sino de un conjunto de individuos organizados en unidades sociales identificadas como ciudadanía. Además de razones de democracia y progreso social, el reforzamiento de la ciudadanía obedece también a cuestiones institucionales mucho más pragmáticas, articuladas en una nueva forma de “colaboración público-privada” –aunque más correcto sería hablar de colaboración pública institucional y ciudadana–. Y es que con carácter general, y particularmente en el sector ambiental, la Administración se enfrenta al reto de aplicar un ordenamiento jurídico de creciente complejidad, tanto por su imbricado sistema de fuentes, como por presentar un contenido de marcado componente técnico que está sujeto a una revisión permanente. De esta forma, el acceso reforzado a la información, y a la jurisdicción, del ciudadano constituye un instrumento adicional de vigilancia del cumplimiento del ordenamiento ambiental y que coadyuva a su debida aplicación.

De esta forma, las sucesivas regulaciones que se adopten en materia de Transición Energética y Políticas de Clima, estarán referidas a aspectos clásicos de regulación de mercados, de incentivación de energías limpias, de fiscalidad ambiental y sobre el carbono... y muchos otros aspectos; pero implicará también otro marco normativo en el que la posición jurídica reforzada del ciudadano va a dejar su impronta, aquí mucho más que en otros ámbitos, en las políticas y normativas que en su día se vayan adoptando. Y ya se está viendo: el contencioso climático, con Estados Unidos y Australia a la cabeza, se está generalizando de una forma muy rápida en todo el mundo, y ha entrado en Europa de la mano de los conocidos Asuntos *Urgenda* –2015 y 2018–, planteados contra las políticas climáticas del Gobierno de los Países Bajos.

El contencioso climático –*climate-change litigation*– no es sólo un fenómeno judicial, sino un instrumento de gobernanza climática: ya no se trata de contenciosos históricamente re-

Ya el Convenio de Aarhus, circunscrito a lo ambiental, nació con la pretensión de que sus determinaciones de acceso a la información, la justicia y la participación se extendieran a otros ámbitos.



**Convenio  
Aarhus**

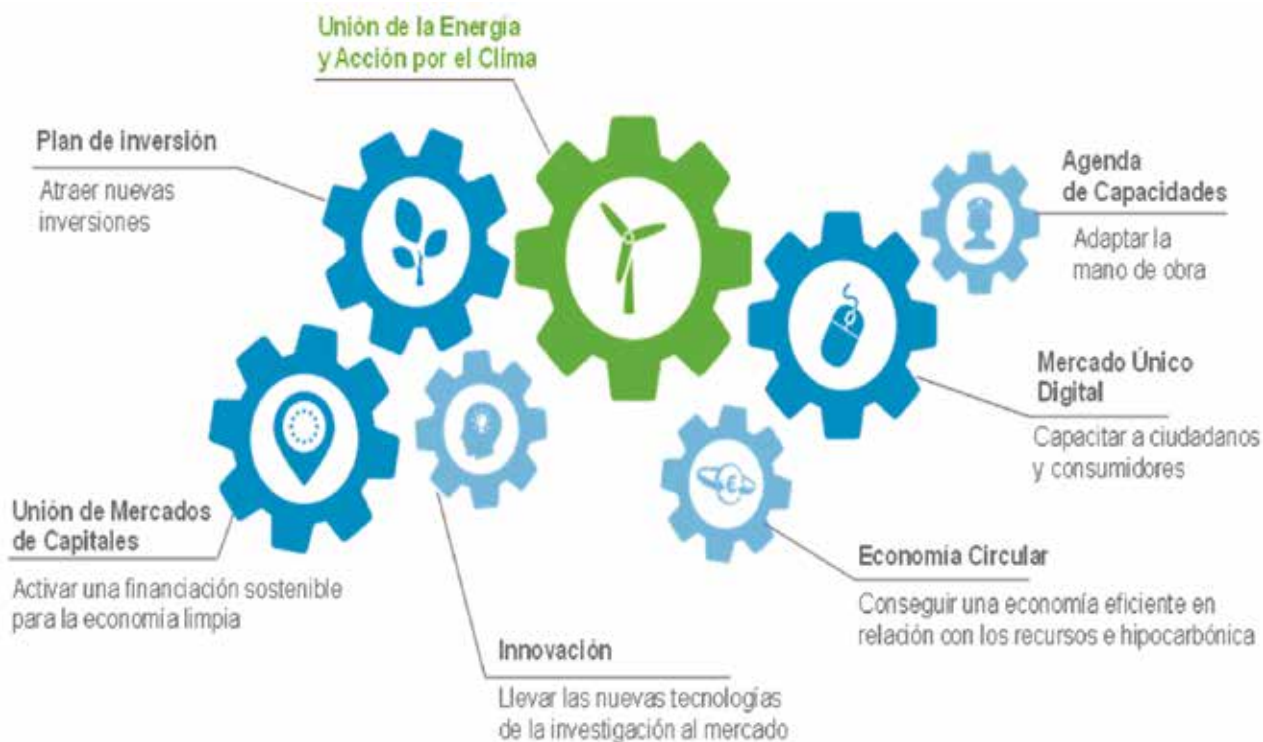


lacionados con proyectos de energías fósiles, petróleo o minería, proyectos de infraestructuras para la producción de energía hidráulica o evaluaciones de impacto. Ahora se llevan ante la jurisdicción las medidas –o no medidas– de prevención de efectos provocados por el cambio climático a la luz de los perjuicios producidos o fatalmente previsibles en ausencia de una acción pública adecuada. Este debate judicial clarifica los problemas a afrontar, la idoneidad de los instrumentos regulatorios y el nivel de regulación: como se ha dicho, ya no se trata sólo de resolución de conflictos, sino de gobernanza (Peel y Osofsky 2015) con la intensa actividad –participación– de una ciudadanía que tiene un acceso reforzado a informes y evidencias científicas –información– y a foros –jurisdicción– no gubernamentales en los que plantear el debate. La Universidad de Columbia puso en marcha un programa –*climatecasechart.com*– para el registro y análisis de estos litigios, tanto en EEUU –desde 2007, con 952 casos– como fuera de EEUU –desde 2011, con 269–.

## LA “CUESTIÓN” DE LA ENERGÍA: LA OBSOLESCENCIA DE LAS REDES Y LA ESTRATEGIA BARROSO

La UE ha mostrado siempre una sensibilidad particular respecto de su dependencia energética externa, y ya desde los años '70 del siglo pasado puso en marcha medidas de ahorro y eficiencia energética dirigidas a reducir la demanda de energía, tanto por cuestiones de seguridad del abastecimiento, como de ahorro económico. Desde entonces, no ha perdido de vista este objetivo, mejorando y ampliando su normativa de eficiencia energética.

Pero a esta cuestión consustancial al sistema energético europeo se le añade después otra de no menor calado: la renovación de las redes e infraestructuras energéticas –*aging infrastructures*– que entrarían a partir del 2020 en un nuevo ciclo inversor requerido de una ingente financiación en todo el continente. Como se dijo, haciendo de la necesidad virtud, la entonces Comisión Barroso decide, no



sólo participar con el sector privado en ese fabuloso reto, sino utilizarlo para la reactivación económica de la UE, para la renovación de la formación de recursos y de sectores profesionales requeridos en las siguientes décadas y para descarbonizar el sistema de producción y consumo en línea con las necesidades de reducir el impacto de las actividades humanas en el cada vez más evidente nuevo ciclo climático. Ya no es sólo una acción keynessiana de gasto público (Heffron 2015) sino una oportunidad para la creación de nuevos sectores económicos, profesionales y laborales de calidad, y para el cambio a un modelo de generación energética mucho más limpia, eficiente y de proximidad.

La Estrategia de la *Transición Energética*, se formaliza en el año 2011 mediante la publicación de la Hoja de Ruta de la Energía 2050 - COM 2011/885, y persigue un doble objetivo:

- por una parte, la reducción progresiva de las fuentes de energía convencionales, que se contemplan transitoriamente como fuentes de reserva hasta conseguir el abastecimiento completo y seguro de la red a partir de fuentes de energía renovables (RES) y otras fuentes no convencionales, lo que ha de ocurrir en paralelo a un menor consumo de energía –eficiencia energética–, y
- por otra parte, se apunta a un cambio estructural del sistema de gestión, que abandona ahora la secuencia vertical de producción –transporte, distribución y consumo–, gestionado por los operadores del sistema, para implantar un sistema de abastecimiento energético descentralizado y basado en una gigantesca red inteligente e interconectada, alimentada por millones de actores –productores/consumidores– que interactúan con la red (Smart Grids), que presupone el autoconsumo y el balance neto hasta donde sea posible.

Desde la definición de esa estrategia, se han ido adoptando otras intermedias (2020, 2030) al tiempo que se revisaban, y modificaban en

función de los resultados, las normas europeas que vehiculaban aquellas estrategias. Recientemente (Winter Package, Noviembre 2016), se adopta la estrategia *Energía Limpia para los Europeos-COM 2016/860-*, que coherente con las anteriores, pretende “acelerar, transformar y consolidar la transición de la economía de la UE hacia una energía limpia, lo que permitirá generar empleo y crecimiento en nuevos sectores económicos y nuevos modelos empresariales”. Al tiempo, se publican las propuestas de modificación de las principales Directivas energéticas y la adopción de un Reglamento de electricidad.

La estrategia prioriza la Eficiencia Energética (“la fuente de energía más barata y más limpia es la energía que no necesita ser producida o utilizada”), lo que le lleva, entre otras medidas, a elevar los objetivos de ahorro y a desarrollar más detalladamente, en una estrategia específica, medidas relacionadas con la calefacción y la refrigeración –COM 2016/51– en las políticas energéticas.

En la nueva estrategia intermedia de 2016 resultan claramente identificables los elementos de la descarbonización, a la que se le da un respaldo firme, ampliando la ambición respecto de las iniciativas anteriores; sin embargo el segundo contenido de la Transición Energética, que suponía la transformación radial y estructural del modelo, no se aprecia con similar nitidez. Me estoy refiriendo a los presupuestos esenciales de la transformación del sistema que se tuvieron en cuenta en la estrategia original de 2011: autoconsumo, balance neto, gestión inteligente (Galera 2016). De hecho, en 2015 ya se anunció por la Comisión Juncker –COM 1015/89– que la Estrategia de Gestión Inteligente de Redes se separaría de la Estrategia Energética para desarrollarse junto con las Estrategias relacionadas con la Agenda Digital. De esta forma, los Planes Nacionales de Redes Inteligentes o la reconsideración del régimen jurídico del Operador del Sistema en un contexto de gestión inteligente –COM 2012/663– o la petición del Supervisor Europeo de Datos de una regulación de los datos proporcionados



por los Contadores Inteligente –precisamente, para hacer posible la modificación de la estructura del sistema– no se encuentran ya presentes como contenidos de la Estrategia Energética.

## ENERGÍA – CLIMA – MEDIO AMBIENTE

*Grosso modo*, y dejando ahora de lado los muchos matices y desarrollos que la acompañan, la acción por el clima en la UE viene concretada tal como indica su información institucional en tres tipos de estrategias:

- instrumentos de control y reducción de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, como el régimen de comercio de derechos de emisión y la Decisión de reparto del esfuerzo o DRE, los sistemas de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> o una regulación específica para el transporte;
- la promoción de fuentes de energía renovables,
- la reducción del consumo energético, mejorando la eficiencia energética de edificios y de determinados productos y sectores, y elaborando estrategias específicas para las ciudades,

A estas medidas de *mitigación* debe de añadirse la acción de *adaptación* que tiene por objeto prevenir y anticipar los impactos del cambio climático y que da origen a estrategias y acciones en los ámbitos local, nacional y de la UE. Estas medidas de adaptación inciden en ámbitos sectoriales que ya son objeto clásicamente de ordenación

La UE sigue apostando decididamente por la descarbonización.  
Foto: Roberto Anguita.

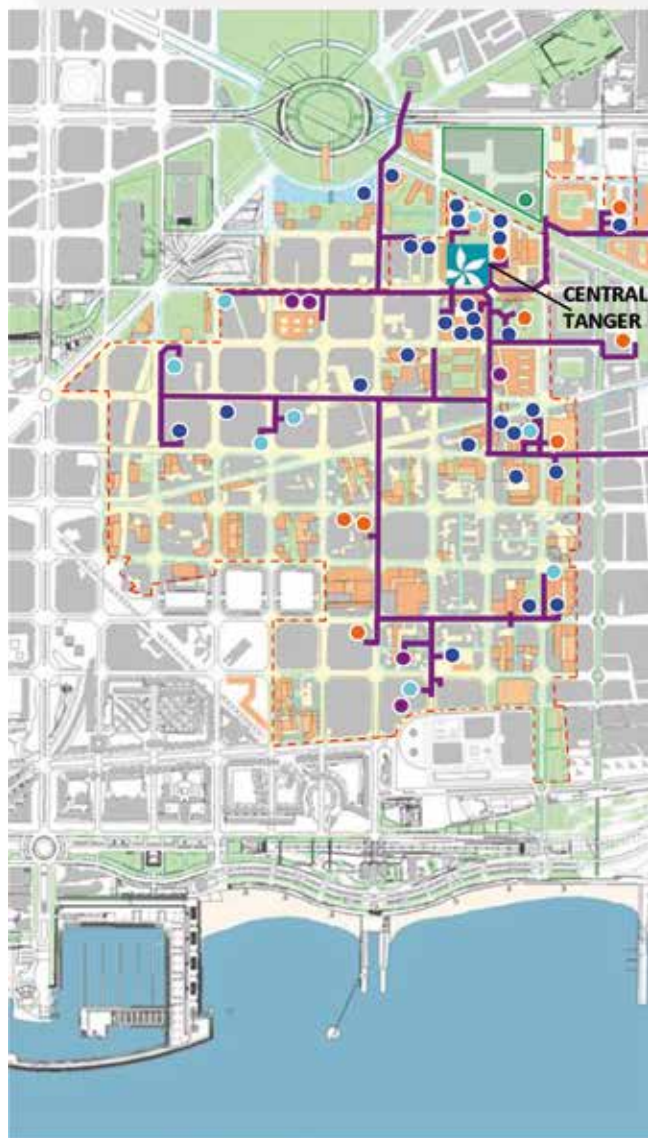
jurídica, pero que ahora deben de intensificar el componente del riesgo climático: gestión de ecosistemas y de los recursos hídricos, la reducción del riesgo de catástrofes, la gestión de las zonas costeras, la agricultura y el desarrollo rural, los servicios de sanidad, la planificación urbanística y desarrollo regional, entre otros.

