

Implicaciones del cambio climático en la transición hacia un modelo productivo de futuro

DAVID LEAL GARCÍA* Y JONATHAN GÓMEZ CANTERO**

RESUMEN

El presente artículo realiza un recorrido sobre los impactos que el cambio climático tendrá sobre los ecosistemas de España, según las previsiones de la comunidad científica internacional. Expone asimismo sus implicaciones sobre el empleo en determinados sectores productivos de gran importancia para la economía española, como son la agricultura, la pesca o el turismo. La vulnerable encrucijada geográfica y climática en que se encuentra España obliga a replantear las estrategias de transición a un modelo productivo de futuro, generador de empleo de calidad y ambientalmente sostenible, que pasa necesariamente por adoptar ambiciosas políticas de mitigación y adaptación en el corto, medio y largo plazo.

1. EL CAMBIO CLIMÁTICO: INTRODUCCIÓN A UN RETO GLOBAL

El cambio climático se ha convertido en el mayor reto global al que se enfrentará el ser humano en la época actual. Desde que la teoría del cambio climático antropogénico nació a mediados de los setenta del siglo pasado, se ha ido perfilando un problema de consecuencias globales que amenaza a los ecosistemas y a todo el sistema económico y social, pues debemos asumir que estamos sometidos a la naturaleza.

* Universidad Isabel I de Castilla (david.leal@ui1.es).

** Vocal del Colegio de Geógrafos (jonathan.cantero@geografos.org).

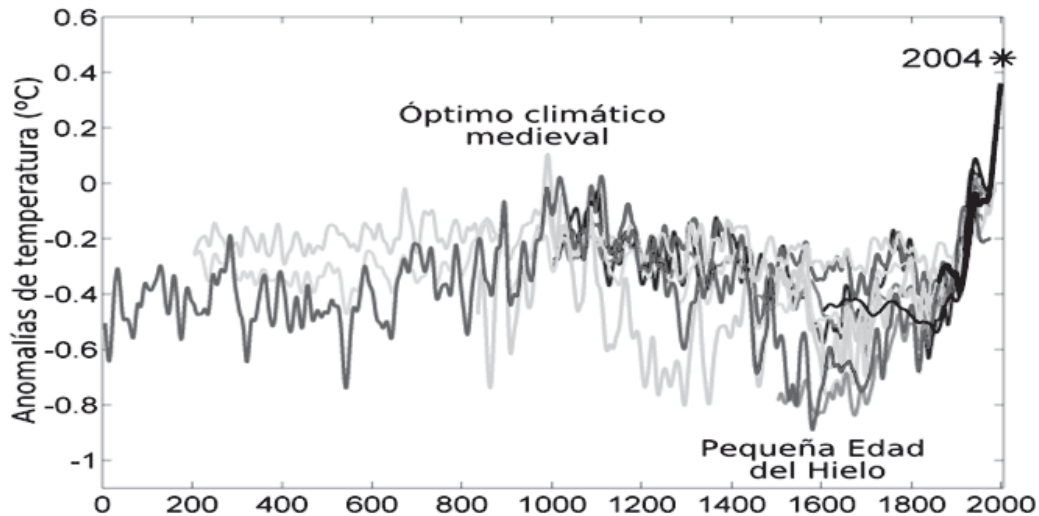
Estudios especializados han demostrado que los gases de efecto invernadero (GEI) han agravado el “efecto invernadero” natural, en lo que comenzó a denominarse *forzamiento radiativo*, fenómeno en virtud del cual la radiación solar y la radiación terrestre quedan atrapadas en la atmósfera sin poder salir al espacio, sobrecalentando cada vez más el planeta. Es bien sabido que la temperatura media del planeta ha experimentado en los últimos años un aumento que guarda relación directa con el aumento exponencial de los GEI, especialmente el CO₂, fruto en buena medida de la actividad antropogénica.

A lo largo de la historia del planeta se han dado varias fluctuaciones climáticas, (gráfico 1), tanto cálidas como frías, que han provocado graves y potentes impactos en la biodiversidad, pero también en las sociedades humanas. Conocido es el periodo cálido natural que tuvo lugar desde el siglo X hasta el siglo XIV, favoreciendo en todas las regiones del Atlántico norte un aumento de los cultivos que disminuyó las hambrunas y ayudó al crecimiento de la población. Este fenómeno (“óptimo climático medieval”) se caracterizó por la elevación de las temperaturas en torno a los 0,5°C de media, un incremento que, aunque pueda parecer insignificante, muestra los efectos que puede desencadenar. En este caso fueron efectos beneficiosos.

Posteriormente a este ciclo, se produjo en el hemisferio norte, y más concretamente en Europa, un periodo frío de rigurosos inviernos y anomalías climáticas, conocido como “pequeña Edad de Hielo”, que acarreó graves pérdidas económicas, hambrunas y avance de los glaciares; y también heladas considerables que llegaron a

GRÁFICO 1

TEMPERATURAS HISTÓRICAS RECONSTRUIDAS A PARTIR DE DIFERENTES MODELOS



Fuente: Elaboración propia.

congelar ríos como el Ebro, el Tajo o el Támesis, eventos de los que dieron buena muestra pinturas de la época como las de Pieter Brueghel, con campos cubiertos de nieve y cazadores y campesinos refugiados del frío. Esta anomalía climática presentó mínimos de temperatura más potentes durante su desarrollo, pero también algunos episodios cálidos de corta duración (Alberola, 2014). Una de las fluctuaciones internas más interesantes ocurrió en 1816, cuando, tras la erupción del volcán Tambora en 1815 (Indonesia), que cargó la atmósfera de partículas, se produjo un año especialmente frío, conocido como “el año sin verano”. Se estima que la temperatura media de Europa disminuyó entre 1°C y 2°C de media durante el conjunto de la oscilación climática, constituyendo de nuevo un claro ejemplo de los efectos importantes derivados de solo una leve disminución de temperatura.

Hacia 1850 se inició un período caracterizado por un aumento de temperatura que hoy en día aún continúa. Desde entonces, se puede afirmar que comienzan a elaborarse series numéricas de datos que servirán para estudiar el clima. Igualmente, se constata un rápido aumento térmico sin precedentes, relacionado directamente con el aumento de los GEI. Esta tendencia cre-

ciente provoca que, en cada década estudiada, la temperatura media supere a la del año anterior. Por ejemplo, el año más cálido registrado en la Tierra ha sido 2014, seguido de 2010 y 2005. Actualmente se sabe que, a excepción del año 1998, los diez años más cálidos desde 1880 se han producido a partir del año 2000, lo que constituye una muestra más de un calentamiento global constatado, inequívoco y de evolución creciente.

Existe sobre este punto un amplio consenso mundial, procedente de diferentes campos y disciplinas y basado en datos científicos sobre el calentamiento global del planeta. Aunque hace algunos años los llamados “negacionistas” desmentían este calentamiento, la evidencia científica no deja hoy lugar a dudas. Y no solo por el aumento constatado de temperaturas, sino también por otras variables meteorológicas (como las precipitaciones) o ambientales (como la migración de especies, los desplazamientos, las alteraciones fenológicas, la disminución de las cubiertas de hielo o el aumento del nivel del mar) que certifican la evidencia del fenómeno.

El debate se centra actualmente, sobre todo, en si se trata simplemente de un cambio

climático natural, o bien es debido a la actividad antropogénica. Pero de nuevo vuelve a quedar demostrado, y así lo evidencian las últimas investigaciones, que, en caso de tratarse de una fluctuación climática natural, esta estaría agravándose sustancialmente por la acción antropogénica, contribuyendo a acelerar el aumento de las temperaturas y, particularmente su intensidad. En conclusión, no cabe duda de que la actividad del ser humano es la causa del calentamiento global que ya se está padeciendo. Y también, que está en la mano del hombre poder controlarlo a tiempo.

1.1. España, una encrucijada climática vulnerable

España cuenta con una gran diversidad climática. Se encuentra en una zona de transición entre ambientes “cálidos y secos” y “fríos y húmedos”. Prácticamente toda la zona peninsular tiene un clima mediterráneo, más o menos continentalizado, dependiendo de lo lejos o cerca que estemos de la costa. En el extremo noroeste y en la fachada norte, el clima es más bien atlántico u oceánico; en cambio, las Islas Canarias cuentan con un clima subtropical de tipo macaronésico. Al sur limita con el propio ambiente anticiclónico sahariano, por lo que el clima de la península ibérica tiene grandes rasgos de subtropicalidad y sequedad. La zona norte ya limitaría con el clima húmedo oceánico, zona de paso de las borrascas atlánticas. En conjunto, España se encuentra en una zona de transición tal que en pocos lugares del mundo se repite.

Los ecosistemas mediterráneos se caracterizan por una gran fragilidad, puesto que tienen una considerable dependencia del clima. Prácticamente todo el territorio se ve muy influenciado por las lluvias recogidas en las estaciones húmedas, y también por el rigor de los veranos, en los que se sufre calor y sequedad; conviene recordar que el propio clima mediterráneo se caracteriza por, al menos, tres meses de aridez. Esto se traduce en que, en muchos años o ciclos interanuales, el régimen de precipitaciones y/o de temperaturas varíe por exceso o por defecto, fenómeno que da lugar a episodios de sequía y otros de inundaciones, pues la variabilidad extrema de nuestro clima es frecuente debido a la transición climática en la que nos encontramos. La consecuencia

inmediata es el enorme efecto sobre las especies de flora y fauna, y también sobre los espacios agrícolas que muestran una gran dependencia del clima pues, como se puede observar con frecuencia, se producen pérdidas por sequías o por lluvias torrenciales, sin olvidar los problemas subsiguientes que ocasiona el alza de precios o las restricciones al consumo urbano.

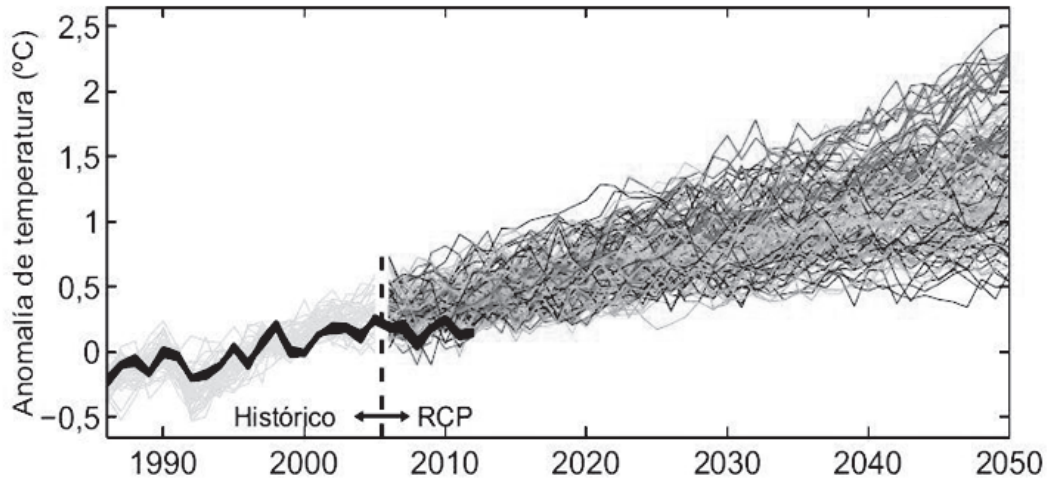
La localización geográfica de España es un elemento clave para entender los impactos del cambio climático. Cuando hablamos de un aumento de los episodios de calor extremo y de olas de calor, debemos entender la alta probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, dada nuestra cercanía al Sahara, mientras que las lluvias torrenciales también pueden ser un fenómeno frecuente debido al caldeoamiento de las aguas de nuestros mares. Tal y como comienzan a perfilar diversos estudios y escenarios de cambio climático, el clima actual de España podría evolucionar a otro de tipo subtropical, con una marcada estación seca y otra época de precipitaciones mucho más concentrada en el tiempo, lo que puede suponer un cambio climático muy drástico. Mientras que otros países, como por ejemplo Rusia, saldrán beneficiados debido a veranos más húmedos e inviernos menos rigurosos, que incluso podrían favorecer el cultivo de cítricos, en países como Reino Unido ya se están dando cultivos de viñedo y olivos debido al desplazamiento latitudinal de las especies, entre ellas las agrícolas.

1.2. Escenarios de cambio climático

Cuando hablamos de “escenarios”, nos referimos a los distintos supuestos que podrían darse según las tendencias de aumento de temperaturas (gráfico 2). Cabe razonablemente admitir otros supuestos que mostrarían los peores escenarios posibles, con aumentos de temperatura de incluso más de 5°C en la media, o también solo de unas pocas décimas, que serían los más benévolos. La diferencia entre unos y otros escenarios vendría marcada, sobre todo, por cómo continúe el ritmo de emisiones y cuánto se consiga reducirlo en un futuro próximo. Si hablamos de una tendencia creciente de emisiones GEI, debido al forzamiento radiante, estaríamos en escenarios graves y de alta afección sobre el medio ambiente y la sociedad, mientras que si las emisiones se reducen prácticamente en su totalidad, el calenta-

GRÁFICO 2

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ENTRE 1950 Y 2050



Nota: La línea negra registra la temperatura registrada; en escala de grises cada uno de los escenarios previstos.