Además de medidas específicas que adoptó la UE desde los años '70 del siglo, desde el inicio del milenio se adoptaron medidas específicamente dirigidas a la lucha contra el cambio climático bien de carácter general –Estrategia de adaptación al cambio climático de la UE –COM 2013/216– o más específicas: promoción de electricidad a partir de fuentes renovables (Directiva 2003/30), la implantación progresiva de cuotas para energías renovables en los transportes (Directiva 2009/28), el elemento central de la regulación climática –régimen de comercio de derechos de emisión (Directiva 2003/87) –, o el régimen de eficiencia en el uso de la energía (Directiva 2006/32).

En este tiempo se afirmaba la complementariedad y la sinergia de las políticas de clima y energía, en tanto los objetivos de una y otra se retroalimentan: conseguidos los unos, se refuerzan los otros: más allá de esa complementariedad, se afirma una Política integrada de clima y energía, con base en las tres Comunicaciones de la Comisión que desembocaron en el llamado “paquete energético verde” (Alenza y Sanz). Una sinergia y complementariedad que se observa a su vez entre las políticas de clima y energía, por una parte, y las demás, como las que tienen como objetivo específico la mejora de la calidad del aire, la creación de empleos verdes o el liderazgo europeo en materia de innovación.

Sin embargo, no fue hasta 2009, con la entrada en vigor del Tratado de Lisboa adoptado dos años antes, que la UE incorporó entre sus objetivos la lucha contra el cambio climático (como parte de la Política Ambiental, Título XX) además de introducir una Política específica en materia de Energía (Título XXI, artículo 194). Es importante subrayar que ambas Políticas presentan en el TFUE una intensa imbricación:

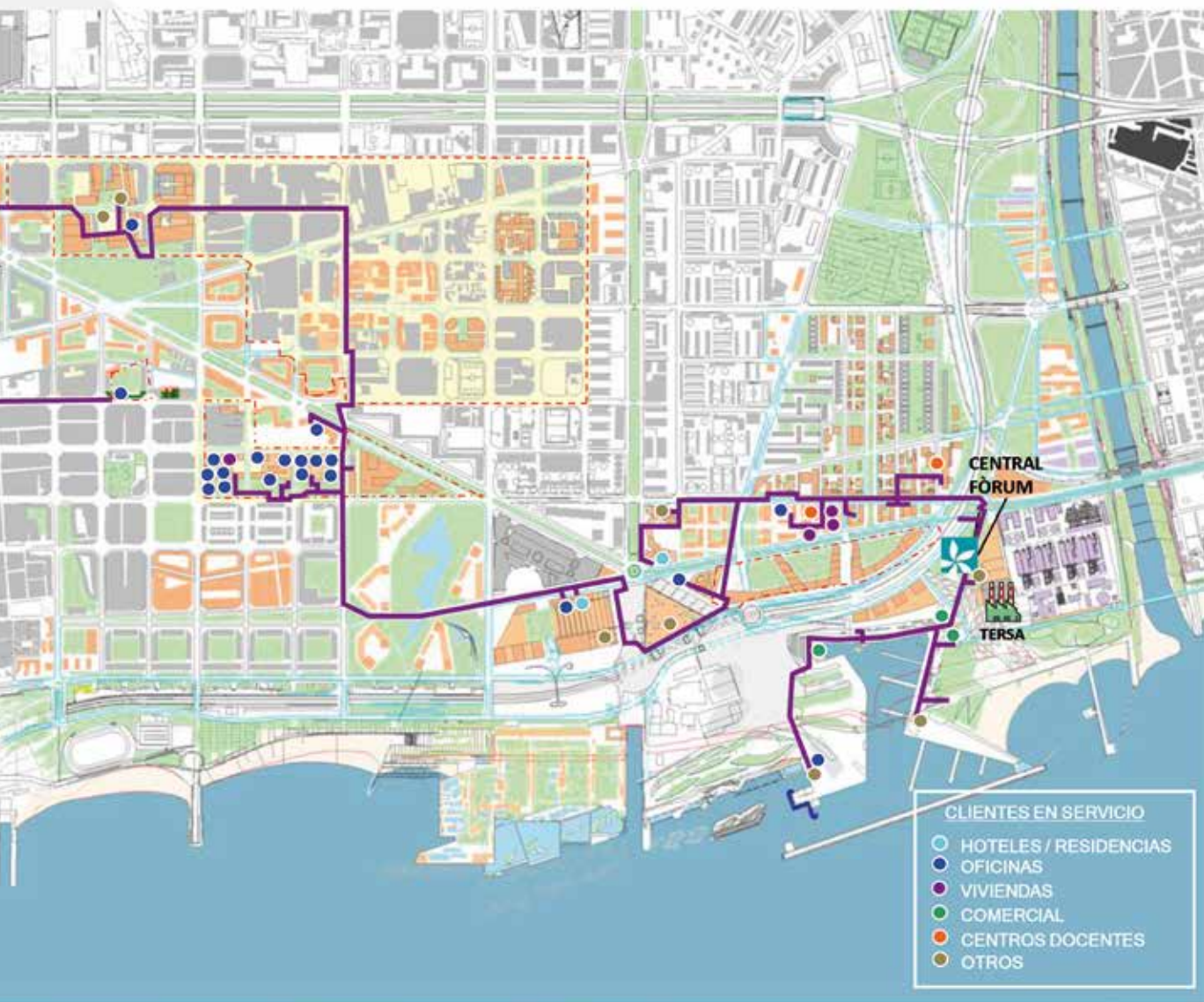
## La red urbana de calor En continuo crecimiento



Districlima fue constituida en el año 2002 en Barcelona, para llevar a cabo, por primera vez en España, una red urbana de distribución de calor y frío para su utilización en calefacción, climatización y agua caliente sanitaria.

- por una parte, la “lucha contra el cambio climático” aparece dentro de los objetivos de la Política Ambiental (artículo 191.1, 4º apdo.),

## Calor y frío del Fórum y 22@



- por otra parte, el “desarrollo de energías nuevas y renovables” y la “eficiencia energética” –instrumentos esenciales en la lucha contra el cambio climático– quedan

reflejados como objetivos principales de la Política de Energía (artículo 194.1.c/) que se añaden a la “seguridad del suministro”;

**Que las Entidades Locales son actores fundamentales para la eficacia de las políticas climáticas es una proposición que no se discute, pues en las ciudades se ubican las actividades responsables de emisiones. Es por ello que se está generalizando muy rápidamente un nuevo perfil de políticas urbanas que incorporan consideraciones climáticas**

Esta impronta ambiental de las políticas de energía y clima es claramente identificable en las medidas posteriores que se han adoptado. Así, el ya mencionado Winter Package 2016, además de revisar y actualizar la normativa anterior, incorporó medidas nuevas de gran alcance y que mantienen la impronta ambiental de las anteriores: es el caso del nuevo Reglamento de Gobernanza Energética –COM(2016) 759–, que reposa sobre la doble base jurídica ambiental y de la energía –artículos 191, 192 y 194 TFUE– o la ampliación de sectores a los que se les aplica una disciplina de control de emisiones, al incorporar el uso de la tierra, el cambio del uso de la tierra y la silvicultura (UTCUTS, o bien LULUCF, por sus siglas en inglés), que es también una medida ambiental –artículo 192– y no agrícola –COM 2016/479–.

Este anclaje ambiental, antes y ahora, de las medidas de lucha contra el cambio climático plantea no pocas dificultades a la correcta incorporación de estas medidas al ordenamiento español, como enseguida se referirá. Pero conlleva una consecuencia adicional, que es la aplicación de un régimen jurídico reforzado de participación que sólo es aplicable a las materias ambientales. Me estoy refiriendo, claro, al régimen que estableció el Convenio de Aarhus, de acceso a la información, a la participación

y a la justicia en materia ambiental y que desarrolló, en el ámbito de la UE, el Reglamento n.º 1367/2006 y en el ámbito nacional la Ley 27/2006.

Este régimen ambiental reforzado aplicable a las medidas climáticas se ha aplicado recientemente de forma explícita con la Sentencia del Tribunal de Justicia de 13 de julio de 2017 –Asunto C-60/15 P, Saint-Gobain– que se pronuncia sobre el régimen de acceso a la información pública –general o reforzado– aplicable a una petición relacionada con la lista de instalaciones sujetas al régimen de comercio de emisiones, anulando la denegación de acceso al no habersele aplicado el régimen reforzado aplicable en materia ambiental –y que admite menores restricciones de acceso a la información–.

La proyección nacional de esta normativa seguirá, en lo esencial, los cauces y criterios del proceso de transposición al Derecho de la Unión Europea que reposan en el conocido Principio de Autonomía institucional que, conviene advertir, en modo alguno implica que el proceso de calificación y encaje competencial en el marco constitucional pueda prescindir completamente del entendimiento europeo de las normas que han de trasponerse.

La incorporación al ordenamiento español de este régimen europeo reconduce, en un primer momento, al marco de distribución de competencias que se establece en los artículos 148, 149 y 150 de la Constitución, en el que, como es natural, no hay una referencia explícita al «Clima» como ámbito de actuación, por lo que las eventuales acciones climáticas han de reconducirse a los títulos competenciales más afines de entre los relacionados en ambos preceptos.

Pero en el segundo momento, en el que junto a estos preceptos aplicamos también los Estatutos de Autonomía –que forman parte del bloque de constitucionalidad– sí nos podemos encontrar con referencias al “clima” y a otros conceptos renovados relacionados con la energía, al haberse reformado los textos estatutarios unas décadas después de aprobarse la Consti-

tución. Es el caso, por ejemplo, del Estatuto de Autonomía de Cataluña después de su reforma por Ley Orgánica 6/2006, que recoge entre sus competencias las relativas a artículo 133.d/ (eficiencia energética y renovables, en el marco de las competencias de Energía –artículo 133.d/–) y el régimen de emisiones, –artículo 144.i, en el marco de las competencias ambientales.

Encontramos de esta forma una primera dificultad para la transposición del régimen de clima y energía europeo, y es la falta de coincidencia en el texto constitucional y en los Estatutos de las “materias” a las que va referida la titularidad de la competencia, lo que no sería un obstáculo que no pudiera remontarse con una adecuada interpretación por el Tribunal Constitucional.

Una segunda dificultad deriva del entendimiento que se le da concepto de energía a efectos de determinar la titularidad de la competencia, un entendimiento que nos aleja de la perspectiva ambientalizada que adquiere la energía y el clima en las estrategias –y textos– europeos. Y es que, en nuestro país, la doctrina constitucional recaída en la transposición de las últimas normas europeas de energía y clima aplica repetitivamente su doctrina anterior, donde el medio ambiente no tiene ninguna presencia, resultando que las normas españolas pivotan sobre dos títulos competenciales que muy poco tienen que ver con el medio ambiente: la aplicación del título –estatal– en materia de energía se ha basado en una insistente apelación del papel central del sector eléctrico en el conjunto de la economía, de forma que las intervenciones estatales en este ámbito se encuentra respaldadas no sólo por la competencia para establecer las bases del *régimen minero y energético* (artículo 149.1.25 CE) sino para las bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica (artículo 149.1.13 CE). A esta doble base jurídica de las intervenciones estatales en el sector energético, hay que añadir un tercer título, el que le habilita para la autorización de determinadas instalaciones eléctricas cuando su aprovechamiento afecte a más de una Comunidad o el transporte de energía salga del ámbito territorial –artículo 149.1.22 CE–

Quiere subrayarse que esta doctrina sobre las competencias en la ordenación del sector eléctrico es un precipitado de criterios que empezaron a elaborarse cuando el sector eléctrico comprendía poco más que energías fósiles y nuclear, por lo que cabe preguntarse si es adecuada su aplicación automática en una época en la que las estrategias apuntan a la sustitución progresiva de estas fuentes con fuentes de naturaleza renovable. Es obvio que, en este planteamiento, la competencia ambiental ex artículo 149.1.23, que reserva al Estado la bases del medio ambiente y posibilita, por tanto, que las Comunidades Autónomas asuman el resto de funciones, normativas y ejecutivas, actúa de forma subordinada y anecdótica, aun cuando, lo que ahora se discute en sede constitucional está mucho más relacionado con nuevas fuentes y tecnologías energéticas –instalaciones eólicas, solares, fotovoltaicas, aprovechamiento de geotermia o infraestructuras urbanas de calefacción y refrigeración– que con un planteamiento de energías fósiles y nucleares, y un modelo de generación y distribución que, precisamente, las estrategias europeas quieren renovar progresivamente hasta su total sustitución. Y es que debe de considerarse que esta doctrina constitucional sobre el sector eléctrico se inicia en 1996 con el enjuiciamiento de la Ley 34/1992 de ordenación del sector petrolero –STC 197/1996–, doctrina que se aplica en 2011 en el enjuiciamiento de la Ley 54/1997 del Sector eléctrico –STC 181/2013– y, finalmente vuelve a aplicarse recientemente –2016– sin matices significativos en el análisis de la Ley 24/2013 –STC 32/2016–, que constituye ahora el marco de cabecera español.

## NUEVOS ACTORES PRINCIPALES –EELL–

Que las Entidades Locales son actores fundamentales para la eficacia de las políticas climáticas es una proposición que no se discute, pues en las ciudades se ubican las actividades responsables de emisiones. Es por ello que se está generalizando muy rápidamente un nue-



Fuente: UNEP/ICLEI. <https://www.youtube.com/watch?v=7BznKyEb0bc&feature=youtu.be>.

vo perfil de políticas urbanas que incorporan consideraciones climáticas bien con un planteamiento general –como los Planes Locales de Energía y clima– bien dirigidas a un ámbito o sector específico –como es el caso de las nuevas políticas de movilidad que actúan tanto sobre el transporte público como sobre la movilidad privada.

Pero las políticas locales tienen aún un muy largo recorrido como instrumentos de la Transición Energética y de las acciones climáticas, lo que presenta un impacto potencial muy importante en áreas paradigmáticas de la acción local como el urbanismo –planificación, gestión y disciplina– y la prestación de servicios públicos.

Tal potencial tiene reflejo en estrategias europeas, ya desarrolladas normativamente, y que clásica y progresivamente vienen considerando las actividades de edificación, en el doble plano de los nuevos edificios y de los programas sistemáticos de rehabilitación. Más recientemente, se aborda uno de los principales focos urbanos de emisiones, la energía destinada a calefacción y refrigeración que representa el 50% de la demanda de energía final. A este respecto, y por distintas vías, la UE promueve los *sistemas ur-*

*banos eficientes de calor y refrigeración* definidos como aquellos que utilizan “al menos un 50% de calor residual, un 75% de calor cogenerado o un 50% de una combinación de estos tipos de energía y calor”.

Las distintas vías para llegar a este objetivo reposan sobre un instrumento bien conocido en la acción local, como es la planificación espacial. Entre ellas, reviste particular interés la consideración de los Sistemas Urbanos que realiza la Directiva de Eficiencia Energética –2012/27– tanto por su conexión con la nueva planificación energética integrada de aplicación a partir del 1 de enero de 2019, como por el instrumental y metodología que introduce para la identificación, evaluación y organización de Distritos Urbanos Energéticos, y en particular, de Redes Eficientes de Calefacción y Refrigeración.

En enfoque que se adopta presupone la consideración unitaria de los sistemas urbanos a los que se les señala un doble objetivo: por una parte, aprovechar la energía que actualmente se pierde en los propios procesos de distribución y consumo y que podría ser reintroducida en el circuito reduciéndose así la demanda de energía primaria; y por otra parte, actuar so-



bre la demanda de calefacción y refrigeración que podría en gran parte satisfacerse por esa energía ahora desaprovechada y por la puesta en valor de recursos energéticos locales, fundamentalmente renovables. Esto es, la reducción de energía primaria consumida en los sistemas urbanos vendría del efecto conjunto de reutilizar la energía residual de los procesos de producción y consumo susceptibles de aprovechamiento, y de incorporar al sistema el potencial renovable local.

Para conseguir este objetivo impone dos obligaciones formales sucesivas –evaluación del potencial energético y análisis coste-beneficio–, formuladas con tal nivel de detalle y especificación que en sí misma constituyen una metodología armonizada cuyos resultados cabe racionalmente asociar en lo sucesivo a los instrumentos de la planificación espacial tan asentados en el ámbito local.

Debe de precisarse que esta obligación de “evaluación del potencial energético urbano” está dirigida al Estado y debe de cubrir la totalidad de su territorio; sin embargo, del contenido necesario de la evaluación y de los extremos a considerar cabe racionalmente presuponer la participación de las Entidades Locales, o la toma de consideración de la información que proporcionen, de forma que tal evaluación resulte de un enfoque ascendente que parte del nivel –de planificación espacial– local y cruce hacia arriba todos los niveles territoriales. Así cabe deducirlo de la obligación de que tal evaluación considere, entre otros muchos extremos, “una descripción de la demanda de calefacción y refrigeración, y una previsión de cómo cambiará esta demanda en los siguientes 10 años, teniendo en cuenta en particular la evolución de la demanda en los edificios y los diferentes sectores de la industria”, así como la demanda que podría satisfacerse mediante “microgeneración residencial”.

Realizada la evaluación, debe de satisfacerse una segunda obligación, la realización de Análisis coste-beneficio que determinará, si las ventajas resultan superiores a su coste, una tercera

obligación para los Estados, la de “desarrollar una infraestructura de calefacción y refrigeración urbana”. El contenido, metodología e instrumental de cálculo está establecido con un abrumador nivel de detalle, de forma que “debe de entenderse como una *planificación integral del sistema energético* que abarca todas las opciones técnicas y económicas pertinentes” –SWD (2013)449–.

De esta forma, y de acometerse de forma rigurosa el cumplimiento de estas obligaciones –lo que queda pendiente para futuras revisiones del primer documento español de evaluación presentado en 2016– el planeamiento territorial y urbanístico queda comprometido por algunos de los contenidos del documento de evaluación: según se ha visto, la ubicación de nuevas zonas residenciales e industriales no es ya una decisión discrecional del planificador, sino que su emplazamiento habrá de ser el que optimice el potencial energético local y facilite la eventual conexión entre zonas de suministro y zonas de consumo.

El despliegue de redes energéticas urbanas se enmarcará en la actividad local de aplicación del régimen de servicios públicos y de contratación pública: recientemente se han sistematizado las posibilidades de intervención local en la titularidad y gestión de estas redes, dependiendo del marco regulatorio y del riesgo que la entidad local quiera o pueda asumir y el control que quiera mantener, aislándose un modelo –el más común–, de titularidad pública, un intermedio de titularidad mixta y un tercero de titularidad privada. Sobre el particular resulta muy ilustrativo el estudio publicado por el Comité de las Regiones en 2016 –*Local and Regional State of Play and Policy Recommendations Concerning Sustainable Heating and Cooling: focusing on EU level*–, que a su vez sigue el informe, más detallado, de la UNEP publicado en 2015 –*District Energy in Cities. Unlocking the potential of Energy Efficiency and Renewable Energy*, asociado a su programa de 2014 *Global District Energy in Cities Initiative* –, ambos de fácil acceso a través de sus respectivas webs.

La ubicación de nuevas zonas residenciales e industriales no es ya una decisión discrecional del planificador, sino que su emplazamiento habrá de ser el que optimice el potencial energético local y facilite la eventual conexión entre zonas de suministro y zonas de consumo

#### NUEVOS PARÁMETROS: SOFT LAW CLIMÁTICO

Como ya se avanzó, la Cumbre de Río '92, que aprobó el Programa 21 Local, supuso un impulso a la creciente actividad internacional que desde entonces han venido desarrollando las Entidades Locales, pues expresamente se declaró que “la participación y cooperación de las autoridades locales constituirán un factor determinante para el logro de los objetivos del Programa”.

Desde las primeras manifestaciones, estas acciones contaron con el respaldo decidido de la UE a través de la Comisión: así ocurrió con la Carta y Compromisos de Aalborg –1992 y 2012, respectivamente– que resultaron decisivos para que las Agendas Locales tuvieran una amplia implantación en toda la UE.

En 2008 se crea el *Pacto de los Alcaldes por la Energía*, que involucraba a los Entes Locales en los objetivos de reducción del 20% de emisiones establecidos en la Estrategia Europea 2020, un club de adhesión voluntaria que imponía que las entidades adheridas adoptaran un Plan Local de Energía (PAEs) cuyo contenido y metodología se establece por la Secretaría del Pacto. En 2015, el acuerdo se reelabora, extendiendo e incrementando los objetivos de reducción a 2030, ahora un 40%, e incorporando acciones de mitigación, lo que

cristalizó en el *Pacto de los Alcaldes por el Clima y la Energía*<sup>1</sup>.

Este Pacto, de adhesión voluntaria pero muy exitosa, implica la adopción en los dos años siguientes de un Plan Local de Clima y Energía –PACE– que concreta cómo el Ente Local ha de conseguir los compromisos derivados del Pacto, en particular la reducción de emisiones GEI a un 40% en 2030, el incremento de la resiliencia a los impactos del cambio climático, y reforzar el acceso a una energía sostenible en 2030. El PACE es verificado por el organismo de Investigación de la Comisión –JRC, Joint Research Center– que puede imponer modificaciones y verificará también el informe bianual de seguimiento que debe de presentarse.

Resumidamente, el PACE debe de incluir: –un inventario base de emisiones (en relación con Edificios, Equipamientos e Instalaciones municipales, residenciales, alumbrado, industria, transporte, agricultura, residuos); –programa de ahorro energético en edificios y servicios públicos; –planes de movilidad, dirigidos a reducir la dependencia del vehículo privado; –standares de rendimiento energético y requisitos para incorporar el equipamiento de energías renovables en las nuevas construcciones;– acciones de concienciación al público;– promoción de la producción local de renovables y uso de fuentes renovables, como las plantas de ciclo combinado.

En paralelo a este proceso, y en el escenario extracomunitario, discurre un movimiento similar: en el marco de Naciones Unidas en 2014 se adopta la iniciativa *Compact of Mayors*, impulsado por redes preexistentes de ciudades que venían trabajando en materia de clima y de sostenibilidad –ICLEI, C40 y UCLG– y con el apoyo de UN-Habitat, la agencia de Naciones Unidas en asuntos urbanos.

<sup>1</sup> Ya se apuntó que el Pacto de los Alcaldes por el Clima y la Energía reúne a 6.926 autoridades firmantes, que representan 213 millones de habitantes en el territorio de la Unión Europea. Pero fuera de este ámbito, la Comisión Europea ha impulsado y apoyado redes similares en países del Este de Europa, África, el Cáucaso, África, Latinoamérica, Caribe, y Asia.

En enero de 2017 se anuncia la fusión de estas dos plataformas en una única red, el *Pacto Global de los Alcaldes por el Clima y la Energía* (GCoM por sus siglas inglesas), que reunificará en una estructura y metodología únicas las acciones, y las informaciones, adoptadas a nivel local en materia de clima y energía, alineándolas con los instrumentos establecidos en el Acuerdo de París 2015, en particular las “Propuestas de Contribuciones Nacionales”. De esta forma, se refuerza el enfoque *bottom-up* para la gobernanza climática convenido internacionalmente y a nivel de la UE.

Recientemente, en septiembre de 2018, el GCoM, ha adoptado las anunciadas Recomendaciones para ayudar a las entidades adheridas a la consecución de los tres objetivos, ahora alineados con otros programas de Naciones Unidas: reducir y limitar emisiones GEI; prepararse para los impactos del cambio climático y, en línea con la Agenda 2030, reforzar el acceso a la energía sostenible.

Estas Recomendaciones –de aplicación el 1 de enero 2019– establecen un estándar armonizado para verificaciones climáticas, así como nuevos instrumentos de obtención de datos. Respecto del primero –*global framework for reporting*– toma como punto de partida el instrumental que se venía utilizando en el marco de los PACE, con algunas variaciones: entre éstas, es de reseñar que incorpora la obligación de incorporar en su contenido Planes de Acceso a la Energía, que están referidos al “acceso a la energía segura, sostenible y asequible” alineándose de esta forma con el Objetivo nº 7 de Desarrollo Sostenible y con la Iniciativa Sustainable Energy For All (SE4All), que persigue asegurar el acceso universal a los modernos servicios energéticos.

De esta forma, las entidades locales se sitúan en el centro de la estrategia energética europea, y su actividad se considera ahora en la Evaluación de las Estrategias Energéticas, como refleja por primera vez el Tercer Informe sobre el estado de la Unión de la Energía –COM 2017/688–. Entre los documentos que se acompañan se

Las entidades locales se sitúan en el centro de la estrategia energética europea, y su actividad se considera ahora en la Evaluación de las Estrategias Energéticas, como refleja por primera vez el Tercer Informe sobre el estado de la Unión de la energía, donde se incluye el Informe de Evaluación del Pacto de los Alcaldes que, a septiembre de 2016, había recibido 6201 adhesiones que cubrían a 6926 autoridades locales, cubriendo un territorio de 213 millones de habitantes, el 36% de la población UE-28

incluye el Informe de Evaluación del Pacto de los Alcaldes que, a septiembre de 2016, había recibido 6201 adhesiones que cubrían a 6926 autoridades locales, cubriendo un territorio de 213 millones de habitantes –36% de la población UE-28. De esta forma, la conexión global-local en la implementación del Acuerdo de París, sin perjuicio de otras medidas “internas”, se articula a través de la relación directa de las entidades locales con una Secretaría transnacional –global– que establece las metodologías de medición y de cálculo y el contenido de un instrumento de planificación –plan local de energía y clima– con vocación de implantación uniforme a nivel mundial.

En España, las Entidades adheridas han presentado 1519 Planes, de los que ya han sido verificados y aceptados 1217 Planes, aunque son aun muy pocos (5) los que han introducido ya la versión reforzada del PACE, con objetivos incrementados de mitigación a 2030 y acciones de adaptación. De esta forma, el *Plan de Acción*



de Clima y Energía constituye un standard de acción climática local, incorporando metodologías establecidas a nivel universal en el ingente *Soft-Law* Climático generado alrededor de la Convención Marco.