Fuente: IPCC (2014).

miento sería muy débil e incluso el cambio climático podría atenuarse fuertemente.

Es difícil establecer un modelo climático certero, pues, además del margen de error inherente a cada uno de los escenarios, son múltiples las variables económicas, sociales y ambientales que hay que integrar, ya no solo por países, sino también por regiones o a nivel mundial. Lo cierto es que existe un amplio consenso sobre algunos aspectos. En primer lugar, cada escenario depende del ritmo de emisiones y, para no llegar al peor escenario, es conveniente reducir cuanto antes las emisiones. Incluso ante el escenario más favorable, el aumento de temperaturas se producirá. En segundo lugar, a nivel europeo se estableció no superar en ningún caso un aumento de temperaturas medias en 2°C antes de 2050, toda vez que este punto es considerado de "no retorno". De superarse esta cifra, aunque se redujeran las emisiones a cero, los efectos serían irreversibles y la inercia climática continuaría aumentando y provocando con alta probabilidad graves y profundos impactos.

Hasta el momento actual, desde que se elaboraran los primeros escenarios de cambio

climático, tenemos ya que admitir que se ha producido un aumento de temperatura, si bien este aumento está siendo algo ralentizado, ya que los océanos están absorbiendo gran parte del calor. Ahora bien, ello se traduce en una acidificación de las aguas oceánicas (pues también atrapan más CO₂) y en un aumento del nivel debido a la expansividad térmica del agua al calentarse. El calentamiento global es, pues, una evidencia incuestionable y cabe esperar una aceleración cuando los océanos alcancen el límite de su capacidad de almacenamiento de energía. Esta es otra evidencia sobre la que existe amplio consenso y que nos debería a una rápida y firme política de reducción de emisiones.

1.3. Impactos sobre el medio ambiente

Cada uno de los distintos escenarios plantea unos impactos mayores o menores en cada uno de los ecosistemas, entendiendo que estos serán peores cuanto mayor sea el aumento global de la temperatura. En primer lugar, los impac-

tos directos se producen sobre cada una de las variables climáticas, siendo las más importantes la temperatura y las precipitaciones. En el caso de las primeras, se producirán aumentos elevados, sobre todo en verano, haciendo que la estación estival sea más cálida y seca. Las olas de calor serán más frecuentes y más intensas. Dependiendo del escenario climático, podría hablarse de olas de calor alrededor de los 42°C o bien de más de 45°C, lo que provocaría un mayor número de muertes por calor o de riesgo de incendio forestal. Estos fenómenos de calor extremo afectarán mucho más al sur y sureste de España, lo que traería asociado aridez y riesgo de sequía, además de un estrés hídrico importante, pues tampoco se recogerían precipitaciones. En la zona de las Islas Canarias, las olas de calor también serían más frecuentes y, a su vez, también aumentarían los fenómenos de calima, masas de aire muy cálidas cargadas de partículas, polvo y arena sahariana en suspensión.

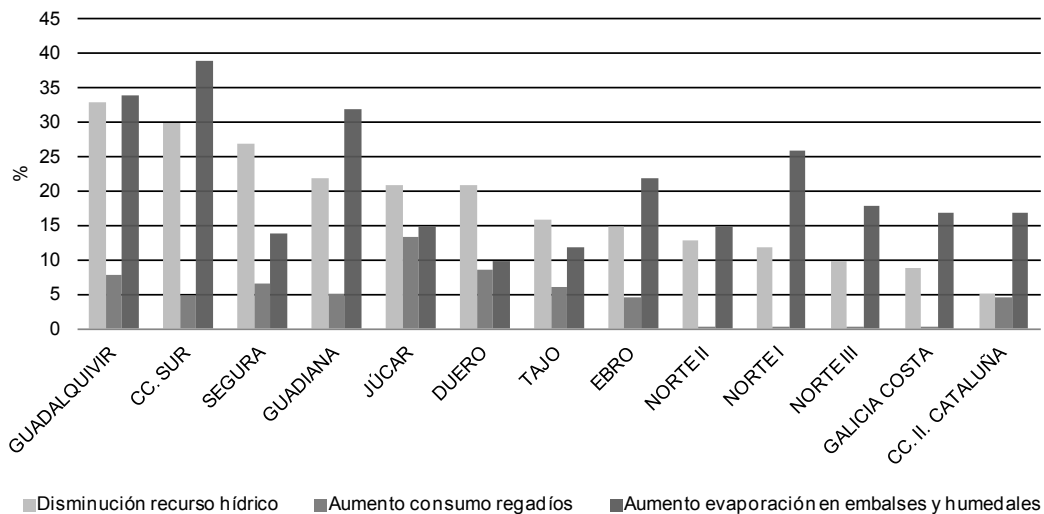
Las precipitaciones previsible aún no han permitido establecer un escenario claro, pero todos los modelos parecen apuntar a que aumentarían en el extremo noroeste, mientras que en toda la zona central peninsular y la costa

mediterránea se produciría una disminución, acompañada por un aumento de la torrencialidad (IPCC, 2014). En conjunto, llovería en menor cantidad anual y los días de lluvia estarían más concentrados, por lo que podrían ser frecuentes las inundaciones súbitas y grandes las pérdidas económicas. Durante el verano, a consecuencia del calor, la evaporación de los mares sobrecalentados sería mayor y daría lugar a una gran acumulación de vapor de agua en la atmósfera que descargaría de forma súbita ante la primera situación de inestabilidad. Además de esto, se espera que el verano se alargue ganando días a la primavera y al otoño, lo que ya tendría grave impacto en los ecosistemas, pues verían muy afectado su balance hídrico, mientras que el paisaje podría transformarse completamente.

En cuanto a los recursos hídricos, debido a la tendencia a la baja en las precipitaciones y mayor evapotranspiración, se estima que, de aquí a 2050, los recursos en España podrán reducirse un 16 por ciento de media, lo que equivaldría a unos 20.000 hm³ de agua (gráfico 3). En algunas cuencas hidrográficas, como la del Guadalquivir, el descenso podría llegar al -33 por ciento, en la del Segura al -27 por ciento, y en las

GRÁFICO 3

PREVISIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS



Fuente: Elaboración propia.

cuenas del norte hasta el -10 por ciento (Gómez Cantero, 2015). Se puede afirmar con alto nivel de probabilidad que el cambio climático hará que parte de los ecosistemas acuáticos de la península pasen de ser permanentes a estacionales, y que muchos de ellos desaparezcan. En este apartado tampoco podemos olvidar que se prevé una reducción considerable del número de nevadas, algo ya constatado en zonas como el Sistema Central, lo que disminuirá la cantidad de agua acumulada en los sistemas montañosos, además de la fusión de los pocos y relictos glaciares que quedan en algunas zonas de los Pirineos, todos ellos reducidos prácticamente en su totalidad desde comienzos del siglo XX.