Finalmente, y por el importante papel desarrollado en la conformación de este *Soft Law* Ambiental y climático, querría terminar este apartado haciendo referencia a una asociación paradigmática con presencia en cuantos foros han tratado de la sostenibilidad, y más recientemente el clima, en el ámbito local. Se trata del ICLEI, *Local Government for Sustainability*. Es una asociación internacional de gobiernos locales y metropolitanos dedicados al desarrollo sostenible, que ha ido adquiriendo una función institucional creciente en los últimos años, particularmente en las conferencias climáticas.

## REFLEXIÓN FINAL

Desde 2011 la UE tiene una Estrategia de Transición Energética que plantea un doble objetivo muy ambicioso: por una parte, la total descarbonización de la sociedad europea en el horizonte 2050, fecha en que las fuentes de energía serían 100% renovables, quedando entre tanto las que menos emisiones provocan –gas y nuclear– como energías de transición.

El segundo objetivo tiene que ver con el cómo se iba a conseguir el primero: no se trataba de que las empresas del sector acometieran una reconversión para sustituir unas fuentes por otras, sino que toda sociedad participara de tal reconversión, dando paso allá donde había unos pocos proveedores de suministro y servicios a una pluralidad de puntos de oferta, al fomento del autoconsumo y del balance neto, y a la gestión inteligente de una gigantesca red inter-

conectada, para la que el despliegue de “contadores inteligentes” constituía el primer paso. La gestión de la red, Smart Grid, se convertía así en un elemento estructura de la Transición energética en su conjunto, lo que requería desarrollos ulteriores, de carácter tecnológico –véanse las líneas que sobre esta prioridad están abiertas en el programa de investigación europeo Horizonte 2020– pero también jurídicos: como advirtió el Supervisor Europeo de Datos, una vez desplegados los contadores inteligentes urgía regular el acceso a los datos que éstos proporcionaban –en principio, a empresas de servicios energéticos para pergeñar ofertas y nuevas líneas de negocio, a las Administraciones para considerarlos en su planificación, a los consumidores– de forma que tal acceso, que se propiciaba, fuera compatible con el régimen europeo de protección de datos: en otro caso, la información derivada de la medición inteligente reforzaría la posición de monopolio de su poseedor.

Siete años después, la UE sigue apostando decididamente por la descarbonización, lo que enlaza con el cumplimiento de los compromisos adquiridos en las últimas cumbres de Clima, notablemente el Acuerdo de París de 2015. Sin embargo, cuesta apreciar un respaldo equivalente al segundo objetivo de su Transición Energética 2011: no se perciben los desarrollos que a estas alturas de la estrategia deberían haber emergido respecto de un elemento central hacia el nuevo modelo de generación y distribución de energía –gestión inteligente de redes y nueva gobernanza energética en la que asome ya el “nuevo” papel del operador del sistema. Por el contrario, sorprende la ingente inversión que se ha dedicado a los corredores energéticos de gas, declarados a efectos inversores “Proyectos de Interés Común Europeo”, combustible que, inicialmente, se concebía como energía de transición. Quizás el desarrollo de este segundo elemento de la Transición Energética siga otro ritmo, y las venideras estrategias nos sorprendan con resultados que lo equilibren con los resultados el primero –descarbonización–.

Por otra parte, resulta un buen síntoma el respaldo, reforzamiento y revisión del instrumen-



Infografía  
cedida por  
Wisegrid  
Crevillent.  
Grupo  
Enercoop.

tal necesario para aplicar las políticas de clima y energía a nivel local, desde el documento de planificación –PACE– hasta los protocolos de medición y verificación, un nivel donde se localiza el mayor porcentaje de emisores. Una estrategia que, además, acaba de ser exportada, a través de Naciones Unidas, al resto del planeta.

La incorporación en nuestro país de estas estrategias requiere un esfuerzo importante, dado el carácter novedoso, y plural, de los instrumentos que han de incorporarse. Pero además, la transposición de este ordenamiento requiere una depuración previa de las barreras que, a día de hoy, han obstaculizado la plena recepción de un ordenamiento energético, y hasta cierto punto ambiental, renovado y en línea con lo preconizado por las estrategias europeas.

Una de las principales barreras es la *cultura jurídica de la unilateralidad*, que tiende a que, una vez afirmada –en vía contenciosa si es preciso– la titularidad de la competencia, se produce una

especie de patrimonialización de la misma, de forma que su ejercicio es unilateral no obstante las entidades que, sin ser formalmente “titulares de la competencia”, se vean afectadas por su ejercicio. Una tendencia que va en sentido contrario a la técnica normativa y administrativa que se impone en materia ambiental y de clima, de las que pueden ser referencia idónea las *lois grenelles* de nuestros vecinos franceses: debates políticos sucesivos entre los representantes de los actores de la materia –desarrollo sostenible, clima– que se va a regular: las distintas entidades territoriales, las ONG, representantes de trabajadores y de sectores profesionales. De esta forma, se llega a un texto con un alto grado de consenso antes de iniciarse su tramitación propiamente dicha. En el caso de la *loi de la transition energetique pour la croissance verte de 2015*, la fase de consultas previas a la aprobación por el Consejo de Ministros del proyecto de ley duró casi dos años: en ella se consensaron, entre otros, aspectos de gobernanza, de aplicación territorial y de eventuales reformas organizativas requeridas.

La ausencia de coordinación, por compleja que esta pueda resultar, trae unos resultados nefandos, entre otros la menor eficacia de la acción europea tal como se diseñó –o lo que es lo mismo, el efecto útil de las normas europeas–. Recientemente se están produciendo entre nosotros algunos de estos resultados indeseables, lo que aún no ha terminado.

Me estoy refiriendo, claro, al cambio de régimen de las tarifas primadas a la producción de energía fotovoltaica: el Plan Nacional de Energías Renovables 2005-2010 estableció en 450 MW la potencia instalada de energía fotovoltaica para todo el período considerado. Por efecto del Real Decreto de 2007 que estableció un más que generoso marco cuantitativo y temporal de tarifas primadas, se acabó dicho año con una potencia instalada de 526 MW, llegando esta progresión a 2.707 MW a finales del año 2008: unilateralidad en la planificación y, subsiguientemente unilateralidad en la gestión –autonómica por debajo de los 50 MW/instalación–.

Otra segunda gran barrera, perfectamente prescindible a la que parece que nos hemos acostumbrado, es la *barrera de la inseguridad jurídica*, con la que quiere hacer referencia, no ya a cambios de regímenes regulatorios, sino a la pésima técnica normativa con la que se incorporan algunas determinaciones muy importantes de las Directivas, así como a un entendimiento que parece más que excesivo del principio de interpretación conforme por parte del Tribunal Constitucional. Respecto de la técnica normativa, véase cómo se introdujo en España la modificación del régimen de autorización de instalaciones eléctricas cuando están sujetas a la evaluación y análisis que puede determinar la obligación de afrontar una instalación de cogeneración: tal precepto europeo, incorporado claro en la normativa de eficiencia energética, se incorpora en España en la Disposición Final del Real Decreto 56/2016, que regula entre otros extremos la acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos, Disposición Final que a su vez modifica el régimen autorizador establecido en el Real Decreto 1955/2000 incorporando un nuevo artículo

121 bis, “trámites previos” al procedimiento de autorización.

Respecto del segundo frente que crea inseguridad jurídica, véanse la profusión de sentencias interpretativas de rechazo que han resuelto contenciosos por normativa energética llevados ante el Tribunal Constitucional, en algunos casos aplicando criterios contenidos en previas sentencias interpretativas de rechazo. El mantenimiento del ordenamiento jurídico en base al principio de interpretación conforme resulta en ocasiones forzado y desconcertante –vid. STC 171/2016–: sin entrar en mayores detalles, hay algo que no encaja cuando “se salva” la constitucionalidad de la “nueva” ley del sector eléctrico aplicando los criterios deducidos de la anterior ley del sector eléctrico en interpretación de los presupuestos, competenciales, sobre los que ambas reposan.

Por último, y conectada con la anterior, se puede detectar una tercera barrera, la *barrera del anacronismo normativo*, que de no remontarse, se corre el riesgo de desconectar del entendimiento europeo de términos y conceptos a los que dotamos de un diferente significado.

El primer anacronismo normativo lo encontramos ya en la propia Constitución, tal y como viene siendo aplicada por su intérprete auténtico, el Tribunal Constitucional; esta circunstancia se transmite luego, a nivel legal y reglamentario, en el ordenamiento que desarrolla y concreta aquellas previsiones constitucionales. El anacronismo interpretativo de los conceptos constitucionales es remontable pero requiere una renovación profunda de su entendimiento en la doctrina constitucional; por el contrario, en el plano infraconstitucional, es urgente una revisión y adaptación de sus preceptos.

Aunque es una obviedad, parece que resulta necesario recordar que el entendimiento en la segunda década del siglo XXI de lo que ha de entenderse por «energía» no puede ser idéntico al que en 1978 subyacía en el mismo término cuando el legislador constitucional lo plasma

en el artículo 149.1.25: puede ser cuestionable asociar sin más todas las modalidades de energías renovables con los hidrocarburos; es ya inconcebible que el título “energía” mantenga su insistente asociación con la “coordinación de la economía” mientras permanece ajeno al proceso de ambientalización que se ha operado en el ámbito europeo; y resulta una fuente de conflictos mantener la literalidad, y sobre todo la interpretación, de estos preceptos en la Constitución mientras los Estatutos de Autonomía reflejan la siguiente “generación”, por así decirlo, a los que han dado lugar.

En el plano infraconstitucional, ya se han referido algunas de las carencias de nuestro marco normativo, en relación con la planificación energética, la planificación territorial, la gestión urbanística o la potencia mínima de energía contratada que impone el Reglamento de Baja Tensión. A ello habría que añadir otras con enorme protagonismo en el proceso de transición energética en el que teóricamente nos encontramos: en este sentido, cabe referir la necesidad que se ha planteado de reformar la venerable Ley de Minas (Regueiro 2018) para incentivar el aprovechamiento de la energía geotérmica somera y sacarla del tratamiento legal que se aplica a las grandes prospecciones. Y probablemente muchas otras: en este sentido, es también una referencia la *loi de la transition energetique* de 2015 en cuanto incorporó una relación de alrededor de trescientas modificaciones normativas que se consideraron necesarias para que su texto se aplicara al margen de anacronismos que arriesgaran su eficacia; modificaciones que afectaban a todos los ámbitos –organizativo, funcional, territorial, ambiental, local, consumidores, etc–, y para las que se estableció un calendario.

En definitiva, la recepción en España de las estrategias de lucha contra el clima, y de la nueva configuración de las concentraciones urbanas que llevan los adjetivos de “sostenible, inteligentes e inclusivas”, requiere una nueva forma de adopción de decisiones mucho más participativas y muchos menos unilaterales que las que propicia el actual marco español. Las

próximas décadas abrirán extraordinarias posibilidades de renovación de las ciudades, una perspectiva en la que, formalmente, nuestro país se encuentra comprometido. El coste de ejecución del Acuerdo de París 2015 –100 billones anuales– y el coste estimado de la transición energética, constituyen una gran oportunidad para la sociedad en su conjunto, y en particular para las ciudades y los núcleos de población, pero requiere un esfuerzo de planificación y coordinación para la movilización de estos recursos, públicos y privados, nacionales e internacionales. No hay mucho margen para procrastinar, por lo que resulta urgente incorporar las estrategias europeas no sólo formalmente aprobando nuevas disposiciones, sino removiendo antes los obstáculos que comprometen su eficacia, de entre los que destacan la ausencia de concertación y coordinación que se imponen como elementos consustanciales de gobernanza de la sociedad compleja y plural del siglo XXI. ❁

## BIBLIOGRAFÍA

- Alenza García, J.F. y Sanz Rubiales, I., “Las energías renovables y la eficiencia energética como instrumentos claves en la lucha contra el cambio climático”, en *Derecho de las energías renovables y la eficiencia energética en el horizonte 2020* / Roberto Rafael Galán Vioque (dir.), Isabel González Ríos (dir.), Fernando López Ramón (pr.), Thomson-Reuters Aranzadi, 2017,
- Arzo Santisteban, X., “La distribución de competencias en materia energética: bloque de constitucionalidad y jurisprudencia constitucional”, en *Revista Vasca de Administración Pública*. Nº 99-100, 2014, (Ejemplar dedicado a: Homenaje a Demetrio Loperena y Ramón Martín Mateo),
- Caranta, R. y Gerbrandy, A. y Müller, B. (coords.), *The making of a new European legal culture: the Aarhus Convention at the crossroad of comparative law and EU law*, Amsterdam, Europa Law Publishing, 2018
- Galera Rodrigo, S., “Changing the Energy Model: Step Back on the Europe 2050 Strategy” (2016) 25 *European Energy and Environmental Law Review*, Kluwers Law International.
- Parola, G., *Environmental Democracy at the Global Level: Rights and Duties for a New Citizenship*, London Versita 2013.
- Peel, J., Osofsky, H.M., *Climate Change Litigation. Regulatory Pathways to Cleaner Energy*, Cambridge University Press 2015, pág. 6.
- Regueiro y González-Barrios, M., “La geotermia somera: la solución renovable desconocida en España”, en *Políticas Locales de Clima y Energía. Teoría y Práctica*, S. Galera y M. Gómez (coord.), INAP 2018, pág. 173 y ss.

# La transición ecológica: definición y trayectorias complejas

Ernest Garcia

Universitat de València. Estructura de Investigación Interdisciplinar en Estudios de Sostenibilidad (ERI Sostenibilitat)

Fotos: Álvaro López

“Transición ecológica” es una expresión bastante vaga e imprecisa. Esto no es muy extraño; es lo que suele ocurrir con términos cuyos orígenes y usos son principalmente políticos. Lo mismo pasa, más o menos, con las ideas de desarrollo sostenible, economía circular, transición energética, modernización ecológica, crecimiento verde, etc., etc. No se trata, por lo demás, de un rasgo que resulte negativo en todos los contextos. En cierto sentido, la vaguedad facilita la flexibilidad en los usos, algo que en ocasiones puede ser favorable para la práctica política, sometida siempre a condicionantes y presiones de orígenes muy diversos.

Aquí se trata, sin embargo, de ayudar a los eventuales lectores y lectoras a comprender un poco mejor de qué se está hablando cuando se habla de estas cosas, así que conviene precisar algo más.<sup>1</sup>

Comenzaré introduciendo una definición operacional de “transición ecológica”. No es que sea la única posible, quede claro de entrada. Pero sí pretendo que ayude a aclarar a qué nos referimos, qué objetivos deberían ser persegui-

dos y cómo medir con datos contrastables si las trayectorias seguidas se acercan o se alejan de esos objetivos. Una vez hecho esto, las secciones siguientes discutirán las potencialidades, las dificultades y los eventuales efectos de dicha transición.

## ¿DE QUÉ SE ESTÁ HABLANDO CUANDO SE HABLA DE LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA?

En la página web oficial del nuevo ministerio español para la transición ecológica, puede leerse que éste se ocupa de la propuesta y ejecución de las políticas del gobierno en materia de energía y medio ambiente “para la transición a un modelo productivo y social más ecológico”. Puesto que mantengo que se trata de un término fundamentalmente político, entiendo que un mínimo de coherencia exige comenzar por aquí.

En tanto que término sociológico, la palabra “transición” suele aplicarse a cambios sociales y políticos de cierta importancia, no a modificaciones triviales, automáticas, rutinarias o de mero detalle. Es decir, las connotaciones de una transición son con frecuencia algo más sustanciales que las de un simple cambio. Algo similar ocurre con “modelo productivo y social”: una modificación que afecta *al modelo* sugiere

<sup>1</sup> Este trabajo se inscribe en la preparación del marco conceptual y teórico de un proyecto de investigación en el que participa el autor. Se trata del proyecto *Incertidumbre social y cambio climático en España*, CSO2017-84007-R, dirigido por Javier Callejo.





algo de más envidia que meros ajustes parciales en el funcionamiento de las instituciones y las organizaciones económicas. En cuanto a “más ecológico”, el análisis resulta un poco más complicado. Podría entenderse que la transición a un modelo más ecológico lo es a *otro* modelo, marcadamente diferente del actual. Pero también puede entenderse (y creo que es así como conviene hacerlo si se pretende dialogar con quienes la proponen) que la transición lo es al *mismo* modelo actual, sólo que alterado parcialmente para convertirlo en ambientalmente viable. (También podría ser que las palabras no signifiquen nada en realidad, que no sean más que una manera de hablar, de decir algo sólo por decirlo; pero en caso de pensar que es así no tendría el más mínimo sentido discutir las).

Supongo, además, que la conservación *del mismo modelo* actual no debería entenderse sola-

mente como mantenimiento de las reglas vigentes de organización de la economía y de la política, sino también de los niveles actuales de consumo de la gente, como mantenimiento del “grado o nivel de desarrollo alcanzado”.

Resumiendo, pues: transición ecológica sería un eventual proceso de cambios en los sistemas de producción y consumo, así como en las instituciones sociales y políticas y en las formas de vida y los valores de la población, que llevase de la situación actual, demasiado costosa ambientalmente y llena en consecuencia de riesgos excesivos, a una situación futura ambientalmente sostenible, compatible con la capacidad del planeta para mantener las actividades humanas; y todo ello sin alterar sustancialmente la organización de las actividades económicas ni las formas básicas del sistema político democrático y manteniendo

La transición ecológica: imprescindible, pero muy compleja.

Transición ecológica sería un eventual proceso de cambios en los sistemas de producción y consumo, así como en las instituciones sociales y políticas y en las formas de vida y los valores de la población, que llevase de la situación actual, demasiado costosa ambientalmente y llena en consecuencia de riesgos excesivos, a una situación futura ambientalmente sostenible, compatible con la capacidad del planeta para mantener las actividades humanas; y todo ello sin alterar sustancialmente la organización de las actividades económicas

—o incluso aumentando— los niveles actuales de satisfacción de las necesidades materiales de la población.

Veo difícil sintetizarlo mucho más. Aparentemente, podría intentarse una simplificación diciendo, por ejemplo, que la transición ecológica es el cambio social que lleva desde una situación ambientalmente insostenible (la actual) hasta otra ambientalmente sostenible. Este intento resulta insatisfactorio porque, pese a lo que suele mantenerse, la transición a la sostenibilidad meramente ambiental no sería particularmente difícil de conseguir. Bastaría para ello con no hacer nada. Es decir, con dejar que las cosas sigan como van hasta que el sistema social colapse y la naturaleza, reduciendo de manera forzosa las magnitudes del mismo (en tamaño, actividad, integración, diferenciación, etc.), se encargue de hacerlo volver a niveles compatibles con la capacidad de carga de los

ecosistemas.<sup>2</sup> La transición sólo es complicada en la medida en que pretenda llevarse a cabo reduciendo sus costes humanos, es decir, manteniendo determinados niveles de consumo material y determinadas estructuras institucionales que se consideran deseables (propias de una sociedad civilizada, etc.).

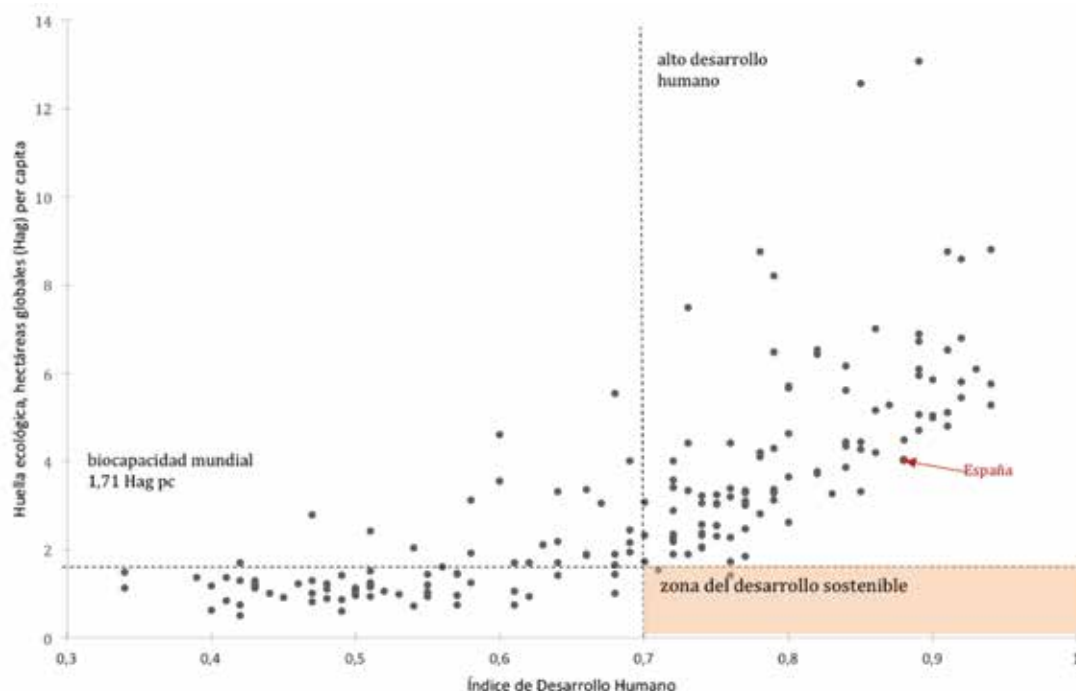
Tal vez todo esto resulte demasiado abstracto para algunas de las personas que lean este artículo. Lo reformularé, a fin de hacerlo más comprensible, utilizando dos indicadores que son bastante conocidos: el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de Naciones Unidas y la huella ecológica definida por el Global Footprint Network. Valores del IDH superiores a 0,7 indican un alto desarrollo humano, esto es, niveles satisfactorios de ingreso monetario, salud y educación de la población de un país. Valores de la huella ecológica por persona superiores a 1,71 hectáreas globales indican un consumo insostenible, superior a la capacidad del planeta para suministrar recursos renovables de forma duradera. (En el Gráfico 1, que presenta los datos correspondientes a 176 estados de todos los continentes, ambos criterios son relativos al estado de las cosas en el año 2013).<sup>3</sup>

Poner en relación estos dos indicadores ilustra bastante bien la conflictiva relación entre desarrollo y sostenibilidad. Hasta hoy al menos, la dinámica de esa relación puede resumirse así: a más desarrollo socioeconómico, menos sostenibilidad medioambiental; y a menor desarrollo, más sostenibilidad. Los países en que la huella

<sup>2</sup> He propuesto una definición sintética de los principales conceptos implicados en el debate sobre cambio social y sostenibilidad medioambiental en "Societat post-carboni, translimitació, davallada, decreixement, col.lapse, sostenibilitat: algunes puntualitzacions que cal tenir en compte", *LEspill*, nº 48, 2015, pp. 134-147. El punto concreto de la sostenibilidad "meramente medioambiental" como algo impuesto en última instancia por la naturaleza se detalla en las páginas 142-144. <https://www.uv.es/lespill/pdf/lespill-48.pdf>.

<sup>3</sup> Aunque los datos correspondientes a 2014 ya estaban disponibles en el momento de completar la redacción de este artículo, los cambios respecto a los años anteriores no implican nada significativo para el argumento aquí formulado. El PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) publica los datos correspondientes al IDH (<http://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/hdr.html>). Los cálculos de la huella ecológica pueden consultarse en el sitio web del Global Footprint Network (<https://www.footprintnetwork.org/licenses/public-data-package-free-2018/>).

Gráfico 1. Desarrollo humano y huella ecológica, 2013



Fuentes: PNUD, Global Footprint Network.

ecológica por persona es inferior a la biocapacidad se cuentan entre los poco desarrollados. A medida que se va entrando en la zona de alto desarrollo humano, la presión ejercida sobre los recursos naturales se hace sensiblemente superior a la capacidad del planeta para proporcionarlos sosteniblemente. Las excepciones son escasas (además de inestables o poco duraderas): sólo unos pocos países, como Sri Lanka y la República Dominicana, se encontraban en 2013 en la zona que correspondería al “desarrollo sostenible” (el área sombreada en verde en el gráfico), combinando un nivel relativamente satisfactorio de desarrollo humano con una huella ecológica por persona ligeramente inferior a la “justa porción de tierra”, esto es, a la biocapacidad *per capita* del mundo. Se ha resaltado en el gráfico la posición ocupada por España en el año de referencia, con un valor de 0,88 en el IDH y una huella ecológica por persona de 4,03 hectáreas globales.

El sintético análisis realizado permite ya proponer una definición operacional de lo que sería la transición ecológica en España: un proceso de cambios en los sistemas de producción y las

tecnologías, en las instituciones y en las formas de vida y de consumo que permitiera mantener los niveles actuales de desarrollo humano (o incluso mejorarlos) reduciendo, al mismo tiempo, la huella ecológica a aproximadamente el 40% de su valor actual.<sup>4</sup> De acuerdo con esto, la transición ecológica exigiría, o bien reducir la población a un 40% de su número actual, o bien reducir en la misma proporción el consumo, o bien multiplicar por 2,5 la eficiencia en el uso de los recursos naturales. (O, claro está, combinar cambios en las tres dimensiones consideradas de forma tal que el efecto conjunto de tales cambios llevase la huella ecológica al valor indicado). La pregunta, entonces, no es exactamente si algo de esto es posible, sino si

<sup>4</sup> Naturalmente, la cuantificación no tiene más finalidad que la de hacer patente la magnitud de la transformación necesaria. Como las tres dimensiones relevantes –población, consumo y tecnología– son cambiantes, la reducción necesaria podría ser mayor o menor a la aquí introducida como referencia. Eso no importa mucho en el contexto de este artículo. En realidad, es bastante probable que las condiciones para la sostenibilidad ambiental se vuelvan aún más restrictivas de como se presentan hoy, dado que la tendencia general en el mundo es a aumentar la presión antrópica sobre los sistemas naturales.

es posible sin que ello implique pérdidas sustanciales, en los niveles de desarrollo humano.