En los ecosistemas terrestres, se alterará la fenología y las interacciones entre especies. Esta alteración favorecerá la expansión de especies invasoras y plagas, aumentando el impacto de los problemas ambientales, tanto naturales como antropológicos. Desde el punto de vista regional, en España las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático serán las islas, los ecosistemas aislados (como las islas edáficas), los ecosistemas de alta montaña y los ecotonos o zonas de transición entre sistemas. Los impactos directos sobre la diversidad vegetal se producirán a través de dos efectos contrapuestos: el calentamiento y la reducción de la disponibilidad hídrica, que provocarán una “mediterraneización” del norte peninsular y una “aridificación” del sur.

Otro efecto que se prevé es el desplazamiento en la distribución de especies terrestres hacia el norte o hacia mayores altitudes, en algunos casos con una clara reducción de sus áreas de distribución. La fauna ibérica también sufrirá los cambios mencionados. En los últimos años ya se está observando un desplazamiento en latitud de más de 150 kilómetros en las mariposas y de más de medio centenar de kilómetros en las aves. Se trata de un desplazamiento mucho más lento que el del clima, lo que se puede entender como un síntoma de la incapacidad de algunas especies para adaptarse a un cambio climático tan rápido. Los ecosistemas marinos experimentarán una tropicalización de las aguas, y ello permitirá la llegada de especies alóctonas y obligará al desplazamiento o extinción de las especies autóctonas (FAO, 2012). Así está ocurriendo ya en las Islas Canarias con la llegada de especies tropicales como el gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*). En 2004 se produjo, también en estas aguas, una reproducción exponencial de la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum* propia del Mar Rojo, algo jamás visto a tales latitudes en ninguna parte del mundo.

El número de episodios hidrometeorológicos también aumentará. Estos podrán deberse a periodos de bajas precipitaciones que originarán sequías, las cuales se espera que sean muy severas y recurrentes en el arco mediterráneo y en el sureste español, ocasionando graves pérdidas agrícolas, y muy probablemente también en el abastecimiento de los núcleos urbanos. La última sequía del sureste español, padecida en 2014, ha sido una de las peores jamás registrada. Las inundaciones podrían ser también un fenómeno recurrente, extremándose nuestro clima, especialmente en el Levante español, con fuertes aguaceros e intensas tormentas. Por lo demás, con una mayor sequedad de los bosques en verano, altas temperaturas y menor humedad ambiental, el riesgo de ignición podría dispararse y, con ello, tanto el número de incendios como la extensión que estos puedan alcanzar.

Sobre todos estos fenómenos existe amplio consenso y se da por supuesto que se producirán con mayor o menor virulencia según sea el escenario de cambio climático. Dependerá también de nosotros mismos. Actualmente, muchos de estos fenómenos ya se están constatando, lo que aconseja adoptar medidas de prevención eficaces.

1.4. Impactos sobre la población y sobre distintos sectores económicos

Todos los impactos descritos influirán en la economía y, por supuesto, en la sociedad en su conjunto. No debemos olvidar nuestra dependencia respecto del medio ambiente y nuestra vulnerabilidad ante los fenómenos naturales. El cambio climático tendrá un fuerte impacto en nuestras vidas y, de forma directa o indirecta, será capaz de transformarlo todo, obligando a replantear y reestructurar los modos de producción y hábitos de consumo, anticipándonos a los eventos previstos; si se actúa *a posteriori*, se requerirán mayores inversiones. Los sectores económicos que más sufrirán los impactos serán aquellos que tengan una dependencia directa del clima: agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, turismo, etcétera. O logran adaptarse con antelación a los distintos escenarios que se planteen y recon-

vertirse, o muchos de estos sectores, tal y como están organizados actualmente, podrán desaparecer (Gómez Cantero, 2015).

Los sistemas agrarios se verán perjudicados por el aumento de la temperatura del aire, por la concentración de CO₂ y por los cambios en las precipitaciones estacionales, aunque los efectos en las distintas regiones españolas no serán uniformes. Los cultivos de la granja mediterránea y del sur de España resultarán especialmente afectados. La prospectiva del impacto del cambio climático sobre cítricos, vides y olivos es preocupante, tanto por su relevancia económica, como por la social y cultural. Ante escenarios de subida de 4 o 5°C, la vendimia sería prácticamente nula en muchas zonas del país, como el Valle del Duero, el Valle del Guadiana o Navarra, ya que el calor impedirá el crecimiento de las uvas. Coincide la bajada del rendimiento en términos generales de estos cultivos con el aumento de las temperaturas y la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos. En ausencia de estudios prospectivos específicos, hay indicios de que esta tendencia se puede profundizar hasta cuestionar la viabilidad económica de estos cultivos.

En el sector agrario español, la escasez hídrica constituye un factor clave. Es un problema estructural que se ve fuertemente agravado en episodios extremos, como fue la ola de calor de 2003, cuando se produjeron más de 800 millones de euros de pérdidas en un solo año. Las condiciones climáticas de ese verano causaron en España un déficit en el suministro de forrajes del 30 por ciento, una reducción de la cabaña de aves de corral en torno a 15-20 por ciento, y en la producción de patatas, en un 30 por ciento. El mismo futuro se prevé para el cultivo de cítricos, del que depende alrededor del 60 por ciento de la economía en la Comunidad Valenciana. Un aumento de 4 o 5°C pone en riesgo a la huerta de Valencia y Murcia, ya que muchos árboles pueden no resistir el calor del verano. Es probable que en 2050 las plantaciones de cítricos hayan desaparecido de la región, trasladándose hacia el norte, a las faldas de los Pirineos o a Centroeuropa.

La producción de crustáceos y la piscicultura también se verán afectadas. Un buen ejemplo lo representa el mejillón en Galicia (*Mytilus galloprovincialis*). Con el aumento de temperatura del agua, se está produciendo un mayor crecimiento de poblaciones de algas y bacterias tóxicas, que en numerosas ocasiones impiden

que el mejillón sea apto para el consumo por su toxicidad. La contaminación y las altas temperaturas están originando que hoy se recoja menos mejillón, de menor tamaño y, en no pocos casos, más tóxico. En el caso de la pesca y las piscifactorías, es cada vez más frecuente la pesca de grandes bancos de nuevas especies, como ocurre en el caso de Canarias con la caballa-chicharro (*Decapterus macarellus*). Este pez se encuentra en grandes cantidades en la zona desde la última década, mientras algunas especies locales están siendo sustituidas por otras que prefieren aguas más cálidas.

El sector forestal ya está sufriendo en la mitad sur peninsular una pérdida de productividad muy considerable debido al estrés climático al que está sometida buena parte de los pinares, incluidos los de las sierras. Esto se refleja tanto en la producción de madera como, por ejemplo, de piñones (*Pinus pinea*). No solo en el sur peninsular existe este problema; también en la mitad norte se han experimentado, desde los años sesenta, caídas de más del 35 por ciento debido al aumento de las temperaturas y a la disminución del volumen total de precipitaciones, un fenómeno que seguirá agravándose.

En el sector del turismo, la escasez de agua podría provocar problemas de funcionalidad y/o de viabilidad económica en numerosos destinos, tanto de la península como de las islas. El incremento de las temperaturas modificará probablemente los calendarios de la actividad en España, aumentando los viajes en las estaciones intermedias, como primavera y otoño. Por otro lado, la elevación del nivel del mar supone una amenaza a la localización actual de determinados asentamientos turísticos y de sus infraestructuras. En España, el turismo supone alrededor del 11 por ciento del PIB nacional, que alcanza el 45 por ciento en las Islas Baleares y el 30 por ciento en las Islas Canarias. Este sector se verá gravemente afectado por el cambio climático (Olcina, 2012).

También cabe esperar impactos negativos sobre la salud. En España, las primeras enfermedades relacionadas con el cambio climático son las alergias. Se está produciendo un aumento de los casos debidos a la anticipación de la época del polen y a su severidad. Combinado con la polución, el cambio climático es responsable del crecimiento del número de casos de alergias registrados en los grandes núcleos de población, y, en algunos casos, de su agravamiento.

Sin embargo, hasta el momento el más grave impacto del cambio climático sobre la salud en la península ibérica estriba en los episodios de calor extremo, que aumentarán la morbimortalidad. Afectarán especialmente a los más vulnerables, como los ancianos, los niños o las personas sin recursos. Además de los episodios extremos, el calor, el asfalto y las viviendas mal aisladas suponen una combinación perniciosa para la salud en ciudades como Córdoba, Murcia, Sevilla o Madrid, donde se ha convertido en escenario común superar los 30°C durante gran parte del día e incluso las noches estivales.

Otro fenómeno probable consistirá en la expansión de enfermedades tropicales. Por ejemplo, el mosquito tigre (*Aedes albopictus*), el mosquito de la fiebre amarilla (*Aedes aegypti*) o el de la malaria (*Anopheles sp*), que hasta ahora se enfrentaban a barreras climáticas para establecerse en España, aparecen de forma más frecuente y su acción es más eficaz. Solo en la temporada 2013, en el Delta del Ebro se capturaron más de 10.000 ejemplares de mosquito tigre.

2. LA TRANSICIÓN A UN MODELO PRODUCTIVO DE FUTURO EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Exploraremos a continuación las implicaciones que el cambio climático y la amenaza del colapso ecológico podrían suponer para la transición del sistema productivo español hacia un modelo ambiental y socialmente sostenible teniendo en cuenta que, como hemos visto, el caso de España presenta en el contexto europeo unas características de particular vulnerabilidad frente a los efectos desestabilizadores del cambio climático. El análisis objetivo de los escenarios de rápido deterioro medioambiental que los modelos científicos predicen, y la inestabilidad económica y social que acarrea, no deben conducir a una actitud de pánico ni de negación, sino a realizar un diagnóstico claro y basado en evidencias científicas, que sirva de base para adoptar una respuesta colectiva congruente con la dimensión del problema.

El cambio climático es probablemente el reto más complejo y determinante al que se haya

enfrentado la humanidad hasta la fecha. Pero precisamente por ser un fenómeno antropogénico, es preciso mantener activa la esperanza en la capacidad del ser humano de influir colectivamente en el curso de los acontecimientos históricos, que, en ningún caso, deben verse como inexorables e inevitables, sino susceptibles de control mediante respuestas específicas.

Una actitud de realismo ecológico implica analizar con rigor datos y evidencias científicas y aceptar sus implicaciones, por grandes que sean los retos que planteen. Una actitud de responsabilidad ecológica implica mostrar optimismo y confianza en la posibilidad de revertir el actual escenario de deterioro ambiental hacia un punto de mayor equilibrio entre economía y ecología. En su encíclica *Laudato si*, el Papa Francisco señala cómo el cambio climático es algo más que un problema meramente técnico, cuya solución pueda fiarse a la acción de alguna tecnología “milagrosa” que nos permita eludir la responsabilidad de repensar nuestro modo de consumir y producir. El Pontífice advierte de que “las iniciativas ecologistas pueden terminar encerradas en la misma lógica de la globalización: buscar solo un remedio técnico a cada problema ambiental que surja es aislar cosas que en la realidad están entrelazadas, y esconder los verdaderos y más profundos problemas del sistema mundial”. Esta destacada y novedosa encíclica está generando un rico debate que pretende ampliar el ámbito de análisis del cambio climático, tomando como punto de partida el análisis científico riguroso, pero trascendiéndolo para explorar las implicaciones humanas de la crisis ambiental, una crisis de raíz ética y política que constituye el problema moral central de nuestra era.

La transición a un modelo productivo de futuro para España, generador de empleo de calidad y capaz de sentar las bases para la estabilidad y la cohesión social, requiere la colaboración de los poderes públicos, del sector privado y del conjunto de la sociedad civil, en una clara apuesta por el desarrollo de sectores productivos de alto valor añadido, basados en la investigación y la producción de conocimiento y orientados a satisfacer las necesidades humanas, económicas y ambientales de la sociedad. Dicha transición requiere planificar a medio y largo plazo estrategias de reconversión industrial y de promoción de yacimientos de empleo emergentes, para lo cual es imprescindible incluir en la ecuación la variable climática, anticipando los riesgos y opor-

tunidades que el cambio climático representa para la economía.

2.1. Impactos del cambio climático sobre las condiciones de posibilidad del desarrollo sostenible

Los impactos del cambio climático van más allá de los daños que pueden sufrir sectores productivos de gran importancia, como la pesca, la agricultura o el turismo. Hay que contemplar también los efectos derivados de una crisis de seguridad global más amplia que puede afectar al mantenimiento de un entorno estable en el que la economía pueda prosperar. Recordemos el *Informe Brundtland* (ONU, 1987), que definía el desarrollo sostenible como aquel “que atiende las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender sus propias necesidades”. Si bien existen diferentes aproximaciones al concepto de desarrollo sostenible, hay tres aspectos del mismo que resultan fundamentales (Jacobs, 1996):

- (a) La consideración de la cuestión medioambiental como un eje transversal que afecta sustancialmente a la toma de decisiones de producción y de consumo y que orienta el conjunto de la política económica en el sentido de equilibrar las necesidades de economía y ecología.
- (b) El compromiso con la equidad intrageneracional e intergeneracional.
- (c) Una concepción amplia del concepto de “desarrollo”, que incluye no solo la renta per cápita como su indicador, sino también otros factores ligados al bienestar social, como la salud, la calidad laboral, etcétera, que influyen en las condiciones de búsqueda del bienestar social.

Si bien como sociedad es aún posible aspirar a realizar la transición hacia un modelo económico sostenible, existe una “penalización por procrastinación” derivada del aplazamiento en la adaptación de las medidas de mitigación necesarias para aminorar los impactos del calentamiento global. Desde la cumbre del clima de Río de Janeiro en 1992, las emisiones de GEI a nivel global no han hecho sino aumentar, lo cual va estrechando la ventana de oportunidad para la

sostenibilidad medioambiental a medida que se suceden los años y las décadas de irresponsabilidad climática.

En ese sentido, los servicios de inteligencia de los Estados Unidos hacen una evaluación inequívoca acerca del impacto sobre la estabilidad y la seguridad derivadas de no adoptar políticas ambiciosas a nivel global para mitigar el cambio climático y prevenir sus efectos. Elaborado a instancias del Pentágono, el informe *Un escenario de cambio climático abrupto y sus implicaciones para la seguridad nacional de los Estados Unidos* (Schwartz y Randall, 2003) describe las implicaciones del cambio climático como un fenómeno potencialmente no lineal:

“Las naciones sin los recursos necesarios [...] podrían construir fortalezas virtuales en torno a sus países, preservando los recursos para sí mismos. [...] A medida que la hambruna, la enfermedad y los desastres meteorológicos se desaten como consecuencia del cambio climático abrupto, las necesidades de muchos países excederán a su capacidad para soportarlas. Esto generará una sensación de desesperación, que conducirá a agresiones ofensivas para recuperar el equilibrio. [...] Europa estará sumida en luchas internas, se agolparán en sus costas un gran número de refugiados y Asia sufrirá graves crisis por causa de la escasez de agua y de alimentos. El caos y el conflicto serán características endémicas de la vida. Una vez más, la guerra definiría la vida humana”.

Los fenómenos de sequía, desertización y ciclos irregulares de lluvia producen perturbaciones en la producción alimentaria en amplias regiones del mundo, de manera que los países del sur global, que son los más pobres y dependientes de la agricultura, y los menos responsables por la desestabilización climática, sufrirían con mayor intensidad sus efectos y se encontrarían con menos recursos y estrategias para hacerles frente. Este fenómeno tendría repercusiones directas para los países económicamente desarrollados. Así, el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas prevé que antes de 2020 se produzca el desplazamiento migratorio de 20 millones de refugiados ambientales. Este movimiento no se producirá solamente hacia las costas europeas, sino también como fenómeno interno dentro de Europa, desde las zonas

desertizadas (como la región sur de España) hacia regiones más habitables y saludables. Por otra parte, en los próximos 25 años se triplicará el número de crisis alimentarias provocadas por fenómenos climáticos extremos (US-UK Taskforce on Extreme Weather, 2015).

Un informe publicado en 2007 por la CNA Corporation, asociada al Pentágono, examina dicho fenómeno en un extracto destacado:

“El cambio climático actúa como una amenaza multiplicadora de la inestabilidad. [...] A diferencia de la mayoría de amenazas convencionales para la seguridad, en las que un solo ente actúa de determinada manera en diferentes momentos del tiempo, el cambio climático puede ocasionar múltiples condiciones crónicas a nivel global y de forma simultánea. Las condiciones económicas y medioambientales en las áreas más debilitadas se degradarán a medida que la producción de alimentos disminuya, las enfermedades aumenten, el agua potable se haga cada vez más escasa y las poblaciones migren en busca de recursos. Los gobiernos debilitados o fallidos, con un estrecho margen de supervivencia, son caldo de cultivo para el conflicto interno, el extremismo y una tendencia hacia un mayor autoritarismo y hacia ideologías radicales. Los Estados Unidos se verán involucrados con mayor frecuencia en estas situaciones para proveer ayuda, rescate y apoyo logístico, o bien para estabilizar las condiciones antes de que el conflicto estalle”.

En otra sección señala asimismo la incidencia de estos fenómenos en la gobernabilidad de los países:

“Cuando un gobierno se muestra incapaz de rendir servicios a su pueblo, asegurar el orden público y proteger las fronteras contra invasiones foráneas, se presentan las condiciones justas para que los trastornos, el extremismo y el terrorismo llenen el vacío. La mayor preocupación llegará a ser el movimiento de refugiados y solicitantes de asilo que, por la destrucción ecológica, opten por emigrar” (CNA Corporation, 2007).

Se observa, por tanto, que el cambio climático afecta a las condiciones de posibilidad de la

transición a un modelo productivo de futuro, a la solidez de los sistemas social y ecológico sobre los cuales se sustenta una economía próspera y que posibilitan un modelo de desarrollo sostenible. La planificación a medio y largo plazo de la creación de empleo de calidad en sectores estratégicos y el aprovechamiento de los yacimientos de empleo verde no pueden plantearse, por tanto, obviando la crisis ecológica y sus implicaciones geopolíticas. Como concluía el informe *Environment and Development Challenges: The Imperative to Act*, redactado por un conjunto de destacadas personalidades galardonadas con el Premio Blue Planet, “ante una emergencia absolutamente sin precedentes, la sociedad no tiene más remedio que emprender medidas drásticas para evitar un desmoronamiento de la civilización. O cambiamos nuestros modos de hacer y construimos una sociedad global de cuño absolutamente nuevo, o vendrá algo peor que nos los hará cambiar por la fuerza” (Brundtland et. al., 2012).

De ahí que un número creciente de economistas esté planteando la necesidad de un cambio de paradigma en el seno de las ciencias económicas que integre en sus modelos las restricciones al crecimiento que impone el hecho de que vivimos en un planeta con recursos finitos, con equilibrios ecológicos frágiles y gravemente deteriorados por la acción del ser humano.

2.2. La necesidad de un cambio de paradigma en el pensamiento económico

Para abordar la crisis ecológica se requieren no solo nuevas tecnologías y políticas públicas proactivas e innovadoras, sino, antes bien, un cambio de paradigma en la forma en que concebimos la naturaleza y nuestra relación con ella. El pensamiento económico hegemónico, heredero de la tradición de la escuela de Chicago liderada por Milton Friedman en los años ochenta, presupone que el crecimiento económico ilimitado en un planeta de recursos finitos es posible gracias a la constante innovación tecnológica, que permite producir más con menos. Presupone también que la producción es un proceso abstracto desligado de la biosfera, como si esta fuera una especie de repositorio inagotable de “recursos naturales” disponibles para satisfacer los requerimientos materiales de la sociedad industrial.

Desde esta perspectiva, la biosfera es un subsistema de la economía, mientras que la naturaleza se encuentra ahí afuera, sin que el ser humano forme parte de ella, como si, situado por encima de ella, pudiera disponer de sus recursos ilimitadamente.

El modelo de la *economía ecológica* parte del supuesto contrario, a saber: que la economía es un subsistema de la biosfera y que las leyes de la economía deben someterse a las leyes físicas del medio natural para poder garantizar una actividad productiva sostenible en el tiempo, capaz de satisfacer las necesidades del ser humano en las generaciones presentes y futuras, preservando los equilibrios ecológicos que hacen posible la reproducción y continuidad de la vida sobre el planeta Tierra. Carpintero (2014) señala que la economía ecológica pone el acento en que el funcionamiento de la economía está restringido y condicionado por las leyes que gobiernan el funcionamiento de la propia biosfera y tiene por objetivo, consecuentemente, “comprender y evaluar la sostenibilidad desde un punto de vista ‘fuerte’, y como una cuestión de ‘escala’ o tamaño que el subsistema [la economía] ocupa dentro de la propia biosfera”.

De esta constatación fundamental se deriva la necesidad de que las ciencias económicas incluyan una perspectiva holística e integradora de las magnitudes biofísicas, que tienda puentes con las demás ciencias sociales y aborde las crisis económica, social y ambiental desde una perspectiva compleja y multidimensional. Ese cambio de paradigma sienta las bases para una respuesta adecuada al cambio climático, que deberá incluir necesariamente medidas de mitigación y adaptación, para lo cual será necesario promover profundas transformaciones en el sistema energético y económico; en otras palabras, en nuestro modo de producir y de consumir.

3. ESCENARIOS DE RESPUESTA ANTE LA CRISIS CLIMÁTICA

Las medidas tanto de adaptación como de mitigación deben comenzar cuanto antes y para ello se requiere un compromiso político, social y empresarial. Por lógico que parezca, resulta vital entender que la mejor medida de mitigación es reducir cuanto antes las emisiones para que el

aumento de temperaturas no se sitúe en los peores escenarios. Multitud de sectores económicos deberían establecer ya formas de adaptación a los eventos contemplados, para lograr que los daños no sean tan graves y exista capacidad de resiliencia en cada uno de ellos.

3.1. Mitigación

Como ya se ha analizado, los impactos del cambio climático variarán sustancialmente dependiendo de si el nivel global de GEI en la atmósfera evoluciona hacia un escenario de bajas o de altas emisiones, lo que conduce a la paradójica situación de que un país altamente afectado por el cambio climático, como es España, tiene un margen de agencia limitado para actuar sobre las causas que lo producen, ya que el cambio climático es un fenómeno “de escala global, sin precedentes y de rápida evolución” (Gómez Cantero, 2015) que necesita igualmente de medidas contundentes adoptadas a nivel global.

El hecho de que ningún país pueda resolver por sí solo y en su totalidad las causas del cambio climático, ni pueda protegerse completamente contra sus efectos, implica que la comunidad internacional se encuentra ante el reto mayúsculo de establecer un acuerdo de cooperación global para actuar de forma coordinada y solidaria, y poder aplicar las medidas necesarias para atajar este problema. Una actitud de responsabilidad y realismo ecológico implica adoptar políticas decididas por parte de todos los actores implicados, tanto por los gobiernos y empresas de naciones grandes como las de tamaño menor, y de los países que acumulan mayores niveles de emisiones históricas, como de aquellos que se han convertido en grandes emisores en época más reciente (por ejemplo, China).

España, por ejemplo, es responsable del 1,6 por ciento de los GEI emitidos globalmente. Podría argumentarse que, tratándose de un país relativamente pequeño en términos de huella ecológica, los esfuerzos por reducir nuestro nivel de emisiones son vanos o de importancia menor, ya que, aunque el nivel de emisiones de GEI en España se redujera a 0, aún restarían un 98,4 por ciento de emisiones, lo cual convertiría nuestros esfuerzos en irrelevantes en términos prácticos. Este cálculo reduccionista ignora la realidad del

liderazgo climático que países aún más pequeños, como Dinamarca, han emprendido desde hace décadas (a pesar de ser responsables únicamente del 0,1 por ciento del nivel total de emisiones) adoptando políticas de planificación urbanística y de eficiencia energética que han contribuido sensiblemente a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En la misma línea, países como Alemania transitan hacia un sistema energético basado en su totalidad en las energías renovables, renunciando incluso a la energía nuclear.

En el caso de España, la encuesta global *World Wide Views on Climate and Energy* revela el alto grado de compromiso y concienciación de la población española en relación a la transición hacia un modelo productivo y energético ambientalmente sostenible, sensiblemente por encima de la media mundial. Para el 76,9 por ciento de los españoles deben adoptarse “a toda costa” las decisiones necesarias para limitar el calentamiento a una temperatura máxima de 2°C, cueste lo que cueste, frente al 63,3 por ciento de media a nivel mundial que así lo considera. A la pregunta sobre si España debería tomar medidas para reducir sus emisiones de GEI, incluso en el caso de que muchos otros países no lo hagan, el 94,8 por ciento responden afirmativamente, frente al 79,1 por ciento de la media mundial. Asimismo, la encuesta revela que el 70 por ciento de los españoles cree que debe suspenderse “definitivamente” la explotación de todas las reservas de combustibles fósiles, frente al 45,1 por ciento de media mundial. Estos y otros indicadores presentados en la encuesta revelan que una amplia mayoría de la población española comprende los riesgos que entraña la inestabilidad climática y los costes asociados a combatirla pero, aun así, entiende que las decisiones deben tomarse por responsabilidad climática.

Una acción gubernamental receptiva a la opinión pública actual debería asumir en la cumbre del clima COP21 de París un compromiso de reducción de emisiones de GEI congruente con las evidencias presentadas por la comunidad científica internacional, reunida en torno al IPCC, y proporcional a la dimensión de los riesgos que el cambio climático representa para la economía y la sociedad españolas; medidas encaminadas a la profunda reconversión del sector energético que apuesten por una transición integral a las energías renovables, la transformación del sector de los transportes (incentivando la extensión y

mejora del transporte público, la generalización del coche eléctrico y la promoción del uso de la bicicleta), la reforma del sector agrario y ganadero (en la dirección de aproximar el lugar de producción al lugar de consumo) la utilización de técnicas respetuosas con el medio ambiente, la protección de las masas forestales y de las áreas naturales existentes en nuestro país.

3.2. Adaptación

Nos encontramos en un momento en que, incluso si las emisiones de GEI se redujeran súbitamente a cero, aún se dejarían sentir las consecuencias del cambio climático por el efecto invernadero que producen las emisiones acumuladas en la atmósfera, con lo cual, aun en el más optimista de los escenarios, resultaría necesario compatibilizar políticas de adaptación (para abordar los impactos que ya son inevitables y aprovechar, en la medida de lo posible, las nuevas condiciones que planteará) con las de reducción de emisiones (para minimizar los impactos futuros). El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático define un conjunto de sectores y sistemas especialmente sensibles al cambio climático y explora las posibilidades de adaptación. Entre ellos, se encuentran la preservación de la biodiversidad, la protección de los bosques, de las zonas costeras y de montaña, la innovación en el sector agrícola, el turismo, el urbanismo, las finanzas o el sistema energético, la promoción de la salud humana, así como la formación y sensibilización ambiental. Sobre cada uno de estos ámbitos se realiza una evaluación en la que se contemplan aspectos tales como la “vulnerabilidad, la seguridad alimentaria, la desigualdad social o la seguridad humana” (Ministerio de Medio Ambiente, 2008). El proceso de reconversión y adaptación de todos estos sistemas no es solo una labor ineludible, sino que constituye también una formidable oportunidad para la creación de empleo de calidad.

3.3. El empleo verde como estrategia de mitigación y adaptación

En 2010, en España había más de medio millón de empleos verdes, un 2,62 por ciento de la población ocupada, con un incremento del 235

por ciento desde el año 2000 (OSE, 2010). Según el informe *Empleos verdes para un desarrollo sostenible. El caso español*, elaborado por la Fundación SustainLabour (2012), España cuenta con un potencial privilegiado de creación de nuevos empleos. Por otra parte, el informe *Empleo verde en una economía sostenible*, elaborado a instancias del Ministerio de Medio Ambiente, también señalaba prometedoras perspectivas de creación potencial de empleo verde en determinados sectores. De entre ellos, destacaba seis sectores productivos en los cuales España cuenta con mayor potencial de creación de empleo: la gestión del ciclo integral del agua (gestión eficaz de los recursos hídricos); las energías renovables (que requieren aún un altísimo nivel de inversión en I+D+i para ser comercialmente competitivas e implantadas a escala masiva, ayudando a reducir la dependencia energética del exterior); la gestión y el control (servicios de auditoría, consultoría y servicios ambientales a empresas); la biotecnología ambiental (fundamental para desarrollar nuevas estrategias de respuesta al calentamiento global); la nanotecnología (de cuyas potencialidades se informa ampliamente en este mismo número), y la educación y formación (propiciando cambios en la manera de pensar e incluso en los propios modelos de negocio). El informe señala otros sectores con alto potencial de reconversión hacia la economía verde, como es el turismo sostenible (ligado a un disfrute recreativo y respetuoso de la naturaleza que promueve el desarrollo rural) y el sector de la construcción hacia la rehabilitación-edificación sostenible.

La transición hacia un modelo productivo sostenible constituye una oportunidad para la creación de empleo y para el bienestar social. Así lo refleja la creencia mayoritaria en España, según revela la mencionada encuesta de valores y creencias sobre el clima y energía: el 77,8 por ciento de los españoles considera que las medidas para luchar contra el cambio climático son, sobre todo, una oportunidad para mejorar nuestra calidad de vida.

4. REFLEXIÓN/CONCLUSIÓN SOBRE LA PROBLEMÁTICA Y LA URGENCIA DE ACTUAR

El cambio climático es una realidad. La ausencia de medidas y protocolos de actuación, no solo a nivel nacional, sino también internacio-

nal, puede provocar uno de los mayores desastres a los que se haya enfrentado el ser humano. Diferentes estudios muestran cómo distintos sectores económicos sufrirán daños. Pero no solo las economías se verán afectadas, también la salud y la vida de las personas. Los costes económicos y humanos aumentan acumulativamente con cada año de inacción (Brundtland, 2012). Actuar a tiempo es, pues, la única forma de evitar tales costes y constituye, al mismo tiempo, una excelente oportunidad para caminar hacia un modelo productivo y social sostenible, generador de empleo de calidad y de bienestar humano.

BIBLIOGRAFÍA

ALBEROLA ROMA, A. (2014), *Los cambios climáticos: la Pequeña Edad de Hielo en España*, Madrid, Cátedra.

BRUNDTLAND, G. et al. (2012), *Environment and Development Challenges: The Imperative to Act*, documento conjunto de laureados con el Premio Blue Planet, Tokio, Fundación Asahi Glass.

CARPINTERO, O. (2015), *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*, Lanzarote, Fundación César Manrique.

CNA CORPORATION (2007), *National Security and the Threat of Climate Change*, CNA Corporation, Alexandria (VA).

EOI (2010), *Green jobs: empleo verde en España*, Madrid, Fundación de la Escuela de Organización Industrial.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2012), *Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2012 An Indicator-based Report*, Dinamarca.

FAO (2012), *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*, [<http://www.fao.org/docrep/015/i0994s/i0994s00.htm>].

FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD (2010), *Empleo verde en una economía sostenible*, Madrid, Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino).

GÓMEZ CANTERO, J. (2015), *Cambio climático en Europa 1950–2050, Percepción e Impactos*, Madrid, ALE.

IPCC (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (Parte A: *Global and Sectorial Aspects*, y Parte B: *Regional Aspects*). Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Reino Unido.

JACOBS, M. (1996), *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y política del futuro*, Barcelona, Icaria/FUHEM.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2008), *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marítimo.

OECC (2005), *Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.

OLCINA CANTOS, J. (2012), "Turismo y cambio climático: una actividad vulnerable que debe adaptarse", *Investigaciones Turísticas*, 4: 1-34.

ONU (1987), *Nuestro futuro común*, Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Nueva York, Naciones Unidas.

PARENTI, C. (2011), *Tropic of Chaos: Climate Change and the New Geography of Violence*, Nueva York, Nation Books.

PISERRA M.T.; WIRTZ B. y J. SÁEZ (2005), "Impactos sobre el sector del seguro". En MORENO, J.M. (coord.), *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente: 691-726.

SCHWARTZ, P. y D. RANDALL (2003), *An abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security* (http://www.climate.org/PDF/clim_change_scenario.pdf).

SUSTAINLABOUR (2012), *Empleo verde para un desarrollo sostenible. El caso de España* (<http://www.sustainlabour.org/proyecto.php?lang=ES&idproyecto=18>).

UK-US TASKFORCE ON EXTREME WEATHER AND GLOBAL FOOD SYSTEM RESILIENCE (2015), *Extreme*

Weather and Resilience of the Global Food System, Swindon, The Global Food Security Programme.

WORLD WIDE VIEWS ON CLIMATE AND ENERGY (2015), *From the World's Citizens to the Climate and Energy Policymakers and Stakeholders. Results Report*, Copenhagen, WWViews, (<http://climateandenergy.wwviews.org/>).