¿Por qué formular la pregunta de esta manera? ¿Por qué incluir en la definición el requisito de mantener los niveles de desarrollo? ¿Acaso un proceso de cambio que situase la presión sobre el medio ambiente en los niveles sostenibles a través de una fuerte regresión del desarrollo no sería una transición *ecológica*? La respuesta es que sí, que ecológica sí que lo sería. Sin embargo, dado que no es eso lo que suelen tener en mente quienes usan la expresión “transición ecológica”, considero preferible discutirla aquí en los términos más usuales. Quienes no ponen como condición *sine qua non* la continuidad del desarrollo suelen hablar más bien de colapso, o en todo caso de decrecimiento.<sup>5</sup>

#### LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA COMO VARIANTE DE LA SOCIOLOGÍA DE LA MODERNIZACIÓN

Insistiré un poco más en el equívoco semántico al que acabo de referirme: en rigor, cualquier proceso de cambio social que desembocara en una huella ecológica próxima a la antes indicada sería una *transición ecológica*. Sin embargo, los usos habituales de la expresión excluyen, al menos en sus intenciones, cualquier modalidad de dicho proceso de cambio que comporte decrecimiento o colapso. Esta exclusión es esencial para la interpretación del concepto de tran-

<sup>5</sup> Mi punto de vista es que los discursos actuales sobre el colapso y el decrecimiento tienen buenas razones. Si se entra en un estado de translimitación (*overshoot*), si la escala física de la sociedad es superior a la capacidad de carga del planeta, entonces una condición de la viabilidad temporal de la vida social es que esa escala física se reduzca a niveles ecológicamente compatibles. Las dimensiones relevantes, las que deberían reducirse, pueden denominarse sociomasa y flujo metabólico. La sociomasa es la masa total de organismos y artefactos que componen la sociedad. El flujo metabólico es la corriente de energía útil y materiales ordenados que es utilizada para mantener la sociomasa, integrándose una parte en ella y siendo desechada otra parte como residuos. Puede llamarse decrecimiento a cualquier proceso de reducción de la sociomasa y/o el flujo metabólico. Colapso sería, en este contexto, un decrecimiento inesperado, intenso, rápido e involuntario. Aunque creo que la civilización industrial ha entrado ya en una fase de translimitación y que, por lo tanto, alguna reducción de este tipo es inevitable, no lo adoptaré en este artículo como punto de partida sino, si acaso, como referente crítico.

sición ecológica en sociedades impregnadas de la fe productivista, en las que el dogma del crecimiento económico es políticamente incuestionable. Dicho de otro modo, la “transición ecológica realmente existente” es una variante de las doctrinas que en sociología clasificamos bajo la etiqueta “modernización ecológica”.

En general, la modernización ecológica sostiene que la propia dinámica del industrialismo capitalista apunta a la generalización planetaria de un modelo de sociedad capaz de mantener los rasgos e instituciones de la modernidad al mismo tiempo que va volviéndose materialmente mucho más ligero. Dicho de otra manera: que el desarrollo puede convertirse en sostenible sin cambios profundos en las estructuras económicas y políticas que lo han impulsado hasta hoy. El remedio para los males ambientales generados por la modernización –según este punto de vista– no es otro que *más* modernización (siempre, naturalmente, que ésta *se haga correctamente*).<sup>6</sup>

La doctrina de la modernización ecológica mantiene que el desarrollo de la sociedad industrial da lugar al surgimiento de un conjunto de ajustes y modificaciones institucionales que sirve de contrapeso a los excesos del progreso económico, introduciendo un nuevo equilibrio. Acostumbra a examinar las políticas de medio ambiente introducidas por los gobiernos, la búsqueda de eficiencia energético-material por parte de las empresas (sobre todo de las grandes corporaciones transnacionales), la difusión de valores post-materialistas y de prácticas de “consumo verde” entre las poblaciones, la constitución de comités y la definición de progra-

<sup>6</sup> Las primeras versiones de esta idea, tanto académicas como políticas, se remontan a los años 80s del siglo pasado. Ver, por ejemplo: U.E. Simonis, “Ecological modernization of industrial society: three strategic elements”, *International Social Science Journal*, n° 121, 1989, pp. 347-361; M. Jänicke, H. Mönch, T. Ranneberg y U. Simonis, “Structural change and environmental impact”, *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 12, n° 2, 1989, pp. 99-114; M.A. Hajer, *The politics of environmental discourse: Ecological modernization and the policy process*, Oxford, Oxford University Press, 1995; J. Huber, “Towards industrial ecology: sustainable development as a concept of ecological modernization”, *Journal of Environmental Policy and Planning*, vol. 2, n° 4, 2000, pp. 269-285; G. Spaargaren, A.P.J. Mol y F.H. Buttel (ed.), *Environment and global modernity*, Londres, Sage, 2000.



mas ambientales por parte de las organizaciones sociales y políticas, etc., como expresiones concretas de los ajustes inherentes al proceso de modernización. Una de sus hipótesis básicas es que una trayectoria de innovación tecnológica inspirada por la ecoeficiencia podría incrementar la productividad de los recursos para hacer posible la obtención de un flujo más grande de valor a partir de un flujo de recursos sensiblemente inferior al actual.<sup>7</sup>

Françoise d'Eaubonne, la fundadora del ecofeminismo, escribió una vez que una de las causas de las dificultades de las sociedades modernas para tratar razonablemente la crisis ecológica es

<sup>7</sup> La preocupación por conseguir un uso más eficiente de los recursos naturales mediante la innovación técnica ha propiciado buena parte de las aportaciones más positivas de los enfoques de modernización ecológica. Ha sido así desde sus primeras manifestaciones (ver, por ejemplo, E.U. Von Weizsäcker, L.H. Lovins y A.B. Lovins, *Factor 4: Duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales*, Barcelona, Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores, 1997). Y continúa siéndolo en las versiones más actuales y más orientadas a la política (J. Asafu-Adjaye *et al*, *An ecomodernist manifesto*, 2015, [www.ecomodernism.org](http://www.ecomodernism.org)). En esta línea se ha desarrollado todo el enorme campo de investigación y aplicaciones que se conoce como ecología industrial, así como el también nutrido grupo de estudios sobre los efectos-rebote que habitual y sistemáticamente han venido neutralizando los efectos positivos de las mejoras en la ecoeficiencia.

la tendencia, fuertemente arraigada en las mismas, a responder frente a cualquier problema rezando a Santa Industria o a Santa Revolución,<sup>8</sup> es decir, reafirmando la creencia en que, sea cual sea la dificultad con la que se tropiece, habrá soluciones a la misma a partir de inventos técnicos o de reformas políticas (o de combinaciones adecuadas de ambas cosas). Siguiendo su idea, puede decirse que uno de los rasgos definitorios de la modernización ecológica es la tecnolatría, la preferencia por buscar soluciones al exceso ecológico siguiendo los caminos del cambio tecnológico mucho más que las posibles vías alternativas, tanto las correspondientes a la reducción de la población o del consumo como las que exigirían cambios políticos sustanciales. Situados en ese marco, que a mi juicio es en términos prácticos el que mejor les cuadra, los programas de la “transición ecológica” son sobre todo, en su conjunto, una plegaria para pedir a Santa Industria que haga un gran milagro. No me parece casual, en ese sentido, que ámbitos como el de las fuentes energéticas alternativas a los combustibles fósiles o el de los medios alter-

La presión humana causa efectos cada vez más destructivos sobre el planeta.

<sup>8</sup> F. d'Eaubonne, *Écologie et féminisme: révolution ou mutation?*, Paris, Libre et Solidaire, 2018[1978], p. 150.

En rigor, cualquier proceso de cambio social que desembocara en una huella ecológica próxima a la antes indicada sería una *transición ecológica*. Sin embargo, los usos habituales de la expresión excluyen, al menos en sus intenciones, cualquier modalidad de dicho proceso de cambio que comporte decrecimiento o colapso. Esta exclusión es esencial para la interpretación del concepto de transición ecológica en sociedades impregnadas de la fe productivista, en las que el dogma del crecimiento económico es políticamente incuestionable. Dicho de otro modo, la “transición ecológica realmente existente” es una variante de las doctrinas que en sociología clasificamos bajo la etiqueta “modernización ecológica”

nativos a los vehículos movidos por un motor de combustión para desplazar personas y cosas sean algunos de los primeros en aparecer. Para no alargarme demasiado, voy a centrarme en la cuestión de las alternativas energéticas (a fin de cuentas, la cuestión de la movilidad es un aspecto parcial de las mismas).

## TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y SOCIEDAD POST-CARBONO

En el marco político de la “transición ecológica”, una iniciativa muy frecuente es la que se

orienta a reconstruir el sector energético en la dirección de una sociedad post-carbono o baja en carbono.<sup>9</sup>

Centrar la atención en la energía está justificado. En los países industrializados el consumo de combustibles fósiles supone la mayor parte de la presión ejercida sobre los sistemas naturales (en España, en 2014, la huella de carbono representaba el 57% de la huella ecológica total).<sup>10</sup> Y tanto el cambio climático como el pico del petróleo (es decir, los efectos de la concentración en aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera como consecuencia de la acción humana, por una parte, y, por otra, las consecuencias de que el ciclo histórico de la civilización fosilista esté en la actualidad atravesando su clímax o por lo menos se encuentre en las inmediaciones del mismo) remiten directamente al hecho de que los combustibles fósiles son la fuente fundamental de energía de la civilización industrial avanzada.<sup>11</sup>

La transición ecológica, pues, debería conducir a una sociedad post-carbono o post-fosilista. Una sociedad post-carbono, por definición, es una sociedad en la que el uso de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón) se ha reducido sustancialmente respecto a los niveles actuales. En el límite, es una sociedad en la que los combustibles fósiles han sido enteramente sustituidos por fuentes alternativas de ener-

<sup>9</sup> Así, por ejemplo, el *Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores* proclama en su título primero: “El sistema energético ha iniciado un proceso de transición hacia un nuevo paradigma caracterizado por la descarbonización, la descentralización de la generación, la electrificación de la economía, la participación más activa de los consumidores y un uso más sostenible de los recursos”.

<sup>10</sup> <https://www.footprintnetwork.org/our-work/countries/> [acceso 18/11/2018].

<sup>11</sup> La producción industrial dio sus primeros pasos consumiendo madera como fuente de energía térmica y recurriendo a las corrientes de agua como fuente de energía mecánica, y no fue hasta comienzos del siglo XX que los combustibles fósiles pasaron a ser la fuente de energía mayoritaria; pero desde entonces la dependencia respecto de ellos no ha dejado de aumentar en cantidades absolutas. (Ver A. Gras, *Le choix du feu: Aux origines de la crise climatique*, Paris, Fayard, 2007. Y, también, A. Gras, “The deadlock of the thermo-industrial civilization: the (impossible?) energy transition in the Anthropocene”, en E. Garcia, M. Martínez-Iglesias y P. Kirby (ed.), *Transitioning to a post-carbon society: Degrowth, austerity and wellbeing*, London, Palgrave Macmillan, 2017, pp. 3-35).



gía. La transición a una sociedad post-carbono es, entonces, un proceso de cambio social en cuyo transcurso el uso de combustibles fósiles decrece de año en año. O, más exactamente, un proceso de cambio social en el que el uso de combustibles fósiles sigue una trayectoria descendente, aun cuando pueda haber discontinuidades e interrupciones transitorias.

La transición post-carbono viene impuesta por la necesidad de mitigar el cambio climático y de adaptarse al mismo o por el encarecimiento y creciente escasez del petróleo y del gas natural<sup>12</sup> (o por complejas combinaciones de ambas causas). Hay buenas razones para verla como

<sup>12</sup> Como se sabe, hay mucha discusión en torno a ambas cosas. Respecto al cambio climático, asumo como referencia los resultados que va presentando el IPCC (IPCC, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis-Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 2013). Como ocurre con todas las hipótesis empíricas, la que conecta el incremento de las concentraciones en la atmósfera de gases de efecto invernadero con el aumento de las temperaturas en la superficie del planeta podría conocer ajustes diversos respecto a sus formulaciones actuales, e incluso podría acabar mostrándose falsa. En todo caso, el consenso científico es inusualmente sólido en torno a una idea que podría formularse así: dado que los márgenes en que es posible la vida dependen de equilibrios delicados, es seguro que una modificación sustantiva de la composición química de la atmósfera ha de tener consecuencias importantes y es sumamente probable que algunas al menos de esas consecuencias resulten muy desagradables, tal vez incluso fatales. Esto debería ser suficiente

algo ineludible, como un curso del cambio social determinado por condiciones naturales, por los límites del planeta.

para las propuestas de transición ecológica: resulta muy imprudente jugar a la ruleta rusa con el clima. En cuanto al “pico del petróleo”, aunque el boom reciente de las fuentes no convencionales ha difuminado su impacto inmediato, su contribución a la exigencia de una transición energética sigue siendo grande. La explotación mediante fracturación hidráulica del petróleo (y el gas) de esquistos, la extracción masiva de arenas bituminosas y el incremento de la producción en algunos países de entre los llegados más recientemente a la industria han llevado la producción y el consumo a nuevos máximos históricos. Ahora bien, los modelos de la curva de Hubbert han asumido siempre que el esfuerzo tecnológico podría desplazar el zenit hacia arriba y hacia la derecha de la curva, como está pasando, a costa de un aumento estructural de los precios y de un descenso posterior de la producción más rápido y más pronunciado. Y hay muchas señales de que el ciclo de explotación de las modalidades no convencionales puede ser notablemente breve (J.D. Hughes, *Drilling Deeper*. Santa Rosa (CA), Post-Carbon Institute, 2014). En realidad, si se considera la transición post-carbono como un proceso de décadas, las encendidas polémicas sobre la fecha exacta del pico máximo no son lo más importante. La cosa no va de diez años más o menos. También en esto, la solidez de las conclusiones aumenta con el nivel de abstracción: poca gente niega que el ciclo histórico de la utilización de combustibles fósiles podrá durar en torno a cinco siglos y, si asumimos que comenzó hacia la mitad del siglo XVIII, entonces su climax debe estar produciéndose más o menos ahora. Esto significa que la fase ascendente de ese ciclo, caracterizada por la producción en aumento y por el consumo de las modalidades más accesibles, concentradas y baratas, está acabando. Y que lo que queda por delante es la fase descendente de producción decreciente basada en los recursos menos accesibles, menos concentrados y más caros. (Ver la formulación clásica de M.K. Hubbert: “Exponential growth as a transient phenomenon in human history”, en H. E. Daly y K. N. Townsend (ed.), *Valuing the Earth: Economics, Ecology, Ethics*, Cambridge (MA), The MIT Press, 1993, pp. 113–126).

Una sociedad post-carbono, por definición, es una sociedad en la que el uso de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón) se ha reducido sustancialmente respecto a los niveles actuales.

Habrá diversas sociedades post-carbono y diversos caminos para llegar a ellas. No se trata sólo de cambios en la tecnología y en la producción, sino de cambios sociales y culturales de amplio alcance. No se trata de pasar de los vehículos movidos por un motor de combustión a los coches eléctricos, ni del petróleo al hidrógeno o a lo que sea. El proceso de la transición implicará transformaciones profundas de los estilos de vida, las pautas de consumo, los sistemas de valores y las formas de la urbanización, así como de muchos otros aspectos de la organización social, y reclamar  respuestas proactivas en esas direcciones a los actores políticos y a los movimientos y agentes sociales

Un resumen plausible de las razones antes mencionadas puede ser como sigue. La actividad humana está cambiando el clima del planeta con efectos potencialmente muy costosos, incluso desastrosos.

La  nica forma de limitar el alcance de tales efectos es reducir la emisión de gases de invernadero a la atmósfera. Y para ello la reducción del consumo de combustibles fósiles resulta ineludible, incluso si se acepta que podría haber un margen de actuación para técnicas de secuestro de carbono o de georingenier a. Por otro lado, el uso de combustibles fósiles se torna más costoso a medida que sus fuentes más

fácilmente accesibles, más concentradas, con mayor rendimiento energético y más baratas, van agotándose y resulta necesario sustituirlas por otras menos accesibles, menos ricas y más caras; en el límite, ese uso deviene físicamente imposible. La combinación entre ambos procesos (entre el cambio climático y el pico del petróleo, por resumirlo en los términos más habituales) es compleja y puede manifestarse en formas muy diversas, a veces de refuerzo mutuo y a veces de sentido contrario y contraposición.<sup>13</sup> En base a todo ello, asumo la tesis de que la transición post-carbono no es una conjetura más o menos especulativa sobre el futuro, sino más bien un horizonte ineludible, que condiciona y determina las trayectorias posibles del cambio social.

Si bien la transición a una sociedad post-carbono puede postularse razonablemente como un curso determinado del cambio social, tanto las trayectorias posibles como las formas sociales resultantes deben ser, en principio, mucho menos deterministas. Por decirlo así: habrá diversas sociedades post-carbono y diversos caminos para llegar a ellas. No se trata sólo de cambios en la tecnología y en la producción, sino de cambios sociales y culturales de amplio alcance. No se trata de pasar de los vehículos movidos por un motor de combustión a los coches eléctricos, ni del petróleo al hidrógeno o a lo que sea. El proceso de la transición implicará transformaciones profundas de los estilos de vida, las pautas de con-

<sup>13</sup> Las preguntas acerca de las interacciones entre el cambio climático y las reservas de combustibles fósiles son interesantes y con consecuencias potencialmente muy importantes para las políticas de medio ambiente. Considero que no est n recibiendo la atención que merecen. Algunas muestras en: P.A. Kharecha y J. E. Hansen, "Implications of 'peak oil' for atmospheric CO<sub>2</sub> and climate", *Global Biogeochemical Cycles* 22(3), 2008, GB3012, doi:10.1029/2007GB003142; M. H ok, A. Sivertsson y K. Aleklett, "Validity of the Fossil Fuel Production Outlooks in the IPCC Emission Scenarios", *Natural Resources Research* 19(2), 2010, 63-81; D. Rutledge, "Estimating long-term world coal production with logit and probit transforms", *International Journal of Coal Geology* 85, 2011, 23-33; J. Murray y D. King, "Oil's tipping point has passed", *Nature* 481 (26 January), 2012, pp. 433-435; C.J. Campbell, *Campbell's Atlas of Oil and Gas Depletion*, New York, Springer, 2013; C. Mc Glade y P. Ekins, "The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 C". *Nature* 517 (8 January), 2015, pp. 187-190. doi:10.1038/nature14016.





sumo, los sistemas de valores y las formas de la urbanización, así como de muchos otros aspectos de la organización social, y reclamará respuestas proactivas en esas direcciones a los actores políticos y a los movimientos y agentes sociales.

### TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA: LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA COMO NÚCLEO FUNDAMENTAL DE LA ESPERANZA EN UNA TRANSICIÓN ECOLÓGICA NO TRAUMÁTICA Y LAS INCÓGNITAS EN TORNO A ESA ESPERANZA

Intentaré, para ir terminando, dar un paso más en el camino de la dilucidación analítica del concepto de transición ecológica. Ésta ha de tener un componente tecnológico con un núcleo esencial: la denominada transición energética, esto es, la sustitución de las tecnologías que han hecho posible la utilización de los combustibles fósiles por otras tecnologías aplicadas a fuentes de energía alternativas. Y ha de tener también un componente de transición o cambio social, con un alcance que puede variar

entre un mínimo constituido por algunas modificaciones sustanciales de las formas urbanas, el transporte y la producción de alimentos y un máximo representado por una “gran transformación” como resultado de una auténtica crisis de civilización. En un ámbito y en otro, la palabra clave es: incertidumbre. Incertidumbre extrema.<sup>14</sup>

En los países industrializados el consumo de combustibles fósiles supone la mayor parte de la presión ejercida sobre los sistemas naturales.

<sup>14</sup> La transición energética suele presentarse como la parte confortable del camino, la que, por así decir, haría posible cambiar los juguetes sin cambiar el juego. Pero, al menos hasta hoy, no hay demasiado fundamento para percibir así el asunto. Las incógnitas asociadas a la sustitución tecnológica se mantienen año tras año. Uno tras otro, los informes muestran que la glotonería energética de la civilización industrial no para de crecer, que el espectacular crecimiento de las energías renovables apenas les permite mantener su participación porcentual en el consumo energético global, aumentando en el sector de generación de electricidad pero sin dejar de ser marginales en calefacción y transporte; y que en 2018 el petróleo ha alcanzado un nuevo máximo histórico sobre todo a los 100 millones de barriles diarios. (Entre muchísimos otros documentos similares, por su relación directa con el tema del artículo, puede verse: International Energy Agency, *Energy transitions in G20 countries: energy transitions towards cleaner, more flexible and transparent systems*, OECD/IEA, 2018). Muchos países tienen programas de transición energética y los van revisando y ajustando casi continuamente, pero en lo fundamental tales programas parecen orientados sobre todo a una cosa: a ganar tiempo. La transición post-carbono controlada, ordenada y dirigida por las políticas de los gobiernos sigue siendo un piadoso deseo. Se diría que es sólo la angustia generada por la incertidumbre social lo que motiva la extrema concentración de las esperanzas sobre las innovaciones técnicas: ¡Algo se inventará!

La transición energética no implica sólo introducir recetas técnicas que funcionan, procesos cuyo producto es energía utilizable. De esos hay muchos. Pero la mayoría de ellos consumen más energía de la que producen y no son, por tanto, una fuente alternativa de energía. Pueden ser curiosidades de laboratorio o, en bastantes casos, tener aplicaciones útiles concretas, pero siempre dependen de otra fuente. Una transición energética sí implica introducir y desarrollar procesos técnicos que tengan un rendimiento energético positivo (EROI: energía obtenida por energía invertida), esto es, que proporcionen como producto final más energía utilizable de la que consumen para desplegarse y funcionar. De este tipo de fuentes hay unas cuantas, más conocidas y menos, viejas y nuevas, utilizadas desde hace mucho tiempo o desde hace poco. La lista básica incluye, entre otras, leña y otra biomasa, combustibles fósiles, hidráulica, hidroeléctrica, eólica, geotérmica, nuclear de fisión, solar térmica, solar fotovoltaica, mareomotriz, etc. Sin embargo, tampoco esto basta sin más. La diversidad de las fuentes existentes nutre la ilusión de que sustituir unas por otras no debería ser tan difícil. Pero no es así. Cuando se habla de una energía alternativa como categoría socioeconómica se está requiriendo que el sector de producción de energía en su conjunto (la suma combinada de las diferentes fuentes puestas en explotación) tenga un rendimiento energético suficientemente alto para mantener los demás subprocesos productivos al nivel considerado deseable (producción de materiales, de bienes de capital, de bienes de consumo, reciclaje de los residuos reciclables y mantenimiento de la población).<sup>15</sup> No es muy arriesgado asumir que el nivel de población, consumo y equipos que las sociedades actuales consideran deseables es no sólo el actual,

sino uno aumentado mediante un crecimiento continuado.

Y aquí es donde aparecen los interrogantes más inquietantes de la esperada transición energética. La reconstrucción del sector de producción de energía (el *mix*, como suele decirse) de forma tal que pueda satisfacer las demandas sociales reduciendo drásticamente el uso de combustibles fósiles continúa siendo más una hipótesis de futuro que una realidad tangible. Y, para acabarlo de complicar, el rendimiento energético del sector de producción de energía en su conjunto, sumadas todas las fuentes, muestra una tendencia a la baja, aproximándose a los mínimos necesarios para sostener una civilización avanzada.

En ausencia de sorpresas radicales y radicalmente imprevisibles, hace ya décadas que hay dos candidatos persistentes, uno en estado de permanente promesa y el otro atravesando por una prolongada infancia: la fusión nuclear y la energía solar.<sup>16</sup>

En cuestiones de tecnología hay siempre una distancia apreciable entre los diseños teóricos y los objetos técnicos realmente existentes. Pese a ello, no parece descabellado suponer que, si algún día se llegara a controlar la reacción de fusión para la producción de electricidad, se dispondría de energía abundante capaz de alimentar la civilización industrial hasta que ésta topara con límites naturales de otra índole. Y, como se sabe, tal suposición está consumiendo grandes cantidades de dinero y de materia gris. Ni el uno ni la otra han conseguido todavía disipar las espesas capas de incertidumbre que se forman sobre todo en torno a un punto: nadie sabe aún qué materiales ni qué estructuras podrían soportar y con-

<sup>15</sup> Georgescu-Roegen propuso un esclarecedor análisis de las condiciones que debe de cumplir una matriz energética básica o "tecnología prometeica" y de las dudas de si aparecerá o no en la historia la tercera de ellas, la que eventualmente cumpliría el papel que el control del fuego cumplió en las sociedades agrarias y la máquina de vapor y el carbón en las sociedades industriales. (N. Georgescu-Roegen, "La dégradation entropique et la destinée prométhéenne de la technologie humaine", *Économie Appliquée*, vol. XXXV, n° 1-2, 1982, pp. 1-26).

<sup>16</sup> Convencido de que es imposible hacer seriamente sociología medioambiental sin haberse formado una opinión fundamentada sobre las cuestiones fácticas de la crisis ecológica, dediqué mucho tiempo, hace años, no a llevar a cabo investigación directa pero sí a estudiar literatura técnica sobre cuestiones de energía. Sinteticé las conclusiones a las que había llegado en un artículo: "Del pico del petróleo a las visiones de una sociedad post-fosilista", *Mientras Tanto*, n° 98, 2006, pp. 25-47, <http://mientrastanto.org/sites/default/files/mt98.pdf>.

tener las presiones y temperaturas necesarias para calentar los isótopos de hidrógeno hasta que el plasma resultante pueda liberar energía. Desde la mitad del siglo pasado, desde la primera bomba de hidrógeno, hay quien sabe cómo liberarla. Controlarla para mantener una máquina en funcionamiento prolongado es el problema. Se dice que en cincuenta años ese problema estará resuelto; sólo que ese anuncio a medio siglo vista viene repitiéndose desde hace mucho tiempo: la promesa futura se mantiene siempre a la misma distancia, como la línea del horizonte. En cualquier caso, sea cual sea el resultado final, muchos expertos consideran que para la transición energética necesaria no hay tanto tiempo.

Los obstáculos que ha de arrostrar la alternativa solar son de signo casi exactamente contrario. No hay ningún problema extraordinario a propósito de la factibilidad técnica. Hay gente que sabe perfectamente cómo hacer colectores térmicos o convertidores fotovoltaicos, aspas que giran con el viento, centrales hidroeléctricas o calderas y motores de combustión de biomasa. Buena parte de estas técnicas son conocidas desde hace mucho tiempo, han sido utilizadas en circunstancias muy diversas y están experimentando a gran velocidad mejoras y perfeccionamientos. Reducen sustancialmente las condiciones de seguridad y el riesgo de accidentes o de contaminación y son claramente compatibles –al menos en principio– con estructuras sociales descentralizadas y democráticas. Pese a ello, las dificultades para obtener un rendimiento energético elevado, la intensidad variable según las condiciones meteorológicas, los problemas de acumulación, la necesidad de materiales críticamente escasos en la fabricación de los equipos y otros problemas han seguido proyectando incertidumbre sobre los anuncios de una era solar. Está claro que la especie humana podría volver a vivir solamente del sol, pues a fin de cuenta eso es lo que hizo a lo largo de milenios, hasta hace cuatro días como quien dice. Es razonable mantener que un mayor uso de las fuentes renovables podría prolongar sensiblemente la vida de la matriz tecnológica presente. Sin embargo, con-



No se trata únicamente de pasar de los vehículos movidos por un motor de combustión a los coches eléctricos.

tinúa sin ser evidente que pueda existir algún día una civilización industrial avanzada para diez mil millones de personas que se mantenga exclusivamente mediante convertidores de la radiación solar. Y, en cualquier caso, parece sumamente improbable que una civilización así pueda tener alguna vez la impronta expansiva que ha caracterizado la era de los combustibles fósiles. Tal vez pueda darse una transición a las energías renovables; es más, creo que es bastante probable que se dé, aunque sea más por la fuerza de la necesidad que por el poder de la convicción. No creo probable, sin embargo, que se logre sin cambios profundos en las instituciones sociales y sin tener como resultado una forma de vida sensiblemente más modesta y parsimoniosa que la actual, así como una población marcadamente más reducida.

El examen del componente tecnológico de la transición ecológica revela que a medida que los límites al uso de combustibles fósiles van haciéndose perceptibles, la incertidumbre aumenta, se vuelve más densa, más opaca.

Lo mismo ocurre, corregido y aumentado, cuando se trata del otro componente de la transición ecológica: el social. La discusión sobre alternativas energéticas es bastante enrevesada pero también es incesante, una verdadera algarabía. Sobre qué sociedad puede formarse en el proceso, en cambio, casi nadie quiere hablar.

## LA TRANSICIÓN POST-CARBONO Y LA CRISIS ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA PRIMERA PARTE DEL SIGLO XXI

En las cuestiones tecnológicas no soy más que un lector, aunque siempre he procurado ser un lector atento. Sí que he hecho investigación de primera mano, en cambio, sobre las dimensiones sociales de las cuestiones de sostenibilidad y en particular, sobre los impactos sociológicos y antropológicos de la transición post-carbono.<sup>17</sup>

En los párrafos siguientes se comentará sólo un aspecto de la investigación llevada a cabo sobre las condiciones de la transición, relativo a si y hasta qué punto pueden encontrarse en el presente “señales del mañana”, situaciones, reacciones, comportamientos y percepciones actuales a partir de los que resulte plausible formular conjeturas sobre sus manifestaciones futuras. Esta particular exploración estuvo motivada por la existencia de una zona de coincidencia entre los efectos de la crisis experimentada a partir de 2007 y los supuestos básicos de la transición ecológica y la transición post-carbono. Durante unos años a partir de esa fecha se produjo en España una visible reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros indicadores de consumo de energía y de recursos naturales. Disminuyó, por lo tanto, la presión ejercida sobre el medio ambiente, como la teoría asume que tiene que pasar en la transición ecológica. Ahora bien, en lo fundamental, dicha reducción fue el resultado del descenso tanto de la actividad productiva como del consumo privado. Es decir, en lo fundamental, el episodio reciente de descarbonización

y reducción de la huella ecológica, tal vez transitorio pero no por ello menos real, no ha sido el resultado de cambios tecnológicos, ni de políticas de modernización ecológica, ni de cambios voluntarios en los estilos de vida o en las preferencias de consumo de la población. El relativo alivio para el medio ambiente ha ido de la mano con el incremento del paro, la precariedad laboral, el descenso de los salarios y los recortes en el gasto público. Debido a su coincidencia con sensibles penurias socioeconómicas para amplios segmentos de la población, la relativa mejora de los indicadores medioambientales no ha tenido apenas visibilidad social ni ha sido objeto de valoraciones positivas.

En la investigación sociológica reciente no hay muchos trabajos que hayan examinado las interacciones entre la crisis económica y las simultáneas manifestaciones de la crisis ecológica (durante un período, aproximadamente entre 2007/8 y 2014, cuyas secuelas están aún lejos de haberse disipado). Es una lástima, porque el examen combinado de datos de ambos ámbitos sugiere una interpretación según la cual la situación vivida en esos años ha sido, sí, una más de las crisis cíclicas del capitalismo, pero también la primera de las crisis de translimitación ecológica que van a marcar profundamente el siglo XXI. Desde esta perspectiva, la descarbonización, esto es, la reducción en el consumo de combustibles fósiles y en la emisión de gases de invernadero que se produjo en España durante la crisis, no debería considerarse como algo ocasional y transitorio, sino como una línea que, aunque sea con altibajos, tenderá a prolongarse en el tiempo.

Podría pues mantenerse que, pese a que los costes sociales hayan sido y sigan siendo altos, no por ello los años mencionados habrían dejado de representar los primeros pasos en el camino hacia una sociedad menos dependiente de los combustibles fósiles. Tal vez sea así. Nadie puede saberlo todavía. Habrá que adquirir una mínima distancia temporal para formarse una opinión sólida al respecto. Lo que sí puede apreciarse ya es la presencia de serias tensiones en el proceso. Es un hecho que en el mencionado período la descarbonización ha ido acompañada de otros

<sup>17</sup> Entre 2007 y 2015 fui co-coordinador de un equipo internacional que trabajó diferentes aspectos del tema. Una de las concreciones de ese trabajo fue el proyecto de investigación *Transiciones a una sociedad post-carbono: impactos redistributivos y vida cotidiana en un contexto de energías no-fósiles y cambio climático* (CSO2011-24275). Las notas que he incorporado a este artículo se basan en uno de los desarrollos particulares del proyecto, detallados en E. Garcia y M. Martínez-Iglesias, “Towards the post-carbon society: Searching for signs of the transition and identifying obstacles”, en E. Garcia, M. Martínez-Iglesias y P. Kirby (ed.), *op. cit.*, pp. 57-86. El carácter complejo y persistente de los obstáculos a una transición suave a la sostenibilidad es una advertencia reiterada, aunque por lo común poco escuchada, de la investigación sociológica sobre el tema (ver, también, S. Juan: *La transition écologique*, Toulouse, Érès, 2011).



fenómenos: decrecimiento, recesión económica, crisis social con incremento de la desigualdad y tensiones políticas considerables. La cuestión interesante es si se trata de una asociación inherente o más bien accidental.

La coincidencia entre descarbonización y crisis social ha sacado a la luz muchas dificultades que podrían afectar a cualquier programa de transición ecológica suave. Algunas de las desveladas por nuestra investigación se apuntan a continuación. Aplastada la imaginación bajo el peso de un presente difícil, caracterizado por el desempleo, la precariedad y los recortes sociales, una parte muy importante de la población, seguramente mayoritaria, no alcanza a concebir un futuro distinto, con lo que la capacidad de anticipación, de “adaptación proactiva”, se reduce drásticamente. Aunque, durante las cri-

sis, la pérdida de poder adquisitivo reduce el impacto ambiental del consumo, también encadena aún más a la población a un modelo de producción y distribución esencialmente insostenible. El miedo, la precariedad y la incertidumbre sobre el futuro estimulan respuestas erráticas y de corto plazo. Etc., etc.

Nadie puede hacer predicciones en esta materia. Todo lo que podemos hacer es advertir de que el estudio del presente bajo un prisma a la vez social y ecológico desvela un escenario propicio para un colapso inesperadamente sobrevenido en medio de ilusiones de “recuperación económica” una y otra vez frustradas. Un escenario que, en principio, no parece nada favorable a una transición ecológica consciente y controlada (y tampoco, conviene añadirlo, a una cuesta abajo próspera o a un decrecimiento feliz).

La actividad humana está cambiando el clima del planeta con efectos potencialmente muy costosos, incluso desastrosos.

## RESUMIENDO...

1. La transición ecológica se producirá, de una u otra forma, pues en esencia es lo que le ocurre necesariamente a cualquier sistema que supera los límites de su desarrollo, es decir, que se sitúa transitoriamente por encima de lo que el ecosistema del que depende puede sostener (y las sociedades industriales ya han superado esos límites o están a punto de hacerlo). Que la transición ecológica tenga o no lugar no depende de la voluntad política; la política sólo puede modular parcialmente las trayectorias y controlar algunos de los efectos. El proceso puede ser más o menos traumático, pero reservar la expresión “transición ecológica” sólo para referirse a las formas poco traumáticas es una cuestión política, no lógica.
2. La transición ecológica de las sociedades actuales implica salir de la matriz energética basada en los combustibles fósiles que ha caracterizado a la civilización industrial. Implica pues encontrar y desarrollar nuevos procesos que transformen (a la escala necesaria) energía existente en la naturaleza en energía controlada y económicamente utilizable, procesos que tengan un alcance comparable a lo que el control del fuego representó para las sociedades preindustriales y el carbón, el petróleo y el gas para las sociedades industriales. No es exagerado apuntar que las transformaciones sociales que todo ello comportará podrían compararse con lo que representaron en su momento la revolución neolítica y la revolución industrial. El grado de incertidumbre al respecto es extremo.
3. Gobernar la transición ecológica es parecido a navegar sin brújula, de noche y en medio de una gran tormenta. A quien señale que lo mismo podría decirse de cualquier ámbito del gobierno, sólo cabe replicarle que piense un poco en la magnitud de este particular envite. ♣

## BIBLIOGRAFÍA

La base de todo el argumento presentado en el artículo es la convicción de que las sociedades industriales, “desarrolladas”, se encuentran ya en un estado de translimitación (*overshoot*) o están muy, muy cerca de entrar en el mismo. Aunque ésta es una cuestión sumamente complicada no deja de ser una cuestión de hecho. La fundamentación documental de los referentes empíricos, fácticos, de la mencionada convicción ocuparía ya bibliotecas enteras, de manera que cualquier selección es inevitablemente subjetiva. Refiero a continuación algunos títulos que, a mi juicio, contienen una información suficiente para fundamentarla. Podrían proponerse sin demasiado esfuerzo listados más o menos equivalentes. Ahora bien, lo más importante, a mi entender, no es que la información acumulada sea cada día más abundante, sino que también está basada en modelos teóricamente más potentes y es más precisa, más detallada y más mutuamente consistente. La actitud que descuenta toda esta información como alarmismo no ha sido nunca un acierto, pero ya hace tiempo que resulta imposible de mantener si no se la acompaña de una fuerte dosis de irracionalismo.

Bardi, U. (2014): *Extracted: How the Quest for Mineral Wealth is Plundering the Planet*. White River Junction, VE, Chelsea Green.

Barnosky, A.D. et al (2013): *Scientific Consensus on Maintaining Humanity's Life Support Systems in the 21st Century*, 2013, <http://mahb.stanford.edu/consensus-statement-from-global-scientists/>.

Colborn, T. et al (1996): *Our Stolen Future: Are We Threatening Our Fertility, Intelligence and Survival? - A Scientific Detective Story*. New York, Dutton.

Deffeyes, K. (2003): *Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage*. Princeton University Press.

IPCC (2018): *Global warming of 1,5°C*. WMO/UNEP, <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>.

Kolbert, E. (2014): *The Sixth Extinction: An Unnatural History*. New York, Henry Holt and Co., 2014.

Meadows, D.H. et al (2004): *Limits to Growth: The 30-Years Update*. White River Junction, VE, Chelsea Green.

Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Washington, Island Press.

Pimentel, D. y M. Pimentel (2007): *Food, Energy, and Society*. London, CRC Press.

Smil, V. (2001): *Feeding the World: A Challenge for the Twenty-First Century*. Cambridge, MA, The MIT Press.

# 20 años de la Ley de Envases

Desde **Ecoembes** queremos agradecer a la empresa envasadora su compromiso con el medio ambiente.

Sólo en 2016 las Declaraciones Anuales de Envases ascendieron a **410 millones de euros** para financiar:



Gracias a un modelo de gestión basado en la **innovación**, la **sostenibilidad**, la **eficiencia** y sobre todo en la **colaboración** de ciudadanos, administraciones y empresas:

En España hemos conseguido que los envases domésticos sean el residuo sólido urbano más reciclado.

# 100

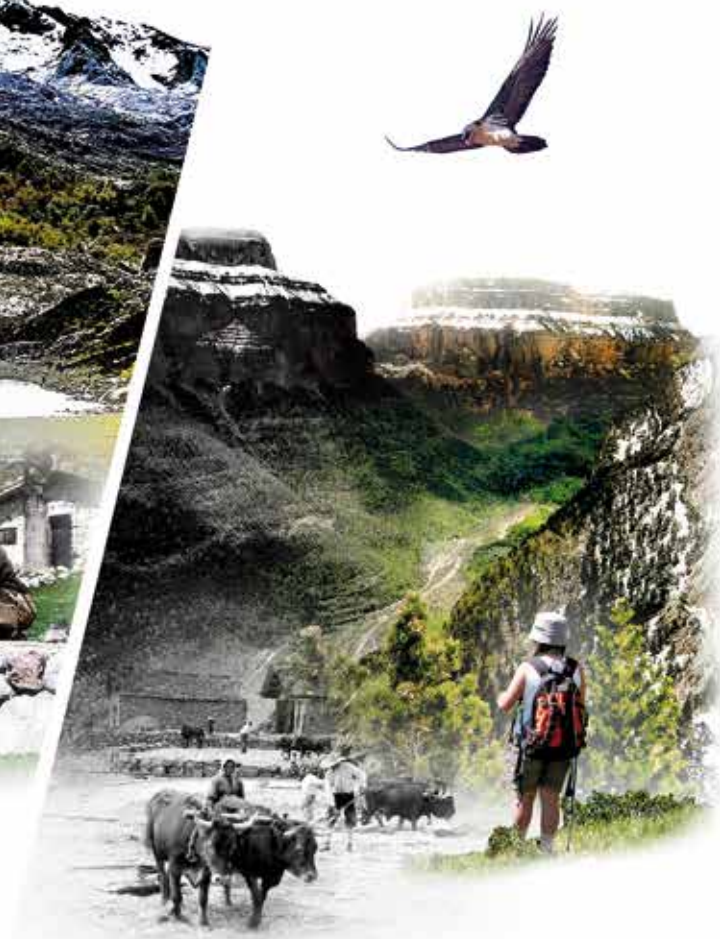
1918-2018

## 100 AÑOS A HOMBROS DE GIGANTES

NUESTROS PRIMEROS PARQUES NACIONALES



PICOS DE EUROPA



ORDESA Y MONTE PERDIDO

*"Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de Gigantes"*

Isaac Newton

© OAPN DEPOSITO LEGAL: M. 18772-2018



ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES