ALBERTO GARZÓN



La guerra por la energía

Poder, imperios y crisis ecológica



PENÍNSULA

Índice

Portada

Portadilla

Dedicatoria

Introducción

1. Un nuevo marco para analizar la crisis ecosocial

2. Los límites biofísicos

3. La relación entre naturaleza y humanidad

4. Las sociedades agrarias

5. Las sociedades industriales

6. Modo de vida imperial

7. El imperialismo contemporáneo

8. La alternativa ecosocialista

Conclusiones. Un planeta con límites, una política con brújula

Notas

Créditos

La guerra por la energía

Poder, imperios y crisis ecológica

Alberto Garzón

PENÍNSULA

Para Anna, Olivia, Chloe y Robin, porque son mi fuente principal de inspiración y amor.
Para mi padre, Alberto, porque me enseñó a conocer y a descifrar el mundo y la naturaleza.
Para Daniel Ayllón, por su generosa y fiel amistad, que tanto me ha cuidado.
En memoria de Manuel Sacristán y Paco Fernández Buey, en agradecimiento por su obra y su lucha ecosocialista.

«Un libro tan interesante como necesario, muy bien fundamentado en los conocimientos científicos actuales sobre la energía, su relación con los seres vivos, las sociedades humanas y nuestro futuro en este planeta.»

CARLOS BRIONES, doctor en Química y científico titular del CSIC en el Centro de Astrobiología

«Este es un libro excelente que modifica la historia económica y política habitual, y que propone una revolución ecosocialista. Ni los historiadores liberales ni los marxistas tomaron el uso de energía como hilo conductor de sus narrativas. A través de capítulos sobre las conquistas coloniales europeas, la esclavitud, la resistencia de la clase obrera y la expansión del capitalismo, el autor explica conceptos como "acres fantasma" o huellas ecológicas, densidad energética, uso endosomático y exosomático de energía, las fronteras de la extracción de las *commodities*, la ecología industrial del litio, el níquel y el cobre, la agricultura como sistema de conversión de energía, la máquina de vapor y la actual transición energética. Un libro original y riguroso en las evidencias que aporta y que contiene amenos retratos de los científicos

que estudiaron la termodinámica y anunciaron
hace más de cien años el inminente
cambio climático.»

JOAN MARTÍNEZ ALIER, catedrático de Economía e Historia Económica de la Universidad Autónoma
de Barcelona

«Un libro esencial de uno de los pensadores ecosocialistas más reconocidos de Europa.»

JASON HICKEL, doctor en Antropología y profesor
del Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental
de la Universidad Autónoma de Barcelona

«*La guerra por la energía* ofrece un viaje imprescindible por los límites biofísicos que rigen nuestra civilización: desde el metabolismo de los cazadores-recolectores hasta la Revolución Verde y sus "subsidios fósiles".
Un texto riguroso y divulgativo que une ciencia del sistema Tierra y economía biofísica para mostrarnos por qué, hoy más que nunca, resulta urgente
replantear nuestro modelo energético y económico
ante la crisis ecosocial.»

JESÚS RAMOS MARTÍN, doctor en Ciencias Ambientales y profesor Serra Húnter en la Universidad Autónoma de Barcelona

«¿Cómo es posible que una sociedad que se autodenomina *sociedad del conocimiento* le haya declarado la guerra a la vida? Someter a crítica la propia cultura es fundamental para reorientar los metabolismos económicos y la forma de vivir en común. Alberto Garzón lo hace de forma didáctica
y amena en un libro riguroso que realiza su análisis tomando como vector la energía.»

YAYO HERRERO, doctora en Antropología
y activista ecofeminista

«En este libro, Alberto Garzón combina la pedagogía histórica y científica más brillante y rigurosa con una propuesta ecosocialista orientada a superar los límites del liberalismo y del marxismo y a ofrecer un nuevo modelo social, atractivo para las mayorías sociales y compatible con los límites del planeta. Las dos vertientes del libro —la científica y la política— son igualmente necesarias para la conservación y la transformación del mundo.»

SANTIAGO ALBA RICO, filósofo

«Debemos a Alberto Garzón no solo un desempeño ejemplar como ministro de Consumo (2020-2023) y un valioso trabajo como coordinador federal de Izquierda Unida en un tiempo muy difícil (2016-2023), sino un esfuerzo inspirador por poner al día el pensamiento ecosocialista que se plasma, por ejemplo, en este libro. Nos hace falta, en efecto, una mirada económica amplia y profunda,

capaz de situar los sistemas humanos en la biosfera de la Tierra: llamémosla *economía biofísica*. Ni Marx puede ignorar a Georgescu-Roegen, ni Georgescu-Roegen a Marx: leer estas páginas (que agradezco personalmente a Alberto) nos ayudará a entender por qué.»

JORGE RIECHMANN, doctor en Ciencias Políticas, licenciado en Matemáticas y Filosofía, y poeta

«En un contexto de colapso ecológico y reconfiguración geopolítica, *La guerra por la energía* ofrece un análisis incisivo del papel central que ocupa la energía en las dinámicas del imperialismo contemporáneo. Desde una mirada ecosocialista, el texto no solo denuncia la continuidad de lógicas coloniales y extractivistas bajo el disfraz de la transición verde, sino que propone una transformación radical de los fundamentos que sostienen el orden económico global. Al incorporar el enfoque de la economía biofísica —en un diálogo crítico con la economía política tradicional—, el libro ilumina las tensiones entre metabolismo social, límites planetarios y hegemonía capitalista, abriendo el camino hacia transiciones energéticas justas y verdaderamente emancipatorias.»

JOSÉ MIGUEL AHUMADA, doctor en Economía y profesor de la Universidad de Chile, exsubsecretario de Relaciones Económicas Internacionales del gobierno de Chile

«No es un libro de economía al uso, pero ojalá se lea en las facultades de economía. De una forma tan rigurosa como amena ofrece las claves para entender las bases y los límites de nuestra organización económica. Una aportación para abordar el reto de nuestro tiempo: entender el "perímetro de lo factible" como paso previo para avanzar en las transformaciones socioeconómicas que necesitamos.»

BIBIANA MEDIALDEA, doctora en Economía y profesora de la Universidad Complutense de Madrid

«Alberto Garzón ha escrito un libro de ambición enciclopédica con dos propósitos fundamentales:
la reintegración de lo político en lo económico
y la incorporación de lo energético en lo político.
La confluencia de estos dos propósitos desemboca en una tarea tan exigente como urgente, la construcción de una nueva economía política energética. Los materiales que Alberto nos ofrece en este libro deben interesar a cualquiera con la buena o mala fortuna de haber nacido en este momento de crisis inéditas, en una pequeña roca orbitando alrededor de una estrella menor, en lucha permanente contra los monstruos de la historia y en búsqueda constante de nuevas fuentes de energía que nos permitan estirar un poco más el "mientras tanto" en el que siempre transcurren nuestras vidas.»

XAN LÓPEZ, responsable del área de análisis económico y nuevas tecnologías de Meridiano, Instituto de Políticas Climáticas y Sociales

Introducción

Clara Immerwahr tenía cuarenta y cinco años cuando en la primavera de 1915 se dirigió a la habitación de su marido, se hizo con su pistola reglamentaria y con ella se disparó mortalmente en el pecho. Su único hijo, Hermann, fue quien encontró el cuerpo fallecido de su madre. A pesar de que se trataba de una científica prominente, aquella muerte pasó desapercibida en una Alemania que en aquellos momentos estaba inmersa en la Primera Guerra Mundial. La causa del suicidio sigue siendo todavía una incógnita, aunque se especula que tuvo que ver con importantes desavenencias con su marido, el también científico Fritz Haber.

Immerwahr fue la primera mujer en doctorarse en Alemania con una tesis en Química, lo que hizo en 1900. Justo un año más tarde se casó con el químico Haber, un nacionalista alemán que no había podido promocionar a oficial del Ejército a causa de su origen judío. Probablemente fue el primer matrimonio de Alemania en el que ambos eran doctorados *cum laude*. Sin embargo, desde ese momento, la carrera científica de Immerwahr quedó sepultada bajo las tareas de cuidado de su hijo y de su hogar. La nueva situación la afectó seriamente, llegando a reconocer que «lo que Fritz ha ganado durante esos ocho años, yo lo he perdido».[1] Por el contrario, dedicado íntegramente a la ciencia aplicada, Haber empleó los siguientes años de su vida a encontrar una forma de obtener amoniaco a partir de los gases de la atmósfera, con el propósito de usarlo como fertilizante para los cultivos agrarios.

Con el comienzo del siglo XX, la población mundial seguía creciendo de manera exponencial, pero la tierra estaba ya sobreexplotada en gran parte del mundo y el riesgo de graves hambrunas era muy alto. Desde mediados del siglo XIX se conocía que el nitrógeno era un componente esencial para el crecimiento de las plantas, pero estas no pueden absorberlo directamente en su forma gaseosa —que es como está presente en el aire que respiramos, el cual es un 78 por ciento nitrógeno, la molécula N_2—. Por esta razón, las grandes potencias económicas se habían disputado, incluso militarmente, los inmensos depósitos de guano en Perú y de salitre de Chile, los cuales eran ricos en nitratos que las plantas sí pueden absorber disueltos en agua. Sin embargo, a finales de siglo estos depósitos estaban prácticamente agotados y se hacía necesario encontrar nuevas formas de incrementar el rendimiento de la tierra; ese fue el reto de Haber.

En 1909 logró su objetivo. Con ayuda del ingeniero inglés Robert Le Rossignol, Haber consiguió sintetizar amoniaco (NH_3), que contiene nitrógeno y puede ser absorbido por las plantas. Con la ayuda del científico Carl Bosch y la financiación de la principal gran empresa química alemana, BASF, a partir de 1910 se logró producir amoniaco a escala industrial a partir de dos gases, el nitrógeno y el hidrógeno (H_2), empleando el método que sería conocido desde entonces como proceso Haber-Bosch. Gracias a ello todavía hoy se fabrican cada año ingentes cantidades de fertilizantes que sostienen el crecimiento de la población y han evitado la muerte por hambre de miles de millones de personas. De hecho, se calcula que sin este descubrimiento «para disfrutar de su dieta actual, la población tendría que ser un 40 por ciento más pequeña».[2] Se trata de una hazaña impresionante por la que Fritz Haber recibió el Premio Nobel de Química en 1918.

Sin embargo, aquel premio fue quizá el más controvertido de la historia y, como protesta por el nuevo galardón, muchos científicos boicotearon el evento. Pero la razón no tuvo que ver con el aporte que había hecho Haber a la producción agraria, sino por sus contribuciones esenciales a la guerra química. Como han dicho los historiadores Carlos Solís y Manuel Sellés, «la participación de los científicos en el esfuerzo bélico tuvo como consecuencia la ruptura del internacionalismo de la ciencia»[3] que había sido común desde el siglo XVII.

En efecto, con la entrada del Imperio alemán en la Primera Guerra Mundial, Haber capitaneó el esfuerzo científico por descubrir armas químicas que mataran con rapidez y facilidad a los soldados enemigos. Los primeros resultados se obtuvieron en la segunda batalla de Yprés, Bélgica, en abril de 1915. En una operación directamente supervisada por Haber, el ejército alemán liberó el gas cloro (Cl_2), el cual, empujado por el viento, asesinó por asfixia a 5.000 soldados enemigos y dejó severamente maltrechos a otros miles. Apenas quince días más tarde, y durante una fiesta de reconocimiento a Haber, Clara Immerwahr, de quien se dice que estaba en contra de estas investigaciones porque eran «una perversión de los ideales de la ciencia», se suicidó.[4] En la novela de Benjamín Labatut *Un verdor terrible* (2020) se aventura que Immerwahr acusó a Haber de «crear un método para exterminar humanos a escala industrial»,[5] lo cual es bastante verosímil, si bien nunca sabremos qué sucedió realmente.

En los años posteriores, Haber siguió desarrollando nuevas armas químicas, como el gas mostaza. También impulsó un pesticida, llamado Zyklon A, que estaba basado en cianuro de hidrógeno y servía para desinfectar alimentos y ropa. A partir del Zyklon A se creó también el Zyklon B, que se usaba para fumigar almacenes,

barcos y barracones enteros. Este último pesticida, sin embargo, fue también usado masivamente durante el Holocausto en los campos de exterminio nazis. Allí fueron asesinados muchos familiares de Haber, quien tras haberse hecho millonario durante la Primera Guerra Mundial había caído en desgracia bajo el régimen nazi por sus orígenes judíos. El científico murió en 1934 mientras se dirigía a Suiza.

El caso de Haber pone de relieve tanto el inmenso poder de creación como de destrucción al que había llegado nuestra especie, el *Homo sapiens*, ya a comienzos del siglo pasado. La aniquilación rápida de otros seres humanos fue la contracara de la capacidad de producir más alimentos para sostener poblaciones crecientes. De hecho, no solo los fertilizantes ayudaron a elevar la fertilidad de la tierra, sino que los pesticidas también contribuyeron al eliminar las plagas que amenazaban permanentemente las cosechas. Se trataba de tecnologías que exprimían al máximo la capacidad del ser humano para apropiarse de la energía química almacenada en las plantas, que a su vez es el resultado de la conversión de la energía solar a través de la fotosíntesis.

Sabemos, antes por experiencia propia que por conocimiento teórico, que para mantenernos vivos todos los organismos necesitamos obtener energía del exterior a través de la alimentación. Pero esto no es sino una parte del llamado *ciclo de la vida*, el cual comienza con la energía procedente del Sol. Esta energía del Sol es capturada por las plantas y convertida en materia orgánica a través de la fotosíntesis, que requiere también agua y nutrientes. Este proceso es clave para la biosfera, pero resulta muy poco eficiente, ya que en el mejor de los casos apenas el 6 por ciento de la energía solar entrante es convertida en energía química en las plantas. Con todo, la energía que queda almacenada en los tejidos de las plantas

será consumida por los animales, cuyo metabolismo la convertirá en formas utilizables por sus órganos. Cuando estos animales excretan residuos, y también cuando mueren, devuelven la materia orgánica al suelo. Allí, otros seres vivos descomponedores (como otros animales, los hongos y muchos tipos de microorganismos) convierten esa energía de la materia orgánica en los nutrientes que necesitan las plantas para crecer. Este es, *grosso modo*, el ciclo de la vida del que los humanos formamos parte como un animal más, insertándonos en la cadena trófica y alimentándonos de plantas o de otros animales. Y resulta evidente que, debido a que la fuente primaria de la energía que recibimos es el Sol, hay aún mucho margen para convertir una parte mucho mayor de esa energía solar en alimentos para la humanidad.

Capturar energía del entorno ha sido el deseo de todas las sociedades humanas desde sus orígenes, y las formas para conseguirlo se han ido perfeccionando de maneras increíbles mediante el uso de la tecnología. El proceso Haber-Bosch es un caso moderno en el que se aprovecha el conocimiento científico para elevar la fertilidad de la tierra y lograr así multiplicar la energía a disposición de los seres humanos. Pero incluso antes de que emergiéramos como especie (hace unos 300.000 años), nuestros ancestros homininos ya se habían dotado de tecnologías básicas, como herramientas de piedra o de hueso, y el control del fuego, con la intención de capturar, controlar y usar de manera más eficiente la energía natural presente en nuestro planeta.

Las primeras sociedades del Paleolítico, organizadas en forma de cazadores-recolectores, fueron perfeccionando sus estrategias grupales y armas de caza para acceder a presas más grandes, que ofrecían más calorías para sostener a sus pequeñas poblaciones. Además, la humanidad aprendió a acondicionar el entorno para que

los cereales y otros granos silvestres pudieran crecer mejor y, de esa forma, rindieran más energía alimentaria. Esta forma de vida cambió radicalmente hace unos 10.000 años, cuando se produjo la Revolución Neolítica y los seres humanos dieron un gran salto en el control del crecimiento de las plantas y los animales que constituían su dieta fundamental, ampliando las posibilidades para capturar energía y posibilitando aumentos espectaculares de la población. Finalmente, con el advenimiento de las sociedades industriales a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, los seres humanos tuvieron a su disposición una enorme cantidad de energía química que había estado almacenada en el subsuelo durante millones de años y que ahora podía convertirse, gracias a tecnologías como la máquina de vapor, en energía mecánica para la producción y el transporte. A lo largo de todas estas etapas de desarrollo histórico se ha incrementado la capacidad de captura y aprovechamiento de la energía por parte del ser humano, lo que progresivamente ha originado sociedades más complejas y numerosas.[6]

El proceso descubierto por Haber, que elevó con mucho la disponibilidad de energía alimentaria, se inscribe en esta acumulación histórica de tecnologías y técnicas que maximizan la captura de energía por parte del ser humano. Con todo, en lo que se refiere a la energía alimentaria, la gran explosión tuvo lugar a partir de la década de 1940, en lo que se conoce como Revolución Verde. Impulsada por el estadounidense Norman Borlaug, en aquellos años se desarrollaron nuevas variedades de cereales que eran más productivas y además más resistentes a los parásitos. La combinación de fertilizantes sintéticos, pesticidas y selección genética de semillas provocó un crecimiento espectacular de la producción agraria sin el cual hubiera sido literalmente imposible que

hoy en día nuestro planeta estuviera formado por más de 8.000 millones de personas.

A pesar de todo, el verdadero hito que comenzó con el descubrimiento de Haber y continuó con la Revolución Verde posterior no fue solo de cantidad de producción, sino el establecimiento de una nueva dependencia: la de los combustibles fósiles. El proceso Haber-Bosch es altamente dependiente de combustibles fósiles porque el hidrógeno necesario habitualmente se extrae a partir del gas natural, y además la síntesis de amoniaco necesita grandes cantidades de energía que mayoritariamente provienen también de combustibles fósiles. El proceso de producción de pesticidas tiene una dependencia similar. Adicionalmente, la alta productividad agraria actual es consecuencia de la motorización de los medios de producción, como los tractores, los arados mecánicos, las sembradoras, los sistemas de riego, las esparcidoras de fertilizantes, las cosechadoras, los robots, los drones..., por no hablar del sistema de transporte y distribución de alimentos a nivel mundial. En definitiva, el «milagro» de la Revolución Verde ha sido básicamente convertir combustibles fósiles en energía alimentaria. Como ha dicho Martínez Alier, «la agricultura moderna significa cultivar con petróleo».[7]

Todo ello ha conducido a una gran paradoja a la que habitualmente no se presta atención suficiente. Como he dicho, las sociedades preindustriales diseñaban y empleaban la tecnología con el fin de capturar más energía del entorno, por ejemplo, haciendo que la tierra rindiera más alimentos. Un requisito de sentido común era que el gasto energético empleado en producir alimentos tenía que ser menor que la energía contenida en los alimentos producidos. Ningún cazador-recolector gastaría más energía cazando y recolectando de la que pudiera obtener de las presas y las plantas

silvestres, como tampoco ninguna familia agraria produciría alimentos que rindieran menos energía que la energía gastada arando, sembrando y cosechando. En suma, para que la actividad fuera sostenible era necesario que la energía neta —la diferencia entre la energía recibida y la gastada— fuera positiva. En caso contrario, los cazadores-recolectores tenían que migrar a otras zonas de mayor abundancia natural y las familias agrarias debían abandonar sus tierras, en ambos casos bajo el riesgo de las hambrunas. Sin embargo, en el caso de las sociedades industriales la situación es sorprendentemente diferente.

En efecto, en las sociedades industriales actuales el coste energético de producir alimentos es mayor que la energía contenida en ellos. Es decir, la energía neta es negativa. La explicación se encuentra en lo que Vaclav Smil llama *agricultura dopada*[8] y Martínez Alier *subsidio fósil*,[9] y que se explica por el hecho de que las sociedades industriales cuentan con un regalo que no estaba disponible para las anteriores: los combustibles fósiles.

Toda la energía que las sociedades preindustriales podían emplear para maximizar la producción de alimentos dependía de los ciclos naturales. Los músculos de los humanos y de los animales dependían de la producción anual de alimento; la madera para construir carros y arados o para usarla como combustible dependía de la capacidad de renovación de los bosques; e incluso los molinos hidráulicos y de viento de la Edad Media dependían del irregular comportamiento de la meteorología. Ninguna de esas fuentes podía incrementarse a voluntad. Por el contrario, las sociedades industriales tienen a su alcance un gigantesco *stock* de energía fósil concentrada, relativamente fácil de obtener y transportar, que se usa casi a discreción mediante máquinas construidas *ad hoc*, y que además no depende de los ciclos naturales. Como el combustible

fósil es tan abundante, aunque sea finito, los precios del carbón, del petróleo y del gas natural han sido históricamente muy bajos, y se emplean regularmente en la maquinaria agrícola y en la producción de pesticidas y fertilizantes. El resultado es la gran paradoja de nuestro tiempo: para producir alimentos gastamos más energía de la que recibimos. Por ejemplo, para producir una kilocaloría de pollo asado, son necesarias cuatro kilocalorías de combustibles fósiles, mientras que para producir una kilocaloría de cordero necesitamos cincuenta y siete kilocalorías de combustibles fósiles.[10]

Como es evidente, esta situación es insostenible a medio y largo plazo una vez que tenemos presente que los combustibles fósiles son finitos. Lo que podemos esperar es que, según avance el agotamiento de los combustibles fósiles, los precios del carbón, el petróleo y el gas natural se incrementen y eso provoque, a su vez, una elevación de los precios de los alimentos. Esto tiene implicaciones sociopolíticas de enorme alcance que abordaré en este libro. Sin embargo, ese no es el único inconveniente de estas tecnologías dependientes del petróleo, y ni siquiera es el más urgente.

Consecuencias ecológicas

Corría el año 1962 cuando la bióloga estadounidense Rachel Carson publicó el libro *Primavera silenciosa*, el resultado de cuatro años de documentación acerca de los efectos perjudiciales que ciertos productos químicos tenían sobre los ecosistemas, como los pesticidas sintetizados en laboratorios. Carson estaba navegando contra la corriente, y la respuesta de la industria química, de la prensa e incluso de parte de la comunidad científica fue implacable.

Como ha contado el biólogo Joandomènec Ros, «hasta el hecho de ser soltera ("solterona") fue utilizado en su contra», pues «la prensa, siempre ávida de sensacionalismo, la calificó de "amante de las aves", "amante de los peces", "monja de la naturaleza", "sacerdotisa de la naturaleza" y otros adjetivos por el estilo».[11] Estas acusaciones se enmarcaban en un intento de desacreditar la denuncia que Carson hacía de los pesticidas.

Hasta ese momento, los pesticidas habían sido vistos como una suerte de bendición o, más exactamente, como una prueba más de que el ser humano transitaba la senda del progreso. Al fin y al cabo, durante miles de años, las cosechas, y por lo tanto la alimentación de los seres humanos, habían estado expuestas a la caprichosa y normalmente desastrosa visita de las plagas. En la Biblia, por ejemplo, las plagas son lo que envía Dios para castigar a los pueblos que desobedecen; y no hay nada que hacer contra ello. Esa impotencia se heredó generación tras generación, en todas las sociedades, hasta que en los años cuarenta del siglo XX se inventaron los pesticidas. Estos productos químicos podían ahora destruir «malas hierbas», insectos y otros organismos considerados perjudiciales para las cosechas, liberando a la sociedad del castigo divino y, en consecuencia, elevando la productividad de la tierra.

No obstante, el argumento de Carson era que la difusión de esos venenos no se restringía a los organismos considerados como plagas, sino que eran «inadecuados para todo ser viviente».[12] Ella denunciaba que tales sustancias podían incorporarse a la cadena trófica y acabar residiendo en los cuerpos de otros seres vivos, incluyendo el de los propios seres humanos. Además, también resultaba que al retirar a ciertas especies de los ecosistemas (por ejemplo, los insectos polinizadores) se alteraba un delicado equilibrio del que dependía el conjunto de especies que lo habitaban. En

definitiva, según expuso lúcidamente Carson, el impacto ecológico iba mucho más allá de la destrucción de los organismos molestos para el ser humano y sus cosechas. Por esa razón, explicó, los insecticidas deberían llamarse mejor *biocidas*.

Rachel Carson escribió su libro unos años antes de lo que Fernández Buey llamó Primavera Ecologista, que para él abarcaba el período entre 1969 y 1973.[13] Más allá de la siempre controvertida datación de fenómenos sociales, hay un amplio acuerdo en que entre la década de los sesenta y el inicio de los setenta del siglo XX tuvo lugar un despertar de la conciencia ecologista en todo el mundo, especialmente en los países más desarrollados. De hecho, si los años sesenta comenzaban con la primera gran advertencia acerca de los impactos ecológicos de los pesticidas, los años setenta se iniciarían con el gran debate sobre los límites del crecimiento económico. Ambas controversias, especialmente la segunda, supusieron una ruptura importante con las creencias previamente establecidas, muy asentadas sobre una idea de progreso ilimitado aderezada con importantes dosis de productivismo sin costes.

Uno de los aspectos innovadores del libro de Carson es que, al estudiar el fenómeno de los pesticidas, en realidad estaba analizando la fotografía completa de los ecosistemas y las muchas interrelaciones que tienen lugar en su seno. No se limitaba a ver solo las partes, sino también sus interrelaciones dentro de un sistema. Estaba, en definitiva, cuestionando el enfoque reduccionista y se inclinaba, en su lugar, por una perspectiva integradora de los fenómenos naturales y de la propia definición de vida, según se ha propuesto recientemente.[14] Dicho de otra forma, ella quería ver el bosque y no solo los árboles. En los años sucesivos, que no pudo ver porque falleció de un cáncer de mama en 1964, tuvieron lugar desarrollos en las ciencias naturales en esa misma dirección, los

cuales conducirían finalmente al establecimiento de una ciencia del sistema Tierra.

Gracias al conocimiento científico acumulado desde entonces, hoy sabemos que las sociedades humanas contemporáneas atraviesan una grave crisis ecosocial que se manifiesta principalmente a través del cambio climático. Este fenómeno es consecuencia del exceso de acumulación de dióxido de carbono (CO_2) y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo que ya ha elevado la temperatura global en superficie más de 1,5 grados Celsius (^oC) por encima del promedio entre 1850-1900. La información disponible en los núcleos de hielo obtenidos en la Antártida muestra que la concentración de CO_2 en la atmósfera entre hace 800.000 años y el año 1850 nunca superó las 300 partes por millón (ppm),[15] mientras que durante el primer tercio del siglo XX se superó esa cifra, y actualmente es ya de 430 ppm. La variabilidad de la temperatura, que se ve afectada también por otros factores, tampoco fue significativa durante los últimos 6.000 años y solo se comenzó a disparar entrado el siglo XX.[16] De hecho, fue a partir de 1850, con la Revolución Industrial ya en marcha en Gran Bretaña, cuando se produjo un incremento progresivo y continuo de la concentración de CO_2 en la atmósfera y, en paralelo, de la temperatura media global.

Dado que las emisiones de CO_2 son un producto de la combustión de los hidrocarburos, y por lo tanto su crecimiento está asociado al mayor nivel de consumo de combustibles fósiles, Paul Crutzen sugirió la fecha en la que James Watt diseñó su máquina de vapor —que él situaba en 1784— como el punto de inicio de la era geológica del Antropoceno.[17] Este concepto sugiere que habríamos entrado en una nueva época de la historia terrestre caracterizada por el gran impacto de la actividad humana sobre el planeta y cuyo comienzo habría tenido lugar con la Revolución Industrial, con consecuencias

como dicho aumento del CO_2 atmosférico y la contaminación de todo tipo en los suelos, las aguas y la propia atmósfera.

La del Antropoceno es una propuesta aún discutida en el seno de la comunidad científica por la falta de marcadores geológicos nítidos y no admitida oficialmente,[18] pero también hay quienes han hecho ver que un impacto significativo del ser humano sobre los ecosistemas podría remontarse a la invención de la agricultura o incluso al descubrimiento del fuego.[19] No es una tarea sencilla delimitar el momento exacto en que la actividad del ser humano se convirtió en una verdadera fuerza geológica. Al fin y al cabo, todos los animales y las plantas transforman el entorno mediante su actividad. Y lo mismo ocurre con muchos microorganismos: por ejemplo, las cianobacterias han sido responsables de la acumulación de oxígeno (O_2) en las aguas y la atmósfera desde hace 2.700 millones de años. Esto supuso la extinción de muchas formas de vida anteriores, pero una de sus consecuencias acabaría siendo la aparición de los animales y otros seres vivos que respiramos oxígeno.

Los seres humanos también alteramos nuestro entorno desde que emergimos en el planeta: la transformación de los bosques mediante el uso del fuego, la extinción de las megafaunas durante el Paleolítico, el cambio en el uso de la tierra con las primeras sociedades agrarias, o la deforestación para usar la madera como combustible son todos ejemplos que preceden al uso de combustibles fósiles y que han transformado la relación entre humanidad y naturaleza de manera notable. Sin embargo, en general, todos esos impactos tuvieron una escala local y, desde luego, no son comparables con lo que vino a partir de mediados del siglo XIX.

De hecho, hoy los efectos del cambio climático (o *crisis climática*, como ya se denomina actualmente) son globales, vastos y penetrantes, y afectan a casi todos los aspectos de la vida en nuestro planeta. Este fenómeno no solo se manifiesta a través de eventos extremos, como inundaciones, sequías, huracanes y ciclones en cualquier punto del mundo y época del año, sino que también desencadena una serie de consecuencias en cascada que alteran la dinámica de los ecosistemas. Por ejemplo, la actual frecuencia e intensidad de estos eventos extremos, unida a la subida de la temperatura promedio, está provocando migraciones forzadas de numerosas especies y la extinción de muchas otras que no son capaces de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas. Este es, además, uno de los factores que facilitan la aparición de nuevas epidemias provocadas por virus y otros patógenos en distintas latitudes, y eventualmente de pandemias de dimensiones globales.

En el caso de la agricultura, el cambio climático tiene también implicaciones directas sobre la seguridad alimentaria. Las nuevas condiciones climáticas están provocando la pérdida de cosechas, lo que se traduce en un aumento de los precios de los alimentos y el empeoramiento de la ya de por sí crítica situación de las comunidades más vulnerables. Esto no solo eleva el riesgo de hambrunas, sino que contribuye a la inestabilidad social y a la lucha por recursos cada vez más escasos, como el agua. El creciente número de refugiados climáticos que migran globalmente de sur a norte es buena muestra de ello. En suma, la crisis climática es el telón de fondo de la inmensa mayoría de los conflictos internacionales de la actualidad.

Aunque los modelos científicos han mejorado su precisión y capacidad predictiva en las últimas décadas, todavía no sabemos (y quizá nunca lo hagamos) el alcance real del daño provocado por el

cambio climático. Lo que sí está claro es que, si no actuamos pronto y rápido, las consecuencias serán catastróficas.

Las transiciones sociales

Hay consenso en que para evitar este curso esperado de los acontecimientos debemos reconstruir nuestras sociedades basándonos en energías renovables. Este es un salto inmenso, especialmente si consideramos que durante los últimos doscientos cincuenta años la sociedad humana ha estado cimentada en el uso intensivo de energía fósil. Dichas fuentes de energía han sido, en última instancia, las responsables de alcanzar el actual nivel de vida.

Este reto nos invita a cuestionarnos no solo nuestros sistemas energéticos, sino también el modelo de sociedad en el que queremos vivir. Surgen entonces algunas preguntas fundamentales: ¿qué tipo de sociedad necesitamos para afrontar los desafíos del futuro? ¿Es posible construir una sociedad a nuestro antojo, como si se tratase de diseñar un proyecto sobre el papel, o existen límites inherentes a la naturaleza y a la organización humana que debamos tener en cuenta? ¿Cuáles son las barreras tecnológicas, económicas y culturales que enfrentamos para hacer posible esta transformación? ¿Cuál es el coste socioecológico del nivel deseado de consumo de energía y recursos naturales? Estas son algunas de las cuestiones que abordaré en este libro.

Para conseguir respuestas adecuadas, recurriré a dos herramientas conceptuales que, en general, son desconocidas para el público: la ciencia del sistema Tierra y la economía biofísica (o economía ecológica). En ambos casos se trata de campos multidisciplinares, por lo que en este libro encontraremos numerosas

referencias a ámbitos de conocimiento tan dispares como la física, la geología, la química, la biología, la ecología, la antropología, la historia o la política. El elemento común que las relacionará será el concepto de *energía*, tan importante como escurridizo.

Como he dicho, la historia de las sociedades humanas puede interpretarse también como una diversidad de experiencias para capturar más energía del entorno natural a fin de desviarla —y distribuirla— hacia las necesidades de la población. Eso significa que el perímetro de lo factible viene determinado por las leyes biofísicas que regulan tanto la entrada de energía solar como sus conversiones posteriores en el planeta. A partir de ahí se producen todas las demás interrelaciones sociopolíticas. Por ejemplo, si queremos tener sociedades humanas numerosas debemos considerar la factibilidad del proyecto teniendo en cuenta los recursos energéticos disponibles, tales como la radiación solar entrante en la biosfera, y la disponibilidad y fertilidad de la tierra, pero también las técnicas, las tecnologías y los modos de organización social (jerárquicos, democráticos, autoritarios, etcétera).

En el fondo, esto es hablar de economía. Desgraciadamente, la ciencia económica se ha desviado tanto de sus propósitos originales que hoy aparece ante el imaginario público como una disciplina ocupada únicamente de la asignación de recursos en los mercados. Pero esta es una visión estrechísima del papel histórico de las sociedades humanas, y apenas aporta nada al debate contemporáneo y a los retos que tenemos por delante. De hecho, la ciencia económica fue fundada originalmente como *economía política*, con un rango de interés mucho más amplio.

Podemos recordar que la economía política se ocupaba del abastecimiento social, es decir, de las formas específicas que cada sociedad tiene para recurrir a la naturaleza (en forma de recursos,

energía o fuerza humana) a fin de producir, distribuir y consumir. Además, otra de las características definitorias de la disciplina, tal y como sus fundadores la entendían, era el estudio de la sociedad humana estratificada en clases, por lo que de manera embrionaria ya existía una íntima conexión entre el estudio de las formas de utilización de los recursos y los diferentes tipos de organización social. En este libro defenderé que la economía biofísica, o economía ecológica, es un desarrollo que cubre adecuadamente este interés original, convirtiéndose en la herramienta principal que necesitamos para responder las nuevas preguntas. Gracias a ella sabremos dentro de qué límites debemos movernos a la hora de pensar y rediseñar sociedades, y modos de producción y abastecimiento social.

Hubo un tiempo en que se pensaba que las sociedades evolucionaban de manera lineal, siguiendo etapas sucesivas y predeterminadas que marcaban un progreso inevitable hacia formas de organización cada vez más avanzadas. Incluso el marxismo, la gran tradición crítica de la economía política, se dejó seducir por esta idea de progreso histórico inevitable. Hoy en día, estas visiones deterministas están ampliamente cuestionadas y han sido desmentidas, y sabemos no solo que las sociedades pueden experimentar retrocesos a lo que se consideran etapas previas, sino que no existe ningún mecanismo que garantice que una sociedad deba transitar por una escalera preestablecida. Lo que existe, más bien, es una red de posibilidades, con la coexistencia de múltiples rutas y caminos alternativos.

En una reacción excesiva contra este planteamiento evolutivo surgieron muchas voces que concebían el cambio social como algo básicamente dependiente de la voluntad humana. En este sentido, las sociedades no estarían encadenadas a ningún destino preestablecido, sino que son construcciones maleables que el ser

humano puede ajustar a su antojo. La creatividad humana, su capacidad para planificar a largo plazo e incluso la fuerza de la acción colectiva son ingredientes que garantizarían que cualquier sociedad que imaginemos sea viable si le ponemos voluntad. Aquí los límites materiales quedan relegados a un papel secundario, puesto que, incluso aunque se reconozcan, se considera que pueden ser superados gracias a la innovación social y tecnológica. Esta visión, sin embargo, subestima la complejidad y la fuerza de factores materiales y estructurales que han pesado en todas las sociedades a lo largo de la historia, siendo la energía y su disponibilidad el principal de ellos.

Mi posición es distinta a ambos planteamientos. Creo que todas las sociedades, tanto las más simples como las más complejas, están ineludiblemente sometidas a límites biofísicos. No es necesario aceptar el determinismo de quienes creían que había algo así como una línea inevitable de progreso para comprender que existen límites materiales, y en particular energéticos, a la hora de construir sociedades.

En la cultura popular, estamos acostumbrados a consumir productos de ciencia ficción que presuponen la inexistencia de límites. Desde *Dune* hasta las sagas de *Star Trek* o *Star Wars*, pasando por series como *The Expanse*, la inmensa mayoría de estas narrativas nos proponen mundos futuristas y realidades distópicas donde la humanidad parece haberse librado de la necesidad de cumplir (entre otras) las leyes de la termodinámica. Si bien eso es garantía de éxito para el entretenimiento, conlleva el riesgo de que se confunda con las posibilidades reales que enfrenta cualquier sociedad, por lo que hay que extremar la precaución cuando hablamos de los límites biofísicos realmente existentes.

Los límites del planeta

La noción de *límites* resulta ajena a la cultura contemporánea, la cual está profundamente marcada por la idea de que el crecimiento económico y el progreso material pueden ser indefinidos. Este marco cultural ha impregnado las instituciones, la política, la educación y hasta las emociones colectivas. En él, la escasez aparece como una anomalía que resolver, y no como una condición estructural del mundo físico. Los límites, cuando se mencionan, suelen percibirse como desafíos temporales que serán superados por la innovación tecnológica o por el mercado, o por una combinación de ambos. El progreso, en este relato, no tiene techo: siempre hay una frontera más allá.

Sin embargo, esta visión es tan reciente como físicamente insostenible. Ninguna sociedad anterior sostuvo durante tanto tiempo —ni con tanta convicción— que podía crecer ilimitadamente en un planeta finito. Las sociedades preindustriales, aunque no necesariamente «ecológicas», estaban estructuradas en torno al reconocimiento de los ciclos naturales, como las estaciones de las que tanto dependían. La cultura contemporánea, en cambio, se ha construido sobre la negación sistemática del límite: de la muerte, de la entropía, del agotamiento. El capitalismo, con su compulsión por la expansión y la valorización continua, ha exacerbado esta negación hasta convertirla en norma social y mandato político.

Sin embargo, esta creencia choca con una evidencia elemental: en la naturaleza, todo proceso está condicionado por límites físicos, biológicos y energéticos. Nuestro propio cuerpo lo demuestra a diario. El metabolismo humano impone restricciones claras a lo que podemos hacer: por más que entrenemos, jamás igualaremos la potencia de un motor de combustión o la capacidad de carga de una

máquina. No podemos volar agitando los brazos ni correr a la velocidad de un guepardo. Lo que sí podemos hacer —y hemos hecho con notable éxito— es diseñar tecnologías capaces de ampliar nuestra capacidad de acción, capturando energía del entorno y redirigiéndola hacia nuestros fines. Este proceso ha dado lugar a un metabolismo exosomático, es decir, un sistema tecnológico y energético externo a nuestro cuerpo que amplifica nuestras capacidades, pero que, al mismo tiempo, depende de recursos materiales y genera residuos.

Este metabolismo exosomático ha sido el fundamento del crecimiento económico moderno. Pero, como todo metabolismo, tiene límites. Necesita energía para mantenerse, materiales para expandirse y un entorno que absorba sus desechos. Ignorar estos límites equivale a desconocer las leyes básicas de la termodinámica y del funcionamiento de los sistemas vivos. Comprenderlos, en cambio, es el primer paso para redefinir nuestro lugar en el mundo y diseñar una economía que respete las condiciones físicas de la vida en el planeta.

Es importante insistir en que la existencia de fuentes limitadas de las cuales se extraen recursos esenciales, como los combustibles fósiles o los llamados *minerales críticos*, implica que hay límites absolutos que no pueden ser transgredidos a nivel global. Cada sociedad dispone de un presupuesto energético que delimita el perímetro de lo posible en cada momento. No obstante, estos límites pueden ensancharse a nivel local a través de la expansión y colonización de nuevos territorios y fuentes de recursos, lo que habitualmente implica tensiones geopolíticas e incluso la guerra entre sociedades y países. Precisamente por eso, el colonialismo, la esclavitud y el imperialismo, tanto en sus formas modernas como contemporáneas, tienen un papel central en este libro.

Hoy, los límites están en gran medida transgredidos, como manifiesta el cambio climático, y eso nos sitúa ante una encrucijada histórica. Como consecuencia, tenemos la necesidad de construir una nueva sociedad con una base energética renovable. Ese reto nos obliga a mirar hacia el pasado, pues lo que estamos pretendiendo hoy en día es, en esencia, revertir el proceso de transición energética iniciado con la Revolución Industrial, cuando el descubrimiento y el uso generalizado de combustibles fósiles transformaron radicalmente la forma en que se organizaban las sociedades.

Cerrar la caja de Pandora

Durante la Revolución Industrial se produjo un cambio de base energética radical y profundo: se abandonaron progresivamente las energías renovables tradicionales, como la madera, en favor de los combustibles fósiles. Este no fue un cambio técnico menor, sino que supuso una transformación estructural. El historiador E. A. Wrigley lo comparó con la apertura de la caja de Pandora, ya que al acceder a estos recursos de forma masiva se abrió la posibilidad de elevar enormemente los estándares de vida materiales de la población, pero a un coste ecológico brutal, cuyos efectos adversos aún no se han manifestado en su totalidad y que, en realidad, amenazan la sostenibilidad de la vida en el planeta.[20]

Cerrar la caja de Pandora tiene, por lo tanto, implicaciones complejas y de gran alcance que rara vez se discuten abiertamente, y que salen mejor a la luz al analizar el proceso de la Revolución Industrial y la transformación que supuso el paso de las economías agrarias hacia las economías industriales.

Como he mencionado, en las sociedades preindustriales la organización económica y social estaba anclada en los ciclos y limitaciones de la naturaleza. La disponibilidad de alimentos para consumo humano, por ejemplo, dependía de la producción de biomasa a través de la fotosíntesis que llevaban a cabo las plantas, y del consumo de algunas de esas plantas por los animales herbívoros que formaban parte de la dieta. Por otro lado, la recuperación de la fertilidad de la tierra requería la restitución de nutrientes del suelo a través de una adecuada gestión del estiércol. Se trataba básicamente de sociedades renovables y sostenibles en la medida en que su reproducción en el tiempo exigía el conocimiento y respeto de los ciclos naturales impulsados por el motor principal de la vida: el Sol.

Ahora bien, desde muy pronto estas sociedades aprovecharon los animales de tiro —como bueyes o caballos— para elevar el rendimiento de la tierra y la productividad del trabajo. La utilización de animales en labores agrícolas y para el transporte permitió producir mayores cantidades de alimento con menos esfuerzo humano, liberando a parte de la población para que se dedicara a otras actividades —como la artesanía, el comercio o la administración—. En este sentido, los animales pueden ser vistos como medios de producción que también requieren de un combustible, en este caso el forraje, que se obtiene del suelo. Pero igual que pasaba con el alimento humano, la disponibilidad de forraje estaba limitada por la fertilidad de la tierra, el clima, las técnicas agrícolas y la gestión de los recursos naturales, mientras que la superficie dedicada a su cultivo competía con la dedicada al consumo humano. En consecuencia, la tierra limitaba la expansión de la producción, así como el crecimiento demográfico de las sociedades.

El verdadero salto en el uso de los medios de producción se produjo con la introducción y generalización de las máquinas impulsadas por combustibles fósiles. Por ejemplo, cuando James Watt mejoró la máquina de vapor y quiso demostrar su utilidad tuvo que recurrir a algo con lo que estaba familiarizado todo el mundo: la potencia de los caballos, que eran los animales más usados entonces en agricultura, transporte y minería. Él calculó que la potencia de un caballo era aproximadamente de 746 vatios (W), lo que asoció con la nueva medida de caballo de potencia (HP, del inglés *horsepower*). De esa manera, su máquina podía llegar a tener una potencia igual a la de 20 HP, que son unos 15.000 W, es decir, unos 15 kW. Fue tan popular esa equivalencia que todavía hoy hablamos de la potencia de los vehículos que usan motores de combustión interna propulsados por gasolina o gasoil usando la medida de caballos de potencia.

Otra forma de ver la cuestión de la potencia es compararla con la capacidad humana. Podemos hablar de «esclavos energéticos» para ilustrar cómo la mecanización y el uso de combustibles fósiles han permitido sustituir enormes cantidades de mano de obra humana. Al fin y al cabo, las capacidades físicas de una persona están limitadas por su metabolismo, y nuestra potencia muscular es muy modesta en comparación con la de los animales de tiro y, desde luego, con la de cualquier máquina moderna. Estas máquinas hacen el trabajo —por ejemplo, transportando cosas— que en las sociedades antiguas requerían el empleo de muchas personas como mano de obra —frecuentemente forzada—. Eso explica por qué en la antigüedad solo la élite podía disponer de esclavos que la transportase en una *lectica*, mientras que hoy en día en los países desarrollados casi todo el mundo puede permitirse transportarse —y a mucha mayor distancia— en coches impulsados por combustibles fósiles.

La principal virtud de los combustibles fósiles es su alta densidad energética, es decir, la gran cantidad de energía que almacenan en poco espacio —por superficie o volumen—. Eso les permite ser usados de manera más eficiente como combustibles en máquinas que ofrecen gran potencia física, esto es, que son capaces de hacer mucho trabajo por unidad de tiempo —como las máquinas de vapor que utilizaban carbón—. Esta característica los convirtió en excelentes sustitutos de las fuentes energéticas tradicionales, como la madera, la cual tiene una densidad energética de veinte megajulios por kilogramo (MJ/kg) frente a los treinta y cinco del carbón.

En las sociedades agrarias la madera se utilizaba como combustible para la construcción de viviendas, para la calefacción de los hogares y, en menor medida, para la obtención de metales a partir de los minerales, además de como material de construcción de todo tipo de edificios, barcos o carros. Todo ello significa que el consumo de madera siempre ha estado relacionado con el crecimiento demográfico de una sociedad, puesto que a mayor población también es superior su demanda. Aunque la madera es un recurso renovable si se gestionan los bosques de manera sostenible, cuando la demanda es tan alta se producen importantes fenómenos de deforestación. Por ejemplo, solo entre 1750 y 1850 se deforestó el 30-35 por ciento de toda la superficie de Europa.[21] En la sustitución progresiva de la madera por carbón, que además de su mayor densidad energética era mucho más barato, ocurrió que los bosques volvieron a recuperar algo de territorio mientras el resto del suelo se dedicaba a nuevas tierras de cultivo para alimentar a una población creciente. En suma, la generalización de los combustibles fósiles ahorró mucha tierra y liberó a las sociedades humanas de la dependencia de esta.

La cuestión de la superficie requerida para la producción de un combustible es relevante, ya que la tierra es un recurso escaso por el que compiten diferentes usos. Casi todo lo que las sociedades agrarias necesitaban tenía su origen en el suelo: el alimento para los animales se obtenía del suelo; el alimento para los humanos se producía en los cultivos sobre el suelo o comiéndose a otros animales herbívoros; la ropa que se ponían requería fibras cultivadas o lana extraída de los animales; y los materiales para la construcción y para el combustible, como la madera, se obtenían de los bosques. En consecuencia, la tierra era el principal factor limitante de las economías agrarias, y si se decidía disponer de más combustible para calentar hogares era necesario incrementar los terrenos dedicados al bosque, reduciendo así los utilizados para otros usos. De ese modo, cuando emergieron los combustibles fósiles en el siglo XIX, se liberó la tierra de la dependencia que tenía de determinados usos, como el combustible. Así, como indicaba anteriormente, al liberarse suelo para que pudiera cultivarse más y más, también se logró un mayor crecimiento de la población.

Las restricciones biofísicas de las sociedades agrarias a veces se condensan en lo que se denomina *trampa malthusiana*, es decir, la imposibilidad que tenían dichas sociedades para hacer crecer la población y sus condiciones de vida al mismo tiempo. Esto cambió a partir de la generalización de los combustibles fósiles, tanto por la ya mencionada liberación de la tierra para otros propósitos como también por el hecho de que las máquinas impulsadas por combustibles fósiles permitían una mayor capacidad de trabajo por unidad de tiempo. Es decir, los combustibles fósiles se encuentran detrás de los espectaculares crecimientos de la productividad desde el siglo XIX.

En efecto, las técnicas e innovaciones agrarias durante toda la Edad Antigua y la Edad Media habían incrementado la capacidad de capturar energía del entorno, por ejemplo, mejorando la fertilidad de la tierra al usar estiércol de mejor calidad y optimizando los procesos de preparación del terreno, sembrado, cosecha, etcétera. Además, la utilización de animales como fuerza de tracción y transporte consiguió también elevar notablemente la productividad del trabajo, es decir, la cantidad de producción que se obtiene por trabajador. Eso permitió un desplazamiento progresivo de la población desde el sector agrario hacia otro tipo de actividades —como las militares, religiosas, administrativas, culturales...—. Pero nada fue comparable al incremento de la productividad que favoreció la mecanización, es decir, la sustitución de trabajo humano y animal por máquinas, especialmente las impulsadas por combustibles fósiles.

Estos procesos de incremento de productividad del trabajo son los que explican, por un lado, la escasa necesidad actual de trabajadores en el sector agrario para producir alimentos suficientes para toda la población y, por otro, la elevación en la calidad de vida de la población en general, especialmente en los países desarrollados. Al fin y al cabo, los procesos de mecanización son equivalentes, como he dicho, a la utilización de «esclavos» en el proceso productivo. Y si los esclavos —en este caso de manera figurada, pues son máquinas— están realizando las tareas más incómodas, el resto de la población puede dedicarse a otras cosas y dispondrá de más tiempo libre. Como veremos en este libro, en gran medida estos «esclavos energéticos» han sustituido a esclavos reales que, tanto en la Antigüedad como en la Edad Moderna, realizaban exactamente esas funciones de captura de energía que liberaba a las élites y al resto de la población. No olvidemos que Platón elaboró su filosofía porque la provisión de energía estaba

garantizada por esclavos humanos, del mismo modo que nosotros disfrutamos de un determinado nivel de vida porque continuamente hay invisibles «esclavos energéticos» —impulsados por combustibles fósiles en su gran mayoría— a nuestro servicio.

Queda claro que este sistema se mantiene sobre una base energética insostenible, pues los combustibles fósiles son finitos y muy contaminantes. Tampoco la energía nuclear es una opción real porque su materia prima también es finita y los riesgos que conlleva, sobre todo la gestión de los residuos radiactivos, son excesivos. Por lo tanto, toca pensar en cómo transitamos a otras fuentes de energía que sean sostenibles y limpias. Ahora bien, un problema que inmediatamente emerge es que las fuentes energéticas renovables, tanto las tradicionales —madera, fitomasa, etcétera— como las modernas —eólica, hidráulica, solar fotovoltaica, etcétera— tienen densidades energéticas menores que las de los combustibles fósiles.[22] Eso implica que incluso en el caso de que pudiéramos sustituir toda la cantidad de energía generada por combustibles fósiles actualmente por energía generada por fuentes renovables, la potencia y, por ende, la productividad resultante sería menor. Y eso nos obliga a replantearnos el propio modo de organización social.

Imperialismo y naturaleza barata

La Revolución Industrial suele describirse generalmente como un proceso de creatividad debido a las brillantes mentes de la época, las cuales estaban inspiradas en los bellos ideales de la Ilustración. A veces también se señala que la Revolución Industrial fue posible porque el gobierno del país pionero, Inglaterra, fue capaz de poner en marcha reformas institucionales, en particular la protección de la

propiedad privada y lo que se ha conocido como modo de producción capitalista, que establecieron incentivos para la innovación tecnológica y el crecimiento económico. En otros casos se señala la disponibilidad e interrelación de los recursos naturales, como el carbón, y las particulares dinámicas internas del mercado inglés. Todas estas explicaciones describen rasgos ciertos, pero también ignoran o minusvaloran el papel fundamental que desempeñó el mercado externo y la provisión de recursos naturales baratos obtenidos mediante la violencia y la coerción.

En efecto, la Revolución Industrial fue posible gracias a la combinación de la transición energética hacia los combustibles fósiles, y de la apropiación de recursos naturales y mano de obra barata a través del sistema colonial. Karl Marx llamó *acumulación primitiva* a este violento proceso por el cual se conformaron los grandes capitales que protagonizaron la Revolución Industrial en Inglaterra y, posteriormente, también en otros países europeos. Como veremos a lo largo del libro, tanto la esclavitud como el colonialismo fueron instrumentos que desde el siglo XVI usaron las principales potencias económicas para incrementar su poder y su riqueza. Primero los imperios ibéricos de Portugal y España, y después los de las Provincias Unidas, Inglaterra y Francia, entre otros, dieron forma al mundo moderno tal y como lo conocemos a partir de sus conquistas, invasiones y guerras militares y económicas.

Los casos del azúcar y del algodón son ejemplos relevantes. Las condiciones técnico-ecológicas para la producción del azúcar exigieron desde el principio ingentes cantidades de mano de obra que debía trabajar en duras condiciones. Las islas atlánticas que formaban parte de los imperios ibéricos, en especial la Madeira portuguesa y las Canarias españolas, fueron los lugares en los que

se instalaron las primeras grandes plantaciones de trabajo esclavo —aunque todavía no africano, sino principalmente guanche—. La rápida exportación de este modelo protoindustrial a América, impulsado por una creciente demanda europea de azúcar para endulzar los alimentos, fue el principal motor del tráfico esclavista en África. A lo largo de varios siglos, Brasil, Barbados, Jamaica, Santo Domingo, Cuba o Surinam fueron algunos de los territorios dedicados prácticamente al monocultivo para la exportación, contribuyendo a la acumulación de riqueza de los terratenientes y mercaderes portugueses, neerlandeses, franceses, ingleses y españoles.

A partir del siglo XVIII, las fortunas amasadas de esta forma fueron casi siempre reinvertidas, de una u otra forma, en las embrionarias industrias del norte global. Estas, a su vez, necesitaban para su desarrollo de las redes imperiales. Por ejemplo, las industrias textiles inglesas dependían de las importaciones de algodón en bruto procedentes de las plantaciones esclavistas, al tiempo que necesitaban en gran medida de los mercados coloniales para vender sus productos manufacturados. En ese negocio estaban implicados también los mercaderes, los distribuidores, los fabricantes de barcos, los financieros, los inversores y otros muchos segmentos de la vida inglesa moderna. Así, la limpia y elegante Inglaterra victoriana descrita en las novelas de Jane Austen se elevaba sobre una red de interrelaciones escritas con la sangre, el sudor y la energía de millones de personas esclavizadas y explotadas. Lo mismo puede decirse, claro está, de todas las demás potencias de la época.

El sistema colonial permitió a los países desarrollados romper con los viejos límites ecológicos existentes a nivel nacional. Como he dicho antes, las economías agrarias estaban condenadas a funcionar dentro de ciertos límites que imponía, en particular, la escasez de

tierra y la competencia entre diferentes usos de esta. La nueva disponibilidad de suelo y recursos hecha posible por el sistema colonial permitió «vivir por encima de las posibilidades». Para referirse a este fenómeno los historiadores hablan de *acres fantasma*, es decir, tierras que no están físicamente dentro de un país, pero que contribuyen a su economía como si lo estuvieran, y se emplea para describir las nuevas opciones abiertas por los combustibles fósiles y por el colonialismo.

De hecho, el uso del carbón liberó algunas de las restricciones que imponía la tierra precisamente por su capacidad para sustituir el uso de madera. Hasta el punto de que en el año 1800 se usaba tal cantidad de carbón que, si en su lugar se hubiera recurrido a la madera, hubiese sido necesario dedicar más de un tercio de todo el territorio de Inglaterra a la producción maderera.[23] Ya para 1827 se hubiera necesitado un 150,7 por ciento de la superficie de Inglaterra y Gales.[24] Y si bien en el caso del carbón se trata de áreas de tierra en sentido figurado, en el caso de los productos generados gracias al colonialismo la idea de *acres fantasma* proporciona una imagen muy literal. Así, las enormes cantidades de recursos a disposición de la metrópoli a través del sistema colonial hubieran sido imposibles de cultivar dentro de sus propias fronteras. El caso del algodón alcanzó una magnitud tal que para 1827 su producción hubiera requerido el 322,8 por ciento de la superficie de Inglaterra y Gales.[25]

Este tipo de interrelaciones entre producción capitalista y provisión barata de recursos naturales —incluyendo fuerza de trabajo— tuvo una consecuencia que a menudo se pasa por alto: permitió que los salarios reales de los países desarrollados se mantuvieran más altos. El salario real depende tanto de la remuneración recibida como de los precios de los bienes que se consumen. En este sentido, la reducción de precios que logró Inglaterra en muchos productos

centrales a través del sistema colonial —algodón, té, especias, azúcar— hizo la vida de los trabajadores ingleses mucho más barata y alivió presiones a los empresarios. Por ejemplo, entre 1750 y 1850, el coste de la ropa de algodón disminuyó un 85 por ciento,[26] lo que supuso que para un trabajador inglés vestirse resultara mucho más barato a finales del siglo XIX que cien años antes. El historiador Robert Allen ha demostrado de forma convincente que, a pesar de las duras condiciones de trabajo de las fábricas y las minas inglesas, la situación de los trabajadores ingleses era mejor que la de sus homólogos en el continente europeo y en Asia.[27]

Aunque las formas de explotación y apropiación han mutado, y hoy apenas existe esclavitud en el sentido antiguo de la palabra, lo cierto es que la lógica subyacente sigue siendo la misma. El hecho de que la población de los países desarrollados pueda vestirse de manera barata, incluso pagando un par de euros por un conjunto entero, o disponer de un *smartphone* barato de última generación, depende fundamentalmente tanto de la explotación laboral como de la apropiación de la naturaleza —y su contaminación creciente— en otras partes del mundo.

Al fin y al cabo, la relación entre el momento de consumo de un ciudadano residente en un país desarrollado y el momento de producción de un producto cualquiera está mediada por una serie de relaciones socioecológicas que atraviesan todo el planeta. Esa mediación es a lo que Naomi Klein llama *zonas de sombra*,[28] es decir, el espacio social en el que se desarrolla la explotación y la apropiación de la naturaleza, y que permanece invisible al consumidor final. De hecho, es invisible porque como consumidores solo vemos precios, y no las enormes transferencias de flujos metabólicos que son necesarias para que esos productos estén listos para el consumo. Pero en esas zonas de sombra tiene lugar un

proceso en el que, tal y como afirma Alf Hornborg, «la creciente ingestión de mercancías por parte del Norte global y extraídas del Sur global es equivalente a absorber las energías vitales de una incontable cantidad de trabajadores de bajos salarios en fábricas, talleres clandestinos, minas y plantaciones».[29]

El consumo de masas característico de los países desarrollados está, por lo tanto, estrechamente vinculado a la explotación y apropiación de la naturaleza en todas partes del planeta. Forma un todo, complejo pero nítido, por el cual se produce una transferencia de recursos y energías baratas a lo largo de una cadena jerárquica de poder. Descifrar estas relaciones invisibilizadas es parte fundamental para la comprensión de no solo cómo funciona el mundo, sino también de cómo debería funcionar en el futuro. En efecto, cuando como consumidores residentes en países desarrollados compramos productos baratos debemos tener en cuenta que ello solo es posible porque detrás hay también baratos costes de transporte —basados en combustibles fósiles—, costes sociales —como los salarios de miseria de la mano de obra— y costes ambientales —como la contaminación y emisión de gases de efecto invernadero.

Un juego de suma cero

La forma en la que los gobernantes creen que operan los resortes de la economía mundial influye de manera determinante en los resultados prácticos. Eso es especialmente válido respecto a la forma en la que evalúan la disponibilidad de recursos y su capacidad para adquirirlos. Los recursos son indispensables para el metabolismo de

las sociedades, y su necesidad es aún más grande para las sociedades más complejas. Pero no todos los recursos son iguales.

Por ejemplo, el oxígeno atmosférico, los alimentos y los combustibles son tres elementos indispensables para las sociedades. Con todo, todavía no se ha producido ninguna guerra entre imperios a cuenta de la disputa por el aire, pero sí tenemos constancia en la historia humana de muchos conflictos militares motivados por los deseos de hacerse con alimentos y combustibles en posesión de terceros. ¿Qué explica esa diferencia?

La clave está en su abundancia o, inversamente, en su escasez. El aire es abundante, y de manera natural hay suficiente para todas las sociedades. En un mundo de abundancia, no hay razones para la guerra. Por el contrario, los alimentos son escasos y, como ya he señalado, su cantidad depende de las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo, la tecnología aplicada a la producción, los métodos de organización social, etcétera. Peor aún ocurre con los combustibles, especialmente con los fósiles, que son escasos y están muy asimétricamente repartidos por la geografía del planeta. Siendo imprescindibles para el metabolismo, es fácil deducir que también son objeto de dura disputa por las diferentes sociedades.

Entre los siglos XVI y XIX, las potencias europeas pensaban que los recursos que necesitaban sus imperios para acumular poder y riqueza eran finitos. Estaba muy asentada la idea de escasez absoluta, lo que significaba que la prosperidad solo podía lograrse a expensas de otros. La economía vista así no era una esfera de cooperación, sino un campo de batalla. Si los recursos productivos eran limitados y decrecientes en su rendimiento —como el caso de la tierra—, la única manera de asegurar el crecimiento económico y la expansión del poder nacional era capturando recursos ajenos. Las implicaciones de esta cosmovisión se tradujeron en infinidad de

conflictos interimperiales que los gobernantes interpretaban como necesarios para la prosperidad de sus naciones. Las guerras imperialistas nacían en gran parte de esta pulsión expansionista, alimentada por la búsqueda de oro y plata, tierras fértiles que cultivar, densos bosques que talar, trabajo barato que explotar, especias que comerciar, combustibles que acumular...

Los historiadores económicos han etiquetado esta época como *mercantilismo*, subrayando que sus defensores tenían una visión del comercio internacional como un juego de suma cero.

En efecto, la visión del mundo de estos mercantilistas se basaba en la creencia de que, como los recursos naturales eran limitados, necesariamente la ganancia de un país era la pérdida de otro. Evidentemente, la cosmovisión mercantilista no era una suerte de protoecologismo basada en una concepción científica de los límites del planeta Tierra. Era más bien el producto de la dura experiencia, pues como ya hemos mencionado en las sociedades preindustriales todas las cosas necesarias para la vida procedían de la explotación de la tierra, que por definición es escasa.

La cosmovisión mercantilista se vino abajo en el siglo XIX, justo cuando Inglaterra había logrado ya industrializarse gracias a las prácticas mercantilistas y al recurso creciente de combustibles fósiles aplicados a las máquinas de vapor. Inglaterra se había convertido en la economía más competitiva del mundo, tras construir un inmenso poder colonial y hundir mediante la violencia a algunos destacados rivales como la India, y ahora era la abanderada del libre comercio. Esa transformación en las prácticas encontró su justificación teórica en el trabajo de David Ricardo, quien elaboró la «teoría de la ventaja comparativa» que todavía forma el corazón de las teorías comerciales actuales.

Esta teoría no es fácil de entender, pero lo relevante es que concluye que el comercio es beneficioso para todas las partes implicadas, no importa cuán avanzada o retrasada esté una economía. Así, el comercio internacional ya no es por más tiempo visto como un juego de suma cero, sino como un juego de suma positiva, donde todos los participantes pueden ganar. Lo que vale intuitivamente para el intercambio de conocimiento, en el que el aprendizaje de uno no supone el desaprendizaje de otro, aparentemente también vale ahora para el comercio internacional.

Las implicaciones políticas de esta nueva cosmovisión no son difíciles de ver. La guerra ya no se presentaba como un recurso inevitable para hacerse con nuevos productos y mercados, pues el comercio era el sustituto perfecto. Eso era lo que pensaban también personas de inclinaciones progresistas y antiimperialistas, como Richard Cobden, quien defendía que el libre comercio era una garantía de paz. Los años que van desde 1846 hasta la década de 1870 son considerados la época dorada del librecambismo británico, con el Reino Unido ejerciendo una hegemonía que se traducía en instituciones liberales que influían y condicionaban el comportamiento del resto de los países. Sin embargo, debe tenerse presente que en muchos casos el Reino Unido impuso el nuevo régimen internacional mediante la violencia, ejerciendo lo que John Gallagher y Ronald Robinson llamaron *imperialismo de libre comercio*.[30]

Con todo, aquella Primera Globalización pronto encontró una reacción contundente en forma de neomercantilismo. Estados Unidos elevó sus aranceles de forma significativa en los años sesenta con objeto de proteger su embrionaria industria, pero fue sobre todo con la Gran Depresión de 1873 cuando países europeos como Alemania o Francia comenzaron a proteger sus economías de la competencia

internacional. Como veremos en el libro, no es difícil encontrar similitudes entre la Primera Globalización y la Globalización Neoliberal. De manera preocupante, aquella reacción neomercantilista del siglo XIX quedó asociada inevitablemente a un reforzamiento del imperialismo y de las conquistas territoriales, razón por la cual el historiador Eric Hobsbawm llamó al período posterior a 1875 *era del imperio*.

Por otro lado, el libre comercio no fue una práctica generalizada hasta después del final de la Segunda Guerra Mundial y, sobre todo, a partir de la década de los años ochenta del siglo XX. Al calor de la nueva potencia hegemónica emergida tras 1945, Estados Unidos, las principales instituciones internacionales promovieron las políticas librecambistas. De acuerdo con esta visión partidaria del libre comercio, que conecta muy bien con los supuestos de la teoría económica neoclásica, los recursos solo son escasos relativamente, no absolutamente. Eso quiere decir que pueden ser escasos para un país, pero que pueden ser obtenidos a través del comercio. Así, el mercado internacional se convierte en la varita mágica que permite que todas las sociedades mejoren sus condiciones de vida sin necesidad de ejercer la guerra contra otros países.

Como en el caso de Gran Bretaña en el siglo XIX, la hegemonía de Estados Unidos también se basaba en la combinación de comercio y poder y, en consecuencia, en no pocas ocasiones Estados Unidos hizo valer sus intereses a través del uso de la fuerza. Sin embargo, la narrativa dominante estableció que Estados Unidos representaba el imperio del libre mercado, los derechos humanos y la democracia. El hecho de que la esclavitud se hubiera abolido en Occidente a finales del siglo XIX y el proceso de descolonización completado a mitad del siglo XX sugería que las sociedades humanas habían encontrado la

fórmula para que todos los países prosperaran en paz: a través del uso del libre comercio.

El problema es que la abundancia aparente (relativa) de los recursos naturales tarde o temprano iba a desaparecer. El metabolismo industrial de las sociedades podía mantenerse en pie dependiendo del creciente consumo de combustibles fósiles y otros recursos únicamente de manera temporal. Solo que los tiempos geológicos no son los tiempos humanos, e incluso un creciente consumo de los recursos era incapaz de agotarlos en unas pocas generaciones. La consecuencia fue que las sociedades humanas naturalizaron esa abundancia de recursos, sin prestar la debida atención a los límites del planeta.

Incluso en el caso de los combustibles fósiles, como el petróleo, que se reconocían públicamente como escasos, las grandes potencias económicas entendieron que la mejor forma de hacerse con ellos era a través del comercio y no de la conquista directa del territorio proveedor. Eso sí, siempre con la amenaza militar sobrevolando, y a veces ejecutada, para garantizar un flujo de suministro suficiente.

Este ha sido el estado de las cosas hasta ahora, cuando la crisis ecosocial ha devuelto a la primera línea el hecho de que todos los recursos naturales son limitados y que, por lo tanto, existe una escasez absoluta que problematiza el libre comercio. En particular, la transición energética que tan imperiosa es para combatir el calentamiento global requiere de recursos naturales sumamente escasos y que están muy desigualmente repartidos por el mundo.

En efecto, los conversores energéticos que transforman la energía solar y eólica en energía eléctrica, así como la electrificación de la flota de vehículos, tienen unos requerimientos muy altos de minerales. Para satisfacer ambas transiciones se ha calculado que

para 2040 será necesario que se multiplique por 42 el consumo de litio, por 21 el de cobalto, por 41 el de níquel, por 25 el de grafito, y por 28 el de cobre.[31] Otros recursos como las tierras raras también verán multiplicado su consumo para satisfacer las demandas de la transición ecológica. Solo en el año 2024, la demanda de litio creció un 30 por ciento, muy por encima del crecimiento del 10 por ciento anual desde 2010, mientras que la demanda de níquel, cobalto y tierras raras se incrementó entre un 6 y un 8 por ciento en el mismo año.[32] El futuro inmediato estará necesariamente salpicado no solo de paneles fotovoltaicos, parques eólicos y baterías eléctricas, sino también de minas.

El abastecimiento de recursos vuelve a estar ligado a la amenaza de violencia o directamente a su ejercicio. La reciente intención expresada por Estados Unidos de anexionarse Groenlandia es, de hecho, un caso sintomático de esta nueva realidad. Y también responde a la misma situación la guerra comercial que Estados Unidos inició contra China, país que tiene prácticamente un monopolio completo sobre la extracción y refinamiento de gran parte de los minerales críticos en disputa. Como resultado, la geopolítica de los recursos del siglo XXI se parece mucho a la del primer imperialismo.

En efecto, el actual enfrentamiento geopolítico entre Estados Unidos y China debe enmarcarse en este nuevo contexto de crisis ecosocial y guerra por la hegemonía. Una potencia económica en declive, Estados Unidos, se resiste desde hace décadas al crecimiento económico e industrial de China. No cabe duda de que un hipotético observador procedente de la segunda mitad del siglo XX se sorprendería al encontrar a Estados Unidos defendiendo políticas proteccionistas y acuerdos bilaterales mientras la China comunista reclama un orden económico de libre comercio y

multilateralismo en las relaciones internacionales. En este libro explicaremos con detalle esa aparente paradoja.

En definitiva, la crisis ecosocial ha vuelto a poner encima de la mesa la necesidad de pensar en los límites, incluyendo los de los recursos naturales. La economía política del siglo XXI no puede seguir apoyándose en los supuestos de abundancia infinita heredados del liberalismo clásico. Lo que está en disputa no es solo el reparto de la riqueza, sino el acceso a los propios fundamentos materiales de la vida. Frente a un neomercantilismo reaccionario que propone un *apartheid* ecológico global, es urgente una alternativa que combine democracia, justicia global y límites biofísicos: un ecosocialismo de los comunes, que reemplace la guerra por la cooperación y la apropiación por el cuidado. En ese mundo, los recursos no deben ser una mercancía ni un botín, sino una responsabilidad compartida.

No en vano, todas estas limitaciones biofísicas nos obligan a reflexionar sobre el hecho de que la creciente escasez de los recursos naturales, entre ellos de los combustibles fósiles o las tierras raras que requiere la electrónica, producirá un encarecimiento de la energía, lo que afecta a los costes de transporte y, por ende, un debilitamiento del atractivo de las importaciones de muchos productos. Dado que la producción de alimentos es también altamente dependiente de los combustibles fósiles, es de esperar, asimismo, un encarecimiento paralelo de los productos agrarios. Todo ello conduce a una reducción de los salarios reales —del poder adquisitivo— de la mayor parte de la población en países desarrollados. Esto, hasta cierto punto, ya está sucediendo en la actualidad y, en consecuencia, sería absurdo negar las implicaciones políticas que tiene esta dinámica para nuestras sociedades.

Esta reflexión introduce algunas preguntas relevantes: ¿cuáles son las consecuencias políticas para una sociedad acostumbrada en las

últimas décadas al consumismo basado en materias primas y mano de obra baratas? ¿De qué manera la población de los países occidentales va a responder ante escenarios donde sus salarios reales se recortan, al tiempo que sus expectativas de vida menguan igualmente? La respuesta a estas preguntas no viene dada de antemano por las realidades biofísicas —aunque estas influyan y condicionen—, sino por la política. En efecto, que nuestras sociedades alberguen la esperanza de futuros más igualitarios y sostenibles depende enteramente de la capacidad para organizar y movilizar a la población en un determinado sentido.

Escenarios de futuro

La posición que mantengo aquí es que los países desarrollados están ya en vías de construir una suerte de país fortaleza, con el objetivo de «privatizar» la adquisición y consumo de la mayor parte posible de los recursos escasos. En el fondo, es una especie de continuidad sobre la dinámica previa, solo que hecha a la luz del día y con un cambio de narrativa justificadora. Ya no se plantea en términos del progreso humano o del crecimiento económico, sino sobre la «seguridad», entendida esta exclusivamente en clave militar.

En el año 1997, un conjunto de científicos identificó diferentes escenarios futuros para nuestra sociedad global.[33] Describieron tres posibles clases de escenarios: el mundo convencional, donde se mantenían los patrones actuales; el mundo de la barbarie, donde se producía un poderoso pero indeseable cambio social; y la gran transición, donde tenía lugar un importante cambio de las bases económicas y sociales, preservando los valores democráticos. El espíritu de este libro se encuentra en el deseo de que nos

ubiquemos en la tercera clase de escenario. Intento aportar tantos argumentos como sean posibles para empujar en esa dirección. Pero no soy ingenuo, pues de momento todo apunta a que nos dirigimos hacia un escenario de barbarie. Y los últimos acontecimientos de política internacional, que han emergido durante la redacción de este libro, parecen confirmar este pesimismo.

No obstante, los autores de aquel informe distinguían para el segundo escenario entre una «barbarie caótica», producto del desorden social, la desintegración institucional y el colapso económico, y una «barbarie fortaleza», caracterizada por una respuesta autoritaria a la amenaza de ruptura. Esta última variante se describía como una en la que se constituían enclaves protegidos, donde las élites salvaguardaban su privilegio controlando a una mayoría social empobrecida a través del control de recursos naturales escasos y mediante la represión, la destrucción ambiental y la miseria. En este sentido, el desarrollo de una derecha política reaccionaria de dimensión internacional responde de manera casi perfecta a este esquema, y se sostiene sobre la incertidumbre y la rabia generalizada en las sociedades occidentales ante una visión del mundo que se desploma.

Comprendiendo estas lógicas subyacentes es más fácil analizar los fenómenos que están teniendo lugar en nuestras sociedades actuales. La disputa por los recursos naturales críticos va a dar forma cada vez de manera más evidente a la geopolítica, las relaciones internacionales y a la vida cotidiana en todo el mundo. Las pasiones y los miedos de la población se están conformando con este telón de fondo, por lo que es importante comprenderlo bien.

En cualquier caso, no quisiera con este libro crear desánimo alguno. Precisamente haciendo virtud del manoseado planteamiento de Antonio Gramsci, todo parte de un «pesimismo de la razón», pero

sigue con el «optimismo de la voluntad». No creo que el sendero descrito en los párrafos anteriores sea inevitable. Al contrario, considero que la mayoría de la población no quiere transitar esa ruta (eco)fascista y, en consecuencia, tenemos que debatir —urgentemente— sobre las opciones que tenemos por delante.

Es aquí donde entra la necesidad de debatir sobre las alternativas económicas al sistema capitalista actual. Para evitar la barbarie, debemos ser capaces de poner enfrente un modelo de sociedad que sea atractivo para la mayoría de la sociedad y que se inserte dentro de los límites biofísicos del planeta, adaptando nuestro modelo de producción y consumo a los presupuestos energéticos de los que dispongamos en cada momento. Dentro de ese marco de análisis introduciré el debate sobre el decrecimiento y el ecosocialismo, que son dos planteamientos que se solapan y que pretenden dar respuestas a los interrogantes que formularé a lo largo de todo el libro. Mi propuesta es en favor de un modelo ecosocialista en el que el criterio rector de las decisiones de producción no dependa de la lógica del mercado —ciega ante la cuestión ecológica—, sino de instituciones democráticas republicanas que permitan el florecimiento cultural y emocional de sus poblaciones.

A veces, la propuesta de las alternativas es leída en clave moral. Y si bien es importante que seamos capaces de ubicarnos en el mundo con empatía hacia el resto de los seres vivos, empezando por la parte pobre, vulnerable y miserable de la humanidad, no pretendo que esa sea la lectura que se haga aquí de manera predominante. Antes al contrario, quiero poner de relieve que la dinámica actual es insostenible en términos biofísicos, no solo ético-morales. Es decir, incluso aunque nos pareciera un estado de las cosas idílico, porque por alguna razón consideráramos justo que nuestro bienestar dependa del sufrimiento de otros, tampoco esto duraría en el tiempo

mucho más. Las bases de este sistema tienen una fecha de caducidad cercana, están hechas de barro.

No hay en mi propuesta ningún elemento que invite a pensar que se trata de algún tipo de añoranza del pasado. El reconocimiento central del papel del sector agrario como proveedor de alimentos no implica el deseo de «retroceder» a una suerte de sociedades agrarias renuentes al empleo de la tecnología, evidentemente. Como intento demostrar en el texto, sería un error renunciar al uso de los medios de producción que nos han proporcionado la acumulación de conocimiento científico-técnico. Por el contrario, debemos ser capaces de optimizar nuestros recursos naturales para dotarnos de técnicas de producción que incrementen la productividad y ahorren fuerza de trabajo. El objetivo, en última instancia, es construir sociedades donde el ocio y el disfrute sean la norma sobre el trabajo duro. En este sentido, una vez que la despojamos de su inconsistente determinismo tecnológico —y ceguera ecológica—, debemos concluir que la utopía socialista sigue teniendo toda la validez.

Guía de lectura

El libro que tienes entre manos se organiza como sigue. En el capítulo primero repasaremos las herramientas intelectuales que tenemos para analizar la actual crisis ecosocial. En particular, cuestionaremos la utilidad de la ciencia económica convencional para diagnosticar la verdadera gravedad del problema y recurriremos, en su lugar, a la economía biofísica o ecológica.

En el capítulo segundo examinaremos la noción de *límites biofísicos*, examinando de cerca el concepto de *energía*. Asimismo,

veremos que, igual que los seres vivos tienen un metabolismo que les permite vivir y reproducirse en el tiempo, las sociedades humanas también. Este metabolismo de las sociedades es lo que nos permite comprender mejor la forma en la que la actividad humana está desbordando los límites naturales y creando graves problemas como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o la contaminación.

En el capítulo tercero nos introduciremos en el estudio concreto de la relación entre la naturaleza y el ser humano. Desde el momento en el que los homininos hicieron uso del fuego a voluntad comenzaron también a transformar de forma radical su entorno, convirtiéndose en agentes activos del sistema Tierra. Sin embargo, la especie humana no siempre ha dispuesto del mismo tipo de organización social, sino que esta ha ido mutando en el tiempo. Frente a las interpretaciones evolutivas, que sugieren que el progreso humano está caracterizado por la sucesión de etapas de desarrollo, insistiremos en que los diferentes modos de subsistencia (cazadores-recolectores, agrarios o industriales) tienen particularidades que proporcionan ventajas y desventajas. En este capítulo examinaremos cómo vivían los seres humanos en las sociedades de cazadores-recolectores.

En el capítulo cuarto estudiaremos el metabolismo de las sociedades agrarias, mostrando cómo se organizaban las sociedades humanas desde hace 12.000 años hasta la Revolución Industrial. En el capítulo quinto estudiaremos las sociedades industriales, poniendo un énfasis particular en el papel central que tuvo la introducción del capitalismo y la nueva dependencia energética que se creó con el uso generalizado de los combustibles fósiles.

En el capítulo sexto estudiaremos cómo el metabolismo de las sociedades industriales dependió históricamente, y depende aún

hoy, de la existencia de recursos naturales, energía, alimentos y mano de obra barata. Repasaremos en particular el rol que desempeñaron la esclavitud y otras formas de trabajo barato, así como los recursos producidos con dicha mano de obra en las colonias. A raíz de la creación de un mercado mundial, en el siglo XVI, se inició un proceso creciente de transferencia de recursos y energía desde la periferia hacia el centro. Este fue uno de los factores que hicieron posible la Revolución Industrial.

Las nuevas formas que adquiere el imperialismo bajo el telón de fondo de la crisis ecosocial serán examinadas en el capítulo séptimo. Ahí estudiaremos los cambios en la división internacional del trabajo y analizaremos cuáles son las implicaciones de la guerra por la hegemonía entre Estados Unidos y China. En este punto, trataremos tanto las recientes guerras comerciales como la renovada disputa por los recursos naturales del siglo XXI.

Finalmente, en el último capítulo abordaremos los aspectos centrales de una alternativa ecosocialista. Para ello, examinaremos el perfil de las propuestas decrecentistas e incidiremos en la idea de que el objetivo es disponer de un metabolismo social que permita vivir dentro de los límites del planeta con las necesidades humanas satisfechas. Aquí también intentaremos rescatar algunas enseñanzas que nos proporciona la historia de los partidos de tradición socialista, de la planificación centralizada y de la búsqueda de un sujeto histórico.

La guerra por la energía es el resultado de muchos años de investigación y de más de dos años de redacción, y he puesto una atención especial en que su lectura resulte amena para todos los públicos. Con esa intención he salpicado el libro con anécdotas históricas que espero que logren hacer más atractivo el material, especialmente para las personas que no están familiarizadas con

algunas de las disciplinas de conocimiento a las que recurro en el texto. Espero haberlo logrado, a pesar de que la magnitud del reto no es desdeñable. De todos modos, abundan las referencias bibliográficas que pueden consultarse en caso de que haya interés en profundizar sobre alguna cuestión.

Un libro así no hubiera podido salir adelante sin las muchas conversaciones y comentarios de los que me he beneficiado a lo largo del proceso de elaboración. Quisiera agradecer especialmente a quienes tuvieron la generosidad de leer partes del texto y me han hecho llegar aportaciones que han enriquecido el documento final: Jesús Ramos, Joan Martínez Alier, Carlos Briones, Jorge Riechmann, Jordi Roca, Yayo Herrero, Salvador López Arnal, Ángel Martínez González-Tablas, David Gangutia, Eduardo Garzón, Jesús Felipe, Alberto Garzón Blanco, Anna Dassy, Viviane Dassy, Daniel Ayllón, Ezequiel Rodríguez, José Miguel Ahumada, Salvador Arijo, Mario Rueda, Manu Gracia, María Eugenia Ruiz-Gálvez, Pepa Beiras, Pablo Jiménez, Jorge Martínez, Daniel Cebrián, Desiderio Cansino, Samuel Romero, Xan López, José Luis Rodríguez, Juan José Lupión y Beatriz Domínguez.

Málaga y Rivas Vaciamadrid, 2025

1

Un nuevo marco para analizar la crisis ecosocial

Estados Unidos logró probar con éxito la bomba de hidrógeno en noviembre de 1952, tras un largo proceso de gestación dirigido por el científico Edward Teller. Se trata de un arma que puede ser hasta mil veces más potente que la bomba atómica, y precisamente por eso mismo parte de la comunidad científica estaba en contra de su desarrollo. El propio Robert Oppenheimer, líder científico del proyecto que había construido la bomba atómica —y antiguo compañero de Teller—, se opuso frontalmente.

Sin embargo, Estados Unidos se encontraba en 1952 en pleno momento reaccionario.[1] Aquella época, en los inicios de la Guerra Fría, estuvo caracterizada por la represión política, el espionaje y la acusación, casi siempre sin pruebas, de simpatía por el comunismo a funcionarios, científicos, artistas y políticos, entre otros. El propio Oppenheimer fue víctima de esta caza de brujas, como lo habían sido antes su hermano y muchos de los mejores físicos estadounidenses de aquel tiempo.[2] La ciencia parecía encontrarse ante el enorme dilema de elegir entre servir a los intereses de la destrucción o a los intereses de la paz. Con todo, la conciencia colectiva era ya clara: el planeta corría el riesgo de ser destruido, y con él también toda la vida en la Tierra.

Paradójicamente, en aquellos años ni siquiera se conocía con precisión cuál era la edad de la Tierra. Fue durante aquel contexto de miedo y represión de los años cincuenta en Estados Unidos cuando el geoquímico Clair Patterson, que llevaba más de cinco años recogiendo muestras de meteoritos caídos en la Tierra, proporcionó la fecha que hoy consideramos correcta: 4.550 millones de años. La larga controversia sobre la edad de nuestro planeta encontró una vía de salida cuando Ernest Rutherford[3] descubrió la desintegración radiactiva en 1904, lo que permitiría desarrollar la técnica que se conoce como *datación radiométrica* y que consiste, básicamente, en calcular el tiempo de existencia de las sustancias radiactivas presentes en las rocas u otros materiales.

El geólogo Arthur Holmes había utilizado en los años veinte tales técnicas para hacer una estimación, y en 1946 anunció que la Tierra tenía al menos 3.000 millones de años. Otros científicos propusieron cifras similares.[4] El problema era que para conocer la edad real de la Tierra era necesario disponer de rocas que se hubieran formado junto con el planeta, lo que era sumamente complicado porque, entre otras cosas, las primeras fases del planeta fueron tan calientes que toda roca se fundía. Para evitar estos problemas, Patterson buscó meteoritos que, según pensaba (con acierto) estaban formados por los mismos materiales que la Tierra.

El proceso que utilizó Patterson consiste en calcular la velocidad a la que el uranio, un elemento radiactivo, se descompone en plomo. Una vez que se conoce esa velocidad, que es siempre la misma, se puede medir la proporción existente de plomo/uranio para conocer la edad del mineral analizado. En todo caso, cualquier científico debe tener cuidado para evitar trabajar con muestras contaminadas, ya que entonces el reloj radiactivo puede llevar a equívoco. En efecto, Patterson se encontró con que muchas rocas estaban contaminadas

con plomo, lo que distorsionaba los cálculos. De alguna manera, las rocas en superficie quedaban contaminadas mediante el contacto con la atmósfera. Solventó la situación haciendo uso de un laboratorio esterilizado, pero la cuestión de la abundancia del plomo le dejó pensativo. Así que decidió investigarlo.

En su búsqueda de respuestas innovó un método para estudiar la composición de la atmósfera del pasado, para el cual requería en primer lugar obtener trozos de hielo de Groenlandia. Se trata de un método que se usa actualmente, aunque refinado, para analizar la evolución histórica del CO_2 en la atmósfera, y que nos ha permitido conocer los cambios en el clima a lo largo de la historia. El descubrimiento de Patterson fue que el plomo se había disparado en la atmósfera a partir de 1923, coincidiendo con el comienzo de la comercialización del tetraetilo de plomo como aditivo a la gasolina —algo que servía para mejorar la eficiencia de los motores de los automóviles—. Muy pronto descubrió que el plomo era también inhalado por los seres humanos y que resultaba muy tóxico para la salud, especialmente en niños. La presión incansable de Patterson condujo a que en 1986 se retirara el plomo de la gasolina de Estados Unidos.[5]

El descubrimiento de Patterson y su campaña para eliminar el plomo del mercado no fue el único de los movimientos de este tipo durante aquellos años. Desde la década de los sesenta, numerosos libros y artículos elaborados por científicos comenzaron a enviar señales de alerta respecto de los problemas que causaban diferentes aspectos del modelo de producción y consumo o, incluso, del sistema mismo. Los años sesenta y setenta han sido considerados por Fernández Buey como una «primavera ecologista», y para muchos activistas supusieron un salto desde la preocupación exclusiva por la aniquilación de la vida mediante bombas o

accidentes nucleares, hasta la preocupación adicional e igualmente importante por la destrucción del medio natural por otras vías distintas.

Han pasado más de cincuenta años desde aquella «primavera ecologista» y los seres humanos nos seguimos encontrando ante la mayor amenaza de nuestra historia como especie. Aparecimos hace aproximadamente 300.000 años, pero la mayor parte de nuestra historia hemos vivido en sociedades de cazadores-recolectores, usando fundamentalmente la energía que nos proporcionaban nuestros músculos. Con la invención de herramientas y utensilios —por ejemplo, para la caza, la cocina o el transporte— vimos aumentada nuestra capacidad para usar energía, lo que aprovechamos para hacer más complejas nuestras sociedades. Durante prácticamente todo ese tiempo el progreso material fue realmente lento, y en muchos momentos casi inexistente. Lo que hoy conocemos como *crecimiento económico* es un fenómeno realmente reciente, de hace menos de doscientos años.

Durante las sociedades agrarias aprendimos a capturar más energía del entorno, y en particular logramos que más energía solar se convirtiese en alimento para un mejor sostenimiento de poblaciones crecientes. El *pero* fue que exigió más trabajo y más duro, además de peores condiciones de salud y nuevos modos de organización social que implicaban jerarquías e incluso nuevas instituciones como la esclavitud. Además, la deforestación comenzó a ser un problema a medida que se requerían cada vez más áreas de terreno para los cultivos. Con todo, el crecimiento económico siguió siendo muy limitado a lo largo de los siglos.

Sin embargo, con la Revolución Industrial la especie humana aprendió a recurrir como fuente de energía a los combustibles fósiles que se encuentran mayormente enterrados en el subsuelo. Gracias a

ello, se produjo un incremento brutal del uso de la potencia energética y, por ende, de nuestras capacidades para hacer mucho más trabajo en menos tiempo. Como consecuencia, la civilización moderna pudo despegar con sus enormes infraestructuras, un sistema de transportes global y rápido, maquinaria pesada para realizar obras faraónicas, y tecnologías para ahorrar duros trabajos a los humanos, entre otros beneficios.

Pero todo tiene un precio. Durante los últimos doscientos años también hemos ido conociendo mejor cómo funciona nuestro planeta y cómo nos vinculamos a él. Ese proceso de descubrimiento de nuestro contexto ha ido parejo a la creciente conciencia de que realmente somos parte de la naturaleza y no un agente todopoderoso que puede manejarla a su antojo. Por el contrario, hemos descubierto que el coste de nuestro ascenso a la civilización moderna es ni más ni menos que el desequilibrio del entorno natural del que depende la vida. Ahora se cierne sobre nosotros una enorme crisis ecosocial que afecta no solo a la especie humana, sino al conjunto de la vida en el planeta.

Durante demasiado tiempo, la forma en la que hemos analizado nuestra presencia en el planeta ha sido esclava de una visión reduccionista, según la cual podíamos analizar pequeñas dimensiones de la vida sin necesidad de observar otras. Las disciplinas científicas se fueron desplegando a lo largo del siglo XIX de manera cada vez más aislada unas de otras, lo que hizo muy difícil el diálogo entre ellas y cegó la posibilidad de obtener un entendimiento más completo. Todavía hoy, cuando somos ya plenamente conscientes de los problemas de una aproximación como esa, hay muchas disciplinas, como la economía, que permanecen encerradas en sí mismas y sin capacidad alguna para entender de verdad cuál es la magnitud de nuestros retos. Lo que

necesitamos, al contrario, es un nuevo marco conceptual que integre los conocimientos de las ciencias naturales y sociales.

1.1. De la Ilustración a la ecología: el legado de Alexander von Humboldt

En los albores del siglo XIX, París palpitaba con un ansia científica que eclipsaba a todas las demás metrópolis europeas. Todo científico o aspirante a serlo deseaba visitar la capital francesa, intercambiar conocimientos y estar a la vanguardia de los nuevos descubrimientos e invenciones. El apoyo sin igual que el gobierno de Francia brindaba al florecimiento de la ciencia atraía a mentes brillantes de todo el continente.

Napoleón Bonaparte, que gobernó el país como cónsul vitalicio desde 1799 y como emperador desde 1804, fue miembro de la Academia de las Ciencias,[6] y bajo su mandato se forjó un verdadero «imperio de las ciencias».[7] Esta relación entre ciencia y poder no solo resultaba de la influencia de la Ilustración y del deseo de ampliar el conocimiento sobre el universo, sino que también se derivaba de la concepción de la ciencia como un instrumento para la dominación y la colonización de otros países.

Durante la campaña militar napoleónica en Egipto, por ejemplo, casi setenta científicos acompañaron al ejército. A lo largo de dos años, exploraron, investigaron y analizaron minuciosamente el territorio y la cultura del país invadido. Fruto de esa expedición nació la *Description de l'Égypte*, una obra magna de veinte tomos que se convirtió en un icono de la ciencia francesa y europea. Sin embargo, como ha ocurrido con todas las potencias coloniales, muchos tesoros

del patrimonio de los países derrotados y colonizados pasaron a engrosar los museos del vencedor.

Dos influencias sucesivas moldearon el ascenso de Napoleón: la Revolución francesa de 1789 y la Ilustración del siglo XVIII. París había sido la cuna de una revolución política que abrió las puertas de la historia hacia la modernidad. Los propios revolucionarios, conscientes de la magnitud de los cambios, crearon un nuevo calendario con el equinoccio de otoño de 1792 como año primero. Nada volvió a ser igual en Europa ni en el mundo tras aquellos acontecimientos, los cuales alcanzaron su clímax con la violenta deposición de la monarquía absoluta borbónica mediante la guillotina. Aunque Napoleón luego mutilara y deformara aquella revolución, su obra y pensamiento son incomprensibles sin esta ascendencia ideológica.

A su vez, la Revolución de 1789 sería ininteligible sin las ideas germinadas durante la Ilustración. En el siglo XVIII, la sociedad europea, y la francesa en particular, atestiguó la difusión de ideas que exaltaban la razón, defendían la aplicación del pensamiento científico, profesaban una fe ciega en el progreso y propugnaban, aunque con contradicciones considerables —como el apoyo al sistema colonial—, la universalidad de los derechos políticos. Esto colisionaba con la realidad de unos países europeos mayoritariamente regidos por monarquías absolutistas. De hecho, los autores ilustrados —como Voltaire, Montesquieu o Diderot— se inspiraron en gran medida en las críticas que los pueblos indígenas de América, víctimas de genocidio e injustamente tildados de bárbaros, hacían de las instituciones europeas.[8] En este contexto de efervescencia intelectual, las ideas ilustradas conformaron el marco ideológico en el que se desplegarían las grandes ideologías modernas en los siglos venideros.

La influencia de la Revolución francesa trascendió con creces las fronteras del país galo. No solo porque los ejércitos napoleónicos llevaron consigo un programa de reformas modernizadoras que aplicaron en los territorios conquistados, sino porque, sin mediar la fuerza bruta, muchos pensadores de todo el orbe se sintieron atraídos por las nuevas ideas revolucionarias. El viejo mundo feudal estaba siendo cuestionado y socavado, y fueron legión quienes se sumaron al proyecto de su demolición.

El joven Alexander von Humboldt fue uno de ellos. Miembro de una acomodada familia prusiana, tenía veinte años cuando estalló la Revolución francesa. Aunque creció rodeado de pensadores ilustrados que le inculcaron una orientación ideológica liberal, los acontecimientos de 1789 marcaron su cosmovisión. En 1804, atraído por el florecimiento científico de París, Humboldt llegó a la capital francesa para desarrollar su obra en el campo de la filosofía natural.[9] Allí conoció y trabó amistad con quienes serían grandes nombres de la ciencia moderna, como Louis Joseph Gay-Lussac, Georges Cuvier o Jean-Baptiste Lamarck.[10] Más tarde entablaría también relación con otros eminentes científicos como Justus von Liebig, François Arago, Charles Lyell o Joseph Dalton Hooker.

En su vuelta a la capital francesa, Humboldt ya había realizado sus famosos viajes por América Latina, en los que registró concienzudamente gran parte de la riqueza natural y física del continente. Gracias a ello había realizado importantes contribuciones en diversas disciplinas científicas.[11] Además, se le considera uno de los primeros ecologistas por haber cuestionado en sus escritos la tala indiscriminada de árboles, explicado las funciones de los bosques dentro de los ecosistemas y puesto de manifiesto cómo el ser humano estaba alterando radicalmente el clima, anticipándose a las preocupaciones ambientales actuales.[12] Fue también uno de los

primeros en relacionar el colonialismo con la destrucción ambiental de una manera crítica.[13]

Humboldt fue un gran explorador, pero también un agudo crítico social. Se manifestó radicalmente en contra de la esclavitud y del régimen colonial impuesto por España en América. Continuaba así la senda abierta siglos antes por Bartolomé de las Casas al denunciar los excesos del Imperio español en las tierras conquistadas. Además, Humboldt se opuso frontalmente al sistema esclavista de Estados Unidos y, a lo largo de décadas, expresó repetidamente su repulsa al mismísimo Thomas Jefferson —quien fue el tercer presidente estadounidense—. A diferencia de la mayoría de los europeos de su tiempo, incluido el propio Jefferson, Humboldt no consideraba salvajes a los pueblos indígenas, sino que admiraba sus conocimientos y cultura.

A pesar de ser un hombre de su época, Humboldt se rebeló contra la visión antropocéntrica que dominaba el incipiente pensamiento científico del momento, el cual consideraba que la naturaleza debía estar subordinada al ser humano. Además, reclamó un enfoque integral para comprender la compleja red del mundo natural. Influenciado por el pensamiento organicista de su amigo Goethe y de los filósofos románticos, rechazó la concepción mecanicista del universo. Muchos autores anteriores —como Galileo, Newton o Descartes— habían pensado que las matemáticas eran el lenguaje del universo, y que este podía ser descifrado si se empleaban la razón y el método adecuado, y se hizo habitual la comparación del universo con un reloj y de la naturaleza con una máquina. Por el contrario, Humboldt concebía el cosmos como una totalidad orgánica, donde cada elemento estaba interrelacionado con los demás. Aunque valoraba los métodos rigurosos propios de la ciencia moderna, consideraba que el objeto de estudio debía abordarse no

como una máquina de partes inconexas, sino como un todo integrado. Este enfoque holístico sería rastreable luego en las bases de disciplinas como la ecología.

Humboldt murió en 1859 a los ochenta y nueve años, desencantado con la política y entristecido por el avance de las fuerzas reaccionarias en Europa. Se sentía profundamente enfadado por el auge del esclavismo en Estados Unidos, pero también llegó a decepcionarse con su otrora amigo Simón Bolívar por la deriva autoritaria que este había emprendido. De acuerdo con sus planteamientos, el espíritu revolucionario de 1789 parecía extinto, lo que motivó su alejamiento de los asuntos políticos. Los últimos años vivió como asesor del emperador prusiano, pero, sobre todo, entregado a la redacción de su obra magna, *Cosmos*.

En esta obra enciclopédica, fruto de décadas de trabajo y de los datos recabados en sus expediciones e intercambios epistolares con científicos de todo el mundo, Humboldt describió minuciosamente las características biofísicas de nuestro planeta desde una perspectiva holística. Este enfoque innovador le ha valido con el tiempo el reconocimiento de haber sido uno de los precursores de la moderna ciencia del sistema Tierra.[14]

1.2. El descubrimiento del cambio climático

Jean-Baptiste Joseph Fourier fue un matemático de orígenes humildes que abrazó la causa jacobina antes de convertirse en amigo personal de Napoleón. Fourier participó en la expedición a Egipto, y fue nombrado secretario perpetuo del Instituto de Egipto —cuyos objetivos declarados eran el progreso y la propagación de las ideas ilustradas—. Más tarde, ejercería como prefecto de Isère,

manteniendo el cargo a pesar de los vaivenes políticos, desde el Imperio hasta la Restauración borbónica.[15]

Tras su ingreso en la Academia de las Ciencias en 1817, vetado dos veces por la monarquía reinstaurada, se consagró por entero a la ciencia. Fue entonces cuando, estudiando los gases y el calor, descubrió el papel de la atmósfera en el calentamiento climático.[16] Por primera vez se describía rigurosamente lo que hoy conocemos como *efecto invernadero*, así llamado porque en un invernadero el calor se retiene, ya que entra a través de los cristales sin poder escapar.[17] Fourier seguía en esto los pasos de Edme Mariotte, quien en 1681 había observado que, a diferencia de la luz solar, el calor de otras fuentes no atravesaba fácilmente el vidrio y otros materiales transparentes.

Hoy sabemos que la atmósfera es una capa de gases con propiedades diversas según su composición molecular. Algunos, como el vapor de agua, el metano y el CO_2, permiten el paso de la radiación solar de onda corta, procedente del Sol, pero retienen la radiación de onda larga emitida por la Tierra. Como una manta que durante una noche invernal no nos proporciona calor, sino que retiene el que escapa de nuestro cuerpo. Así, la atmósfera actual mantiene la Tierra más caliente de lo que estaría en su ausencia, ampliando las zonas habitables del planeta.

Sin embargo, Fourier no llegó tan lejos. Él había teorizado que el calentamiento global podría ocurrir, pero no sabía explicar cómo ni qué gases de la atmósfera serían los responsables. La respuesta correcta llegó en 1856 por parte de la científica estadounidense Eunice Foote, quien realizó un experimento que demostró que el CO_2 y el vapor de agua retenían el calor. Foote quiso presentar sus conclusiones a la reunión nacional de científicos americanos, pero debido a que era mujer no pudo leer ella misma su investigación. Lo

hizo un hombre en su lugar. Unas semanas más tarde logró publicar un artículo en la *American Journal of Science*, editada por el científico John Tyndall. En aquel texto, Foote anticipó que una atmósfera compuesta por CO_2 proporcionaría a la Tierra una alta temperatura. Su trabajo pionero, sin embargo, quedó sepultado cuando, tres años más tarde, el editor Tyndall publicó un nuevo artículo en el que incluía —sin citar— las conclusiones de Foote. La pionera del descubrimiento del vínculo entre el CO_2 y el cambio climático pasó al olvido, y solo desde hace unos pocos años ha sido recuperada en la historia científica.[18]

En 1895, el físico y químico Svante Arrhenius también apuntó específicamente a la responsabilidad del CO_2 como desencadenante de los avances o retrocesos de los glaciares, los cuales a su vez retroalimentaban el calentamiento o enfriamiento de la Tierra. Con ello describía una conexión muy íntima entre la composición de la atmósfera y el cambio climático, y de hecho Arrhenius concluyó que doblar la concentración de CO_2 en la atmósfera implicaría un calentamiento de 4 a 6 ^{o}C —hoy sabemos que los cálculos exactos supondrían un rango de 2,5 a 4 ^{o}C.[19]

Fue Guy Stewart Callendar quien en 1938 sugirió que el aumento del 10 por ciento en el CO_2 desde 1890 hasta 1938 se debía a la quema de combustibles fósiles. El ingeniero inglés, como otros científicos contemporáneos, no se angustió demasiado, y lo consideró un fenómeno positivo que retrasaría la siguiente glaciación. Ya se sabía entonces que el clima había variado mucho históricamente, incluyendo etapas glaciales menos propicias para la vida. La novedad era que, por primera vez, se señalaba directamente a la intervención humana como causa de los cambios climáticos.

Tras la Segunda Guerra Mundial, se realizaron las primeras mediciones rigurosas que demostraron sin género de dudas que se estaba produciendo un calentamiento climático. Además, se avanzaba en la comprensión del ciclo del carbono, lo que explicaba la acumulación de CO_2 en la atmósfera. Por otra parte, en los años setenta se descubrieron otros gases de efecto invernadero, como el metano, el óxido nitroso y los clorofluorocarbonos. Esta cronología muestra cómo la ciencia ha ido acumulando pruebas de la implicación humana en los cambios climáticos radicales desde la Revolución Industrial.[20]

Hoy la evidencia científica es abrumadora. En 1958, Charles David Keeling comenzó a registrar los datos de concentración de CO_2 en la atmósfera, dando lugar a una serie temporal de alta precisión que continúa hoy en día y que nos permite comprobar el aumento tan alto de emisiones durante los últimos setenta años. En 1958, la concentración de CO_2 en la atmósfera era de 315 partículas por millón (ppm), mientras que en abril de 2025 era ya de 429 ppm.

Estos datos, junto a los de otros observatorios globales, se pueden comparar con los obtenidos de burbujas de aire atrapadas en los hielos de Groenlandia y la Antártida. Estas muestras revelan que la concentración de CO_2 era mucho menor durante la última Edad de Hielo que en el Holoceno, el cual comenzó hace unos 12.000 años. Desde entonces y hasta 1750, la cantidad de CO_2 se mantuvo estable en torno a 250 ppm, aumentando drásticamente desde la Revolución Industrial. En los últimos doscientos años, y especialmente en los últimos setenta, coincidiendo con la globalización posterior a la Segunda Guerra Mundial, los niveles de gases de efecto invernadero se están desequilibrando peligrosamente. La consecuencia, bien conocida, es el calentamiento

global: el aumento de la temperatura media de la Tierra y las disrupciones que conlleva.

Hoy sabemos también que, a diferencia de lo que creía Callendar, un calentamiento tan rápido desequilibra el sistema Tierra de un modo que hace casi imposible la adaptación de millones de especies y ecosistemas. Por otro lado, el sistema Tierra es tan complejo que, a pesar del creciente conocimiento acumulado en las últimas décadas, es imposible precisar la magnitud de los impactos futuros del calentamiento global. No obstante, los modelos actuales del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) describen un panorama alarmante.

El último informe del IPCC —en el momento de escribir estas líneas—, de marzo de 2023, calcula que la temperatura media global ya está en 1,1 °C por encima de los niveles preindustriales.[21] Esto está provocando anomalías climáticas como sequías y temporales extremos, pérdida de biodiversidad, alteración de los ciclos biológicos y otros fenómenos con enormes costes económicos, sociales y políticos. Para mitigar estas consecuencias, los Acuerdos de París de 2015, firmados por más de cien países, fijaron el objetivo de limitar el aumento de temperatura a 1,5 °C para finales de siglo. Sin embargo, las estimaciones científicas más recientes indican que, de seguir la trayectoria actual, la temperatura ascenderá entre 2,4 y 2,8 °C al acabar el siglo.[22] Este escenario tendría consecuencias desastrosas para todos los ecosistemas y sociedades humanas, con costes incalculables que ponen en riesgo la vida misma en el planeta.

Jim Skea, presidente del IPCC, ha recordado que «está claro que 2 grados es peor que 1,5, pero no hay un cambio brusco con 1,5 grados, como si se llegara a un precipicio. Los riesgos aumentan de forma gradual a medida que suben las temperaturas y cada fracción

de grado importa. Esto supone riesgos muy importantes para algunas partes del mundo, riesgos incluso existenciales, pero en áreas específicas y por razones específicas».[23] En todo caso, prosigue Skea, «nos adentramos en territorio desconocido porque hay muchas incertidumbres sobre algunos impactos de este calentamiento».[24]

Ahora bien, aunque el cambio climático es la expresión más característica de los impactos ecológicos del ser humano sobre la Tierra, no es ni mucho menos la única. Sabemos de ellos gracias al desarrollo del conocimiento científico, el cual poco a poco fue sentando las bases para el desarrollo de un nuevo campo integrador: la ciencia del sistema Tierra, que se explorará a continuación.

1.3. El Antropoceno y los desafíos de la ciencia del sistema Tierra

La actividad científica experimentó una transformación significativa a partir del siglo XVII. Inicialmente caracterizada por la investigación individual y no regulada, impulsada por la curiosidad y financiada con los fondos de los propios investigadores o por sus mecenas y reyes, la ciencia fue gradualmente institucionalizándose y profesionalizándose. Con el surgimiento de las universidades modernas, los científicos se vieron sujetos a reglas específicas, y sus investigaciones comenzaron a ser financiadas por gobiernos o entidades privadas con objetivos concretos.

Este cambio tuvo dos consecuencias principales. En primer lugar, la visión holística de la filosofía natural fue reemplazada por un amplio abanico de disciplinas fragmentadas y aisladas entre sí.[25] No sería hasta bien entrado el siglo XX cuando estas barreras

comenzarían a derribarse, para dar paso a teorías más integradas —en la línea de las intuiciones de pensadores como Humboldt—. En segundo lugar, la ciencia se convirtió en una herramienta crucial para los gobiernos en tiempos de guerra. De hecho, muchas de las tecnologías que utilizamos hoy en día, como el radar, los ordenadores e internet, tienen su origen en la investigación militar financiada con fondos públicos.

Gran parte de los datos en los que hoy se fundamenta todo el conocimiento sobre cómo funciona nuestro planeta también tuvieron un origen militar. Es más, durante la Guerra Fría, la monitorización del clima global se convirtió en una estrategia fundamental para anticiparse a los posibles movimientos militares del enemigo y poder diseñar mejores estrategias de combate en caso de necesidad. El físico James Lovelock, autor de *La hipótesis Gaia*, reconoció que «apenas era consciente de que los vehículos de lanzamiento que llevaban nuestros experimentos a Marte y más allá jamás habrían sido construidos con fines exclusivamente científicos», tras lo cual concluía: «Éramos los jinetes de los caballos de guerra de la contienda silenciosa entre la Unión Soviética y Estados Unidos».[26]

Aquel mejor conocimiento de cómo funciona la naturaleza tuvo como consecuencia que los años sesenta y setenta fueran testigos de una creciente preocupación por el medioambiente por parte de la población general. De hecho, el concepto *medioambiente* entró en el debate público precisamente en la década de los sesenta cuando se comenzó a entender que los seres humanos son parte de la naturaleza y que tanto afectan como son afectados por los ecosistemas.[27]

Lo cierto es que desde el mismo despegue del capitalismo industrial existieron movimientos políticos que reaccionaron ante los crecientes impactos ecológicos del modelo de producción y

consumo. Lo que algunos autores llaman *protoecologismo* tuvo dos expresiones distintas: el conservacionismo burgués y el ambientalismo obrero.[28] El primero fue una reacción elitista de las clases acomodadas con objeto de proteger ciertos parajes o zonas naturales de la creciente destrucción del primer capitalismo, siempre por motivos de ociosidad y disfrute —para sus paseos o para preservar la actividad de la caza—. El ambientalismo obrero, en cambio, fue una reacción nacida desde los estratos desposeídos. La clase obrera industrial unió desde el principio demandas sociolaborales con demandas ambientales, pues a las larguísimas jornadas laborales se sumaba un contexto urbano invadido por la contaminación del aire, el agua y los alimentos.[29]

Sin embargo, fue ciertamente en la década de los años sesenta y setenta cuando el conocimiento científico en materia ecológica se fue consolidando, lo que influyó notablemente en la conformación de nuevos movimientos sociopolíticos. Como dice Jorge Riechmann, «desde entonces sabemos con certidumbre científica que la civilización que Europa propuso al mundo entero a partir del siglo XVI (expansiva, colonial, patriarcal y capitalista) no tiene futuro».[30] Eso explica, por ejemplo, la fuerza que tuvo el movimiento antinuclear en todo Occidente, especialmente en Estados Unidos, pero también en España. La famosa organización Greenpeace tomó forma entre 1969 y 1972 con el objetivo de detener las pruebas nucleares que para entonces estaban realizando las potencias atómicas.

La posibilidad de destrucción nuclear era totalmente creíble en el marco de la Guerra Fría, pero los accidentes nucleares, la mala gestión de los residuos de las centrales nucleares y los efectos radiactivos de las pruebas nucleares también se sumaban a las preocupaciones de una conciencia ciudadana y ecologista creciente. Como recordó Fernández Buey, «todavía en 1984 muchos europeos

bien informados pensaban que habíamos entrado irremisiblemente en la fase "exterminista" de la historia de la humanidad y se hacían cálculos acerca del mes de 1985 en que previsiblemente iba a empezar la nueva guerra librada con armas nucleares en Europa».[31]

Durante aquellos años los temas que más atraían la atención fueron la contaminación del aire, de los mares y del suelo, y su efecto sobre los seres humanos. Los libros de Rachel Carson, Barry Commoner y del matrimonio de Paul y Anne Ehrlich fueron de suma importancia en esta consciencia creciente.[32] También resultaron un estímulo fundamental para la constitución de la economía ecológica, como veremos más adelante.

Rachel Carson argumentó en su libro *Primavera silenciosa* (1962) que, junto con la posibilidad de extinción de la humanidad debido a una guerra nuclear, «el más alarmante de todos los atentados del hombre contra su circunstancia es la contaminación del aire, la tierra, los ríos y el mar con peligrosas y hasta letales materias».[33] Como ya dije en la «Introducción», Carson describió con detalle los efectos negativos que sobre los organismos de los animales tenían muchos productos químicos usados en la sociedad industrial, tales como pesticidas, insecticidas, herbicidas y otros. Explicó cómo esos tóxicos fluían a través de la cadena trófica y los ecosistemas, poniendo de ese modo de relieve las profundas interconexiones que existen entre el sistema económico y el contexto natural. De hecho, se preguntó lo siguiente: «¿Puede alguien creer que sea posible extender semejante andanada de venenos sobre la superficie de la Tierra sin que resulten inadecuados para todo ser viviente? No deberían llamarse *insecticidas*, sino *biocidas*».[34] Este concepto tan preciso, que significa 'destrucción de seres vivos', fue popularizado por ella y utilizado posteriormente en

nuestro país de forma recurrente por Francisco Fernández Buey y Jorge Riechmann.

Por su parte, Paul y Anne Ehrlich subrayaron en *La explosión demográfica* (1968)[35] el peligro que suponía la sobrepoblación en términos de hambre, guerras y destrucción ambiental. Sus lúgubres predicciones levantaron un debate sobre el papel de la población, si bien los Ehrlich también fueron muy críticos con la fe en que la tecnología pudiera resolver los problemas que, en realidad, había creado la propia tecnología.

Finalmente, Barry Commoner fue un biólogo que se inició en el activismo ecologista a finales de los años cincuenta a través de la lucha contra las armas nucleares, llegando a presentarse como candidato a la presidencia de Estados Unidos —aunque obtuvo el 0,27 por ciento de los votos—. Destacó por su crítica del optimismo tecnológico que dominaba las sociedades occidentales y que era ciego a los costes reales que impactaban sobre el planeta —en forma de contaminación y accidentes nucleares, por ejemplo—. También denunció las múltiples formas en las que el modelo de producción y consumo estaba desbordando los límites de la naturaleza y, en su libro *El círculo que se cierra* (1971), reconoció que «es indiscutible que existe algún límite y que el funcionamiento del sistema no permite un crecimiento infinitamente continuado».[36] Su diagnóstico era, por otro lado, tajante, llegando a concluir que «el sistema actual de producción es autodestructor [y] el curso actual de la civilización humana es suicida».[37]

Para Fernández Buey, quien describió al autor como una de las personas que más habían influido en el movimiento ecologista debido a su combinación de espíritu científico y convicciones de activista social, la evolución de Commoner «desde la protesta contra los experimentos nucleares con fines militares hasta la crítica del uso

de la energía nuclear para la producción de electricidad sintetiza muy bien lo que ha sido igualmente en Europa el paso del antimilitarismo de izquierdas de los años cincuenta al ecologismo social de los setenta».[38]

Quien desde luego había transitado un camino similar fue uno de los pioneros en introducir la política ecológica y el movimiento pacifista y antinuclear en España, Manuel Sacristán. Sacristán fue uno de los primeros ecologistas marxistas, y en 1979 fundó la revista *Mientras Tanto*, la cual había sido precedida por la revista *Materiales* aparecida unos años antes. Se trataba de una publicación caracterizada por el intento de renovar el pensamiento socialista a partir de la integración de las problemáticas ecologistas y feministas, y del aprendizaje de los nuevos movimientos sociales. Sacristán había sido perseguido durante el franquismo por su activismo comunista, y llegó a ser dirigente del Partido Comunista de España (PCE) y del Partido Socialista Unificado de Cataluña (PSUC). Sin embargo, abandonó sus cargos en 1969 como consecuencia de la invasión soviética a Checoslovaquia, aunque permaneció como militante de base hasta 1979.

Según ha dicho Fernández Buey, «la denuncia del peligro, del riesgo implicado en las centrales nucleares para la producción de electricidad, y el ponerse a militar precisamente en un comité antinuclear, fue la primera concreción directa de este punto de vista que significaba tratar de integrar o complementar la perspectiva marxista y socialista con la perspectiva ecologista o medioambientalista».[39] Es muy probable que la lectura de los trabajos de Commoner —Sacristán fue uno de sus introductores en España— fuera la responsable de que Sacristán enmarcara la crisis ecológica como un asunto socialista clave.[40] Esa incorporación de la dimensión ecológica al pensamiento comunista le permitió ir

esbozando la idea de un «socialismo o comunismo ecológicamente fundamentado»,[41] que era como él llamaba a lo que luego hemos conocido como *ecosocialismo*.

Sacristán defendió abordar la cuestión de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad con un nuevo enfoque al que denominó *sociofísica*. Este concepto, inventado por él, se refiere a «los temas en que la intervención de la sociedad (principalmente de la sociedad industrial capitalista) interfiere con la naturaleza (urbanismo, contaminación, etcétera)»[42] y es una aproximación muy similar a la del *metabolismo de las sociedades*, que abordaré en el siguiente capítulo.

Aquella «primavera ecologista» tuvo un momento crítico en 1972 con la publicación del informe *Los límites del crecimiento*, por un equipo transdisciplinar coordinado por Donella Meadows, Dennis Meadows, Jørgen Randers y William Behrens. Este estudio analizó el impacto físico del crecimiento económico sobre el planeta utilizando un modelo informático que había sido previamente desarrollado por Jay Forrester, en el que se consideraban factores como la población, la producción de alimentos, el agotamiento de recursos no renovables y la contaminación. El modelo concluía con la predicción de una «extralimitación y un colapso», presentándose este último «debido al agotamiento de los recursos naturales no renovables» y donde en última instancia «la población disminuye cuando la falta de alimentos y servicios de salud hacen subir la tasa de mortalidad».[43]

Las conclusiones principales del informe del Club de Roma fueron las siguientes:

> Si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable

será un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial.[44]

Se trata de una lectura muy sombría del futuro —en gran medida ya de nuestro presente—, y por eso mismo inmediatamente despertó un agitado debate. El libro vendió casi 12 millones de copias y fue traducido a 37 idiomas, convirtiéndose en la obra de temática ecologista más vendida del mundo.[45] Como veremos en el siguiente epígrafe, la respuesta de los economistas fue despiadadamente crítica. Sin embargo, un año después de la publicación del informe la economía mundial entró en una grave crisis financiera internacional. A finales de 1973, la Organización de los Países Exportadores de Petróleo (OPEP) disminuyó la explotación y venta de petróleo, reduciendo de ese modo la oferta mundial. Para entonces, todas las economías desarrolladas eran absolutamente dependientes del petróleo, y no tenían capacidad para sustituirlo por otras fuentes de energía, de tal forma que el precio del petróleo se disparó y los países importadores sufrieron fuertes déficits en la balanza comercial.[46] Además, la inflación se trasladó también a otras materias primas, haciendo la situación más complicada de gestionar.

En ese contexto económico de crisis y subida de precios de los recursos naturales, las lúgubres predicciones del informe del Club de Roma parecían encajar bastante bien. Con el tiempo, sin embargo, «gradualmente las críticas fueron ganando terreno y finalmente las opiniones negativas al respecto prevalecieron».[47] En todo caso, el debate no se ha cerrado aún, ya que estudios recientes han mostrado que el modelo del informe se ajustaba bastante bien a lo que finalmente ha sucedido en estos cincuenta años.[48]

La popularización del informe del Club de Roma puso de relieve que vivimos en un planeta que opera como un sistema interconectado, y que la intervención humana está amenazando las

bases mismas de la vida. Esta perspectiva se vio reforzada visualmente ese mismo año con la icónica fotografía de la «canica azul», tomada por los astronautas del Apolo 17, que mostró por primera vez el planeta Tierra desde el espacio. En efecto, la especie humana no dejaba de ocupar un lugar residual en el universo, aunque verdaderamente excepcional porque permite la vida.

Fue en este contexto en el que emergió el nuevo campo de la ciencia del sistema Tierra, que recogía las intuiciones de pensadores como Humboldt acerca de la complejidad de la naturaleza y su constitución en forma de red o sistema. Las ciencias del sistema Tierra se dedican al estudio de todos los elementos que conforman el sistema, pero con un foco especial en las interrelaciones. En efecto, esta nueva disciplina entiende la Tierra como un sistema único, complejo y adaptativo, impulsado por interacciones entre la energía, la materia y los organismos.[49] Bajo este prisma, el comportamiento y las propiedades de la Tierra no son simplemente la suma de sus partes, sino que son aspectos que emergen de la interrelación de las partes y que deben ser estudiadas al mismo tiempo. Esto implica, por ejemplo, una apuesta por la multidisciplinariedad en el campo científico, y la ruptura con el pensamiento cartesiano y la metáfora del universo como máquina-reloj que había dominado el pensamiento científico durante siglos.[50]

La ciencia del sistema Tierra se benefició de los avances en la teoría general de sistemas, impulsada por el biólogo Ludwig von Bertalanffy, y de los progresos en el estudio de sistemas abiertos en biología. Pero también bebió de la hipótesis Gaia, propuesta por Lynn Margulis y James Lovelock a finales de los sesenta e inicios de los setenta. Esta hipótesis sugería que la vida en la Tierra había alterado —y aún lo hace— el medioambiente a escala global, y que esas alteraciones contribuyen a la estabilidad de las condiciones que

hacen posible la vida en el planeta.[51] Aunque algunos aspectos de esta hipótesis siguen siendo controvertidos para la comunidad científica, el planteamiento de Lovelock acerca de que la Tierra es un sistema coherente, autorregulado y autocambiante, como si fuera un tipo de organismo enorme, es esencialmente correcto.

Desde la perspectiva de la ciencia del sistema Tierra, fenómenos como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad se entienden como síntomas de las acciones humanas dentro de un sistema complejo, más que como eventos aislados.[52] Este enfoque ha dado lugar a conceptos ampliamente utilizados en las narrativas sobre la relación entre el medioambiente y los seres humanos, como el Antropoceno, los puntos de inflexión climática, la Gran Aceleración y el marco de los límites planetarios.[53]

El concepto de *Antropoceno*, acuñado por primera vez por los científicos Paul Crutzen y Eugene Stoermer, también es un concepto nacido de la ciencia del sistema Tierra. Aunque tuvo precedentes, como el concepto de *Antroceno* defendido por el periodista científico Andrew Revkin en 1992, no fue hasta 2002 cuando Crutzen y Stoermer lo popularizaron entre la comunidad científica. Este planteamiento sugiere que hemos entrado en una nueva época geológica caracterizada por el impacto dominante de la actividad humana sobre el planeta. Aunque controvertido en círculos académicos, y todavía no aceptado oficialmente por la comunidad científica, este concepto ha sido útil para condensar la idea de la contradicción entre la actividad humana y el medio natural.

El argumento central del Antropoceno es que habríamos abandonado la era del Holoceno, el lapso de 12.000 años que ha permitido el florecimiento de las civilizaciones humanas. Esta transición habría sido desencadenada por la acción humana especialmente en los últimos setenta años, cuando «han cambiado

de rumbo el clima, el nivel del mar, la productividad biológica y otros pilares fundamentales que sostienen la vida en la Tierra».[54] Asumir que el ser humano tiene ese poder destructivo tan grande como para convertirse en una fuerza geológica implica aceptar también que la naturaleza no pueda ser considerada por más tiempo como algo al margen del ser humano, y además fundamentalmente estable, una concepción que dominó el pensamiento occidental durante al menos doscientos años.[55]

Por otro lado, en 2009, un grupo de científicos desarrolló el marco de los *límites planetarios*, que consistía en la identificación de nueve umbrales ecológicos cuya superación podría desencadenar alteraciones irreversibles en los ciclos naturales a escala planetaria.[56] Este marco amplía la atención más allá del cambio climático, abarcando otros impactos ambientales como la pérdida de biodiversidad, la acidificación de los océanos y la contaminación por exceso de nitratos o plásticos, y se basa en la existencia de una zona de seguridad dentro de la cual el ser humano puede vivir con cierta seguridad, y cuyo perímetro está determinado por los parámetros biogeológicos propios del Holoceno. Así pues, tanto el concepto de límites planetarios como los de Antropoceno y Gran Aceleración[57] pueden combinarse para ofrecernos una visión más definida de los cambios que están teniendo lugar como consecuencia del desarrollo del modelo de producción y consumo capitalista.

Sin embargo, es importante señalar que estos marcos, aunque útiles, pueden dar una perspectiva homogeneizadora que no tiene en cuenta los aspectos históricos, sociopolíticos y económicos que moldean el impacto humano en diferentes lugares y grupos sociales.[58] Si no se amplía el análisis, el marco parece situar la responsabilidad en nociones abstractas como la *humanidad* o el *ser humano*, cuando es evidente que ni las causas ni las consecuencias

del impacto ecológico están simétricamente repartidas tanto a lo largo de la estructura de clase como entre las diferentes regiones geográficas. Esto es un problema que arrastra también en gran medida la ciencia del sistema Tierra, dado que los modelos utilizados para evaluar la dinámica de los componentes físicos del sistema solo otorgan una consideración limitada a la dinámica social de las sociedades humanas.[59] Por ello, algunos académicos y muchos activistas ecologistas prefieren hablar de *crisis ecosocial*, un término que enfatiza la importancia de las relaciones sociopolíticas en la evaluación y solución de los problemas de degradación ambiental.

Es más, no existe una crisis ecológica global que signifique lo mismo para todo el mundo.[60] Los retos que plantea el Antropoceno no son universales, y ni las causas ni las consecuencias son iguales en todas las regiones del mundo ni para todos los estratos sociales, sea por clase social o etnia.[61] Si nos limitamos a una visión universalizadora, como sugiere una primera lectura del Antropoceno, estaríamos dejando de lado conflictos sociales y políticos que tienen que ver con la desigualdad y las pautas distributivas entre secciones de la humanidad.

A pesar de estas limitaciones, el concepto de Antropoceno tiene el mérito de subrayar el enorme poder que ha adquirido la humanidad para alterar el planeta y determinar su propio futuro. Nos recuerda nuestra dependencia y vulnerabilidad frente al mundo natural, desafiando la idea de que el ser humano está separado y por encima de la naturaleza. No obstante, esa fuerza del ser humano sobre la naturaleza es también poder, y, como se ha dicho, el Antropoceno revela el poder destructivo de los seres humanos, pero oculta quién y qué es poderoso, y cómo se ejerce ese poder.[62]

Introducir la variable del poder en nuestro marco conceptual implica estrechar la relación entre la ciencia del sistema Tierra y las

ciencias sociales. De hecho, se ha recordado que «el gran reto es integrar completamente la dinámica humana con la dinámica biofísica para construir una ciencia del sistema Tierra verdaderamente unificada».[63] Una visión de este tipo debería incluir las enseñanzas de las diferentes disciplinas naturales y sociales, integrando información, datos, técnicas, herramientas, perspectivas, conceptos o teorías.[64]

Es crucial evitar la tentación de resolver nuestros problemas delegando nuestra capacidad política en una tecnocracia científica, la cual colisiona con los principios democráticos en los que se fundamentan los sistemas políticos modernos.[65] Desgraciadamente, esa pulsión también se puede encontrar incluso entre pensadores ecologistas. Conviene, por el contrario, entender que la ciencia es fundamental para abordar los desafíos ambientales, pero que las soluciones deben surgir de un proceso democrático que sea compatible con las conquistas sociales y civiles arrancadas a los poderes monárquico, religioso y burgués durante los últimos siglos.

En conclusión, la ciencia del sistema Tierra representa un avance significativo en nuestra comprensión del planeta y nuestra relación con él. Nos ofrece una visión holística que integra los conocimientos de diversas disciplinas y nos ayuda a entender las complejas interacciones entre la actividad humana y los sistemas naturales. A medida que enfrentamos desafíos globales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, este enfoque integrado será cada vez más crucial para desarrollar soluciones efectivas y sostenibles. Pero aún falta conectar mejor este conocimiento del mundo biofísico con el conocimiento acumulado en las ciencias sociales, entre ellas la economía.

1.4. UNA CIENCIA ECONÓMICA CIEGA A LA NATURALEZA

Acabamos de ver cómo durante los años sesenta y setenta el debate ecológico había entrado definitivamente en la esfera pública, en gran medida impulsado por los conocimientos actualizados que se derivaban de la nueva ciencia del sistema Tierra y su planteamiento holístico y sistémico a la hora de analizar los fenómenos de la vida en el planeta. Ese recorrido que las ciencias naturales habían estado realizando durante décadas, dialogando con otras disciplinas y enriqueciendo su visión del funcionamiento del sistema Tierra, no tuvo ningún equivalente en la disciplina denominada *Economics*.

De hecho, por aquellas fechas, la mayoría de los economistas se encontraban trabajando en un paradigma absolutamente ciego a la cuestión medioambiental. Por eso no es de extrañar que, ante la publicación de *Los límites del crecimiento*, la respuesta por parte de los principales exponentes de la ciencia económica, incluyendo a quienes ostentarían con el tiempo varios premios nobel, fuera totalmente furibunda o, como dijo William Nordhaus, crítico feroz él mismo, «una reacción alérgica y violenta».[66]

Paul Samuelson era por entonces probablemente el economista más famoso, ya que su texto *Foundations of Economic Analysis* fue durante décadas el referente para los estudiantes de Economía de Estados Unidos. Además, Samuelson había recibido el Nobel de Economía en 1970, dos años antes del trabajo del equipo de Meadows, lo que le otorgó credenciales suficientes para que su opinión fuera muy relevante en el ámbito económico. Cuando escribió acerca del informe del Club de Roma, su descripción fue que se trataba de una exageración y que «en ese amplio rango entre la complacencia y la histeria, [los autores] se inclinan hacia el lado de la histeria».[67] Su discípulo Nordhaus, al que ya nos hemos referido,

dijo que los supuestos del modelo eran «pura fantasía» y que «nadie escucharía a un idiota, pero nosotros [la sociedad] adoramos en el templo de los ordenadores idiotas»,[68] en referencia al modelo usado para los cálculos.

En todo caso, el informe del Club de Roma en cierto modo hizo despertar a los economistas del letargo al que habían sometido el pensamiento económico sobre cuestiones naturales, tales como los recursos y la energía. Aunque había precedentes de esas preocupaciones, como el caso de Harold Hotelling en la década de los treinta del siglo pasado o, antes de él, William Stanley Jevons a finales del siglo XIX, se trataba de excepciones a la norma general de considerar la economía como un sistema autorregulado y sin límites externos.

El economista estadounidense Robert Solow, responsable del modelo canónico de crecimiento económico, comenzó a interesarse por estos temas a raíz de la lectura del informe del Club de Roma,[69] y mantuvo una controversia muy estimulante con los economistas ecológicos. Además, en aquellos años «se publicaron contribuciones procedentes de la economía neoclásica que extendían el modelo de crecimiento tradicional para integrar un nuevo *input* agregado (los recursos naturales, término con el que se quería indicar el total de recursos naturales no renovables que entran en la producción)».[70] Aquellas iniciativas no llevaron muy lejos y, como veremos más adelante, no cambiaron la opinión general de los economistas respecto a la factibilidad y deseabilidad de un crecimiento económico ilimitado. No obstante, para entender mejor por qué la mayoría de los economistas tuvieron tantos recelos con un informe que apuntaba a la necesidad de detener el crecimiento económico por motivos socioecológicos, tenemos que repasar la propia historia de la disciplina económica.

La disciplina llamada *Economics* había emergido a principios del siglo XX como una pretendida ruptura respecto a su antecesora, la economía política. Este último había sido el rótulo bajo el que ubicamos a los considerados los primeros economistas, tales como Adam Smith, David Ricardo, John Stuart Mill o Karl Marx. Antes que ellos hubo muchas otras personas que reflexionaron sobre las cuestiones económicas, pero fueron los economistas políticos quienes comenzaron a pensar y a escribir en la economía de una manera sistemática y con métodos aparentemente similares a los que se usaban en otras ciencias. Se considera que la escuela de la economía política o economía clásica comienza con el famoso trabajo de Adam Smith *La riqueza de las naciones*, el cual escribió en 1776, cuando en Inglaterra comenzaba a despegar la Revolución Industrial.

Influida por el proyecto de la Ilustración y la creencia de que existían certezas absolutas que podían desvelarse mediante el estudio científico sistemático, la economía política pretendía explicar los fenómenos que estaban teniendo lugar desde los siglos XVIII y XIX, esto es, desde la Revolución Industrial. En particular, los economistas clásicos estaban interesados en desvelar las causas últimas de la riqueza de las sociedades industriales, pero sus análisis se caracterizaron por una notable ausencia de referencias a la naturaleza. ¿Era posible explicar la prosperidad de un país sin tener en cuenta el papel de los recursos naturales? Para ellos la respuesta era afirmativa, y no dudaron en criticar duramente a quienes antes habían defendido lo contrario.

Entre estos predecesores se encontraban dos grandes corrientes de pensamiento que se desarrollaron entre los siglos XVI y XVIII: los mercantilistas y los fisiócratas. Ambos coincidían en considerar que la riqueza de una sociedad no era fruto de la actividad humana en sí

misma, sino que debía obtenerse de lo que proveía la naturaleza, ya fuese de las minas o de los campos de cultivo. Más adelante estudiaremos con detalle las ideas de los mercantilistas, cuya noción de la riqueza como algo finito sirvió para legitimar prácticas imperialistas con gran relevancia para comprender el presente. Aquí, sin embargo, nos detendremos en la propuesta de los fisiócratas, cuya concepción de la riqueza fue objeto de la crítica de los economistas clásicos.

Los fisiócratas, que escribieron en la Francia del siglo XVIII, defendían que la fuente de la riqueza se hallaba exclusivamente en la tierra. Solo ella —sostenían— tenía la capacidad de generar riqueza adicional —un excedente que luego podría consumir el resto de la economía—. Era, según ellos, un regalo de la madre naturaleza.[71] Su razonamiento partía de una observación elemental: un grano de trigo podía convertirse en una espiga, multiplicando la cantidad inicial. En ese incremento material residía, para ellos, la base del crecimiento social. Conviene subrayar que al hablar de riqueza los fisiócratas se referían siempre a cantidades físicas —grano, cosechas, productos tangibles— que podían aumentar con el tiempo y cuya distribución generaba conflictos entre clases sociales.

Un ejemplo lo ilustra bien. Imaginemos una economía agraria compuesta por campesinos y un noble que posee derechos políticos sobre la producción. Tras la cosecha, una parte del grano se reserva para volver a sembrar —cerrando así el ciclo natural— y otra se destina a la subsistencia de los trabajadores. El resto constituye el excedente, del que el noble dispone libremente: puede dedicarlo al consumo suntuario, a reforzar su poder político o a ampliar la superficie cultivada. Cuanto mayor sea ese excedente, más recursos podrán sostener a otros grupos sociales —la nobleza, el clero, la burocracia, los ejércitos, el comercio o la expansión territorial—,

todos ellos vinculados a relaciones de poder. El núcleo del sistema, insistían los fisiócratas, era que la fuente última de la riqueza, entendida como excedente o producto neto, se encontraba en la naturaleza y, en particular, en la agricultura.

Los economistas clásicos rompieron con esta forma de pensar el mundo. Escribiendo ya en el siglo XIX, en un contexto de despegue industrial, ampliaron la noción de riqueza y desplazaron a un segundo nivel la contribución de la tierra. Por un lado, subrayaron que la naturaleza no creaba riqueza en solitario sino acompañada del esfuerzo humano, el trabajo. Como dijo Marx, parafraseando a William Petty, el trabajo era el padre de la riqueza material, y la tierra la madre. Por otro lado, consecuentemente reivindicaron el papel de la industria en el desarrollo de las sociedades. Para Smith, Ricardo, Marx y sus seguidores el error de los fisiócratas había sido despreciar el hecho de que la industria también podía —mediante el trabajo humano— generar riqueza. Sin embargo, es obvio para todo el mundo que la industria manufacturera no puede crear nueva riqueza del mismo modo que lo hace la tierra al permitir el crecimiento de los cultivos.

El «truco» de la economía política consistió en redefinir qué entendemos por riqueza. Mientras que los fisiócratas y otros pensadores anteriores la vinculaban a realidades materiales —la tierra, los cultivos, los metales—, los economistas clásicos comenzaron a medirla en términos monetarios. Este desplazamiento tuvo consecuencias profundas: permitió concebir como riqueza procesos que no generaban un incremento físico de bienes, sino tan solo un aumento de su valor de cambio en el mercado. La manufactura, por ejemplo, no producía alimento nuevo ni materiales adicionales, pero sí transformaba materias primas en productos con un mayor precio. En lugar de medir la riqueza en unidades físicas —

kilos de grano, toneladas de carbón, hectáreas cultivadas—, se optó por medirla en unidades monetarias, lo que abría la puerta a considerar «creación de riqueza» cualquier proceso que incrementara el valor mercantil, aunque no aumentara la base material disponible.

De este modo, la industria podía aparecer como fuente autónoma de riqueza, pese a que dependía enteramente de la extracción de recursos naturales. Al traducir la productividad física en términos monetarios, los economistas políticos invisibilizaron los límites materiales de la economía y reforzaron una visión expansiva del crecimiento. El resultado fue una concepción de la riqueza desligada de la naturaleza y subordinada al mercado: lo que contaba no era cuántos recursos nuevos se producían, sino cuánto valor podía generar en transacciones. Esa mutación conceptual sentó las bases de la economía contemporánea y del imaginario de crecimiento ilimitado que aún hoy domina.

De hecho, los economistas políticos también emplearon la noción de *excedente*, pero modulada por el nuevo enfoque. En su desconexión con la naturaleza, el excedente era ahora una dimensión monetaria que representaba, de una manera u otra, los recursos que estaban disponibles para que la sociedad —o sus clases dominantes— decidiera qué hacer con ellos. El mismo dilema del noble de antes, pero bajo sociedades más complejas y medido en unidades monetarias. A ese excedente le llamamos actualmente *crecimiento económico*, y es la guía económica central de las sociedades modernas.

A pesar de todo, los economistas clásicos no contemplaban la posibilidad de un crecimiento económico ilimitado. Aunque la nueva concepción de riqueza había desplazado el lugar de la tierra, esta no había desaparecido del todo en sus análisis. Debido a la dinámica

que se generaba entre los rendimientos decrecientes de la tierra y el crecimiento poblacional, economistas como Smith, Ricardo o Stuart Mill consideraban que la trayectoria económica conduciría, tarde o temprano, a un estado estacionario en el que el crecimiento quedaría interrumpido.[72] Otros autores, como Marx, anticipaban una crisis del capitalismo debido a los obstáculos al crecimiento que impondría la dinámica de cambio tecnológico y sus efectos sobre la tasa de beneficio. En general, la mayoría de los economistas clásicos pensaban que el crecimiento era una cuestión básicamente temporal.

Estas ideas generales sobre excedente y crecimiento económico se mantuvieron en el corazón de la ciencia económica hasta la década de 1870, cuando tuvo lugar la *revolución marginalista* que desplazó la atención desde el lado de la producción del excedente y la acumulación de capital hacia las formas de distribución del producto. La transformación fue tan grande que la propia denominación de *economía política* fue sustituida por la de *Economics*.

Aunque la economía que teorizaban los autores marginalistas asumió la etiqueta de *economía neoclásica*, es engañoso pensar que hubo una gran continuidad. Por el contrario, los cambios fueron enormes. En particular, nos interesa reseñar aquí que la economía política analizaba las «condiciones que garantizaban el funcionamiento continuo de un sistema económico basado en la división del trabajo y, por lo tanto, un análisis de la producción, distribución, acumulación y circulación del producto».[73] Esto responde a la concepción clásica de qué es la economía, que el profesor David Anisi definía con una pregunta que todas las sociedades debían responder, a saber: «¿Qué producir?, ¿cómo hacerlo?, y ¿para quién [es] esa producción?».[74]

Por el contrario, para el enfoque marginalista, «el problema económico se refería a la utilización óptima de recursos escasos para satisfacer las necesidades y el deseo de los agentes económicos».[75] En este caso, las tres preguntas clásicas han desaparecido y ahora lo único que parece importar es cómo repartir los recursos existentes entre los actores que participan en el juego. Pero, y he aquí lo importante, desaparecen la historia, la sociedad y la elección política, de manera que lo que queda, un juego abstracto de asignación de recursos, se presta a una matematización elegante que dará a la *Economics* una áurea cientificista muy notable. No es casual que el propio concepto de *política* desapareciera de la etiqueta, puesto que desde la revolución marginalista los economistas tienden a verse a sí mismos, en un autoengaño de gran entidad, como técnicos ideológicamente neutrales. Ya los pioneros de la escuela marginalista, tales como Alfred Marshall, Léon Walras y Stanley Jevons, asumieron que el cambio de denominación pretendía expresar que la nueva disciplina era una ciencia objetiva.

A pesar de esas diferencias de gran calado, también hubo algunas continuidades estructurales que tienen gran importancia para nuestro relato. Por ejemplo, ambas pensaban que estaban creando una ciencia equivalente a la física newtoniana. La intensa formalización matemática de los argumentos económicos realizada por los autores marginalistas respondía a ese intento de imitar los métodos de la física clásica, aunque con un objeto de estudio sustancialmente diferente —y que no se presta en absoluto a ese procedimiento—. No obstante, esa pulsión ya existía entre los economistas clásicos, especialmente en autores como John Stuart Mill o, hasta cierto punto, Karl Marx, como es harto evidente en la pretensión de otorgar un sentido determinista a la evolución de las sociedades.

El aspecto de continuidad más relevante es que las nociones de los economistas clásicos, como *riqueza*, *producción*, *consumo*, *trabajo*, *capital* y, muy especialmente, *sistema económico*, fueron asumidas sin apenas retoques por los economistas neoclásicos.[76] Y, como hemos visto, el problema es que esas nociones tenían ya muy poca vinculación con el mundo natural. La naturaleza era simplemente reducida a reservorio de recursos materiales que podía explotarse sin límite para hacer mejor y más eficiente el sistema económico, y, como dice José Manuel Naredo, «haciendo abstracción de que los materiales y la energía utilizados fueran o no renovables o de la degradación ambiental originada».[77] La economía neoclásica culminó lo que los economistas clásicos habían empezado, y, ahora ya sí, incluso descartando la tierra como un factor de producción que limitara el crecimiento económico.

Esta desconexión de la naturaleza, que atraviesa desde la economía política hasta la *Economics*, pasando por todas las escuelas de pensamiento heterodoxas, pero que nacen del mismo tronco, como el marxismo, el keynesianismo o la escuela radical, son las que explican la peyorativa designación común de todas ellas como *productivistas*. Es decir, se las acusa a todas ellas, con justicia, de ignorar el impacto de la actividad económica humana, del sistema económico, sobre el planeta y, por lo tanto, en el mejor de los casos, de ser herramientas insuficientes para abordar los retos actuales.

Como resultado, cuando el informe del Club de Roma apuntaba a la necesidad de tener en cuenta los recursos naturales y el impacto de la población, estaba mencionando algo que había desaparecido hacía mucho tiempo de la preocupación de los economistas de ese tiempo. La problemática sobre la población, por ejemplo, se había convertido en el clásico ejemplo que los economistas sacaban a la

palestra para demostrar la capacidad liberadora de la tecnología y para criticar a quienes planteaban escenarios pesimistas.

El economista clásico Thomas Malthus había formulado al término del siglo XVIII una de las visiones más sombrías sobre el destino humano, basando su argumento en la relación entre población y alimentos. En su famoso *Ensayo sobre el principio de población*, sostenía que si los salarios aumentaban las familias trabajadoras mejorarían su dieta, lo que estimularía el crecimiento demográfico. Pero, a su vez, una población más numerosa reduciría la disponibilidad de alimento per cápita, devolviendo a los trabajadores al nivel mínimo de subsistencia. Su predicción ignoraba un factor decisivo: la revolución tecnológica y, sobre todo, la incorporación de la energía fósil a la agricultura, que multiplicó la productividad de la tierra y permitió sostener a poblaciones mucho mayores.

Desde entonces, Malthus se ha convertido en un recurso retórico permanente. Su nombre funciona como un «comodín» para desacreditar cualquier advertencia sobre límites ecológicos o riesgos de escasez. Cuando alguien señala los costes ambientales del crecimiento o advierte sobre los límites de la biosfera, la respuesta habitual de la ortodoxia económica es acusarlo de «malthusiano», como si toda preocupación por los límites fuese una repetición ingenua de aquel error histórico. No es casual que en los años setenta William Nordhaus tildara de «neomalthusianos» a los autores del informe del Club de Roma, con el fin de deslegitimar sus advertencias sobre el agotamiento de los recursos.[78] En ese sentido, más que un pensador aislado, Malthus se ha convertido en una coartada ideológica: su figura sirve para blindar el imaginario del crecimiento ilimitado y convertir cualquier crítica en sinónimo de catastrofismo.

1.5. De la economía política a la economía biofísica

Como he mencionado, la mayoría de los economistas que respondieron críticamente al informe *Los límites del crecimiento* se desenvolvían en el seno de un paradigma que estaba centrado en el crecimiento económico y cuya metodología era incapaz de integrar los principios científicos que derivaban de la ciencia del sistema Tierra. Desde el final de la Segunda Guerra Mundial, la mayoría de los economistas se habían preguntado por aquellos obstáculos que impedían o limitaban el crecimiento económico, pero todos los que encontraban eran intrínsecos a la dinámica del sistema económico.

No obstante, hubo excepciones. Y de esas excepciones surgiría lo que luego se ha conocido como *economía biofísica*, *economía ecológica* o *bioeconomía*, términos todos que comparten el acento en las restricciones que impone la naturaleza al desenvolvimiento del sistema económico. Hasta el punto de que, con razón, la mayoría de los autores dentro de esta nueva rama de la economía se refieren a esta como un «subsistema dentro del sistema Tierra».[79]

Cabe destacar a los hermanos Eugene y Howard T. Odum, ecólogos que trabajaron en los años cincuenta en la aplicación de la incipiente teoría de sistemas al campo de la ecología. Howard había realizado su tesis doctoral sobre la dispersión de partículas radiactivas en el medioambiente, una cuestión que, como hemos visto, se convirtió en una preocupación general durante las décadas siguientes. Precisamente por eso, la ecología de sistemas recibió un fuerte estímulo financiero por parte de la Administración pública, que estaba interesada en conocer cuánta carga radiactiva podían absorber los ecosistemas.[80]

En los años setenta, sin embargo, los hermanos Odum comenzaron a forjar conexiones directas con los movimientos

ecologistas que criticaban el paradigma de crecimiento basado en el consumo de petróleo. De manera creciente, los Odum veían el metabolismo de la sociedad industrial como un sistema global que competía por la energía y el espacio con el ecosistema global.[81] Además, Howard Odum inició una crítica severa de los economistas al acusarlos de ignorar que el crecimiento económico que tanto buscaban era realmente algo excepcional debido al uso —también excepcional en la historia— de la provisión de energía fósil. Por otra parte, Howard Odum proporcionó nuevos conceptos, sobre todo energéticos, que ayudaron a constituir la rama de la economía biofísica.[82] Algunos de sus discípulos, como Charles A. S. Hall, han sido fundamentales en su desarrollo.[83]

Si los hermanos Odum se habían aproximado a la economía desde la ecología para fundar la economía biofísica, el diálogo inverso lo llevaría a cabo el economista rumano, nacionalizado estadounidense, Nicholas Georgescu-Roegen. Si Howard Odum había sido fundamentalmente ignorado entre la comunidad *mainstream* de los economistas, estos no podían hacer lo mismo con un economista de renombre y que había pertenecido a la élite de la disciplina. Formado como matemático, Georgescu-Roegen fue discípulo de Joseph Schumpeter y desarrolló postulados sobre la teoría del consumidor que habían sido celebrados por los economistas convencionales. Sin embargo, en los años setenta su trayectoria profesional dio un giro gracias a la incorporación de la cuestión ecológica.

Georgescu-Roegen fue desde entonces un crítico feroz de la economía convencional y de su planteamiento acerca de la producción, puesto que, argumentaba, ignoraba las implicaciones que se seguían de la segunda ley de la termodinámica. Su controversia con Solow y los economistas neoclásicos giraba en torno a la validez que tenían los métodos económicos, en particular

lo que se conoce como *función agregada de producción* para analizar el fenómeno de la producción. Georgescu-Roegen desafió a la comunidad de economistas al hablar de límites externos al sistema económico y al recordar cosas como que «el proceso económico está anclado sólidamente en una base material, que a su vez está sujeta a restricciones determinadas».[84] Además, cambió el objetivo declarado de la ciencia económica y, alejándose de la definición neoclásica, estableció que «el objetivo primario de la actividad económica es la autopreservación de la especie humana».[85] Con ello estaba redefiniendo de manera radical el campo de trabajo de la disciplina económica e incorporándola dentro de los límites que imponía la naturaleza. Georgescu-Roegen gustaba de llamar a esta nueva disciplina *bioeconomía*.

Aunque Odum y Georgescu-Roegen tenían diferencias importantes, ambos se pueden considerar precursores o incluso fundadores de la *economía ecológica*. Este término ha sido mucho más utilizado para englobar todos los trabajos que analizan la relación entre economía y naturaleza a través de diferentes metodologías y que, en todo caso, comparten la perspectiva de que la economía humana está inserta siempre en procesos naturales.[86]

La economía ecológica fue institucionalizada con la creación de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica en 1988 y con la revista *Ecological Economics*, fundada en 1989.[87] Asimismo, se suele considerar que los trabajos ya citados de Rachel Carson, Barry Commoner, Paul Ehrlich y el informe *Los límites del crecimiento* en los años sesenta y setenta fueron importantes influencias para el desarrollo de la disciplina.[88]

Durante los años setenta y ochenta los economistas convencionales se vieron forzados a introducir cuestiones ambientales en sus análisis, incluyendo sus modelos económicos,

aunque siempre dentro de un paradigma productivista que no cuestionaba los fundamentos neoclásicos. Así es como nacieron las subdisciplinas de economía ambiental y economía de los recursos, como un tipo de estudios preocupados por la asignación correcta de precios a los bienes y servicios dentro de un marco neoclásico. Esto respondía en cierto modo a la inquietud que había generado el informe *Los límites del crecimiento*, ya que la respuesta neoclásica consistía en pensar que el desarrollo tecnológico y una buena asignación de precios resolverían todos los problemas de escasez que planteaba el informe del Club de Roma.

Por otro lado, la economía ecológica ha trabajado sobre otro paradigma distinto al neoclásico, poniendo el énfasis en los límites que imprime el sistema Tierra al consumo material y energético, además de las consecuencias que implican los desequilibrios generados por el modelo de producción y consumo.[89] De hecho, la economía ecológica —o biofísica— denuncia que «la teoría neoclásica no presta atención a la fuente de bienes y servicios en la naturaleza, ni a los materiales ni a la energía que se requieren para llevarlos al mercado».[90] Para una comprensión adecuada de los límites naturales y su funcionamiento es central la transdisciplinariedad con áreas como la biología, la física o la química, entre otras. De hecho, las implicaciones de la segunda ley de la termodinámica, que exploraremos en el siguiente capítulo, se derivan de un justo entendimiento de la cuestión.

Dado que el marco es tan distinto, no sorprenderá que la economía ecológica en cierta medida vuelva a formular las preguntas de la economía política clásica —qué producir, cómo distribuir, cómo consumir—, pero, ahora sí, dentro del contexto natural del que depende. Esta es la razón por la que algunos autores han hablado de la necesidad de que la economía vuelva a sus raíces.[91] Al mismo

tiempo, eso permite redefinir la economía sobre la base de nuevos objetivos, como puede ser alcanzar un bienestar humano sostenido sobre la base del mantenimiento de la salud y el funcionamiento de los ecosistemas de la Tierra, o más radicalmente, la búsqueda de una forma de crear y mantener sistemas que cumplan con las necesidades de una vida relevante y mejor para todos los agentes morales, tanto humanos como no humanos.[92]

Podemos decir, junto con Clive Spash, que «la economía es el arte del abastecimiento social».[93] En efecto, toda sociedad tiene que ser capaz de responder las preguntas económicas clásicas, que versan sobre la forma en la que se dota de los bienes y servicios necesarios para la reproducción social, es decir, para el mantenimiento de la propia especie. Evidentemente, eso implica la existencia de instituciones, entendidas como normas, leyes, costumbres, tradiciones, que son propias de un momento histórico dado. Así, cualquier comunidad humana está en un determinado momento cruzada por prácticas culturales que condicionan el propio ejercicio del abastecimiento social y, por decirlo con los clásicos, el uso del excedente.

Esta definición de *economía* —como ciencia ocupada del abastecimiento social— no es una sorpresa. La palabra *economía* proviene del griego *oikonomía*, en la que *oikos* significa 'casa' y *nomos*, 'norma' o 'ley'. Aristóteles lo definía como el arte de asegurar la provisión material del hogar (*oikos*) o de la ciudad (*polis*). Como recuerda el historiador Alessandro Roncaglia, en la Grecia antigua las cuestiones económicas formaban parte de los debates sobre cómo administrar bien el hogar o sobre el funcionamiento de las instituciones políticas. El propio Aristóteles distinguía esta idea de *oikonomía* de otra práctica diferente: la crematística, centrada en la acumulación de riqueza y en el cálculo de precios.[94] Es decir, una

cosa era gestionar una comunidad humana y sus necesidades y otra distinta era el proceso de acumulación monetaria. El economista Joan Martínez Alier lo resume de manera muy gráfica: «La diferencia entre economía y crematística es exactamente la que trazamos ahora entre ecología humana y economía; entre el estudio del uso de energía y materiales en ecosistemas donde viven hombres y mujeres, y el estudio de las transacciones en el mercado».[95]

Así, paradójicamente lo que hoy se considera popularmente como economía, y que gira en torno a los mercados, las variaciones de precios y la asignación de recursos entre diferentes compartimentos de la sociedad, es a lo que Aristóteles se refería como *crematística*. Por el contrario, cuando los antiguos hablaban de economía se referían a lo que actualmente llamamos *economía ecológica*. Así, aunque la ecología y la economía —que comparten raíz etimológica — se han separado y convertido en dos paradigmas distintos y casi opuestos, una definición como la nuestra nos permite reencontrarlos en el campo de la economía biofísica o economía ecológica.

2

Los límites biofísicos

En el año 2009, el científico sueco Johan Rockström propuso un nuevo marco de pensamiento para estudiar la interrelación entre el ser humano y la naturaleza.[1] Lo llamó *enfoque de los límites planetarios*, y con él pretendía mostrar no solo que el ser humano es parte del sistema Tierra, sino que, en particular, la actividad humana no debería alterar *demasiado* los parámetros biofísicos que han proporcionado la estabilidad del clima desde hace aproximadamente 12.000 años —desde el inicio del Holoceno—. Pero ¿cuánto es ese *demasiado*?

Sabemos que desde la aparición del ser humano moderno —la especie *Homo sapiens*— hace unos 300.000 años, o incluso antes, comenzamos a ser otra fuerza natural que se relaciona con el resto de los componentes del sistema Tierra. De hecho, desde el origen mismo del género *Homo* —hace unos tres millones de años— hemos estado unidos al resto de la naturaleza a través de intercambios de materia y energía. Pero eso, en sí mismo, no nos dice mucho. Otros autores han sostenido que un cambio mucho más importante devino con las primeras prácticas agrarias, hace unos 7.000 años, lo que tendría su reflejo en las primeras modificaciones antropogénicas sustantivas de la concentración de CO_2 en la atmósfera.[2] Por otra parte, está más extendida la idea de que la gran alteración del planeta se produjo con la Revolución Industrial, hace tan solo unos

doscientos cincuenta años,[3] e incluso con la Gran Aceleración que comenzó hace setenta años.[4] Como se puede ver, no es fácil establecer una fecha inequívoca que marque el comienzo de nuestra afectación *excesiva* sobre el sistema Tierra.

Estamos ante un puzle difícil de resolver, pues depende no solo de que comprendamos bien cómo opera el complejísimo sistema Tierra, cuestión que está lejos de ser entendida, sino que también depende de cuál es el escenario de referencia que queramos conservar. Para abordar esta segunda cuestión, Rockström estableció el clima del Holoceno, es decir, las condiciones cálidas y estables que posibilitaron el desarrollo de la agricultura y de las primeras civilizaciones humanas. Y para responder a la primera cuestión, el científico sueco elaboró una lista de procesos o subsistemas que representaban algo así como el estado de salud del sistema Tierra. La virtud de este enfoque radica en que esos procesos pueden ser monitorizados a través de indicadores cuantitativos, lo que abre la puerta a establecer diferentes niveles de riesgo. Así, si un indicador se aleja del rango que se ha establecido como referencia —y que representa su estado normal en el Holoceno— puede funcionar como una señal de alarma: significaría que el estado de salud del planeta está empeorando y que existe un riesgo importante de que se desequilibren las relaciones biofísicas que hacen posible el clima del Holoceno.

Cuando se realizaron los primeros análisis cuantitativos no resultó muy sorprendente comprobar que la mayoría de los indicadores estaban ya señalizando niveles elevados de riesgo. Por ejemplo, el cambio climático, la modificación en el uso de la tierra y la alteración de los flujos biogeoquímicos, entre otros, apuntaban a que el sistema se estaba desequilibrando seriamente. El marco sugería que la actividad humana estaba afectando al sistema Tierra de manera

tal que se estaban abandonando las condiciones biofísicas de confort que habían caracterizado al Holoceno. Eso suponía que se comenzaba a entrar en una zona desconocida, pero muy peligrosa.

Con el paso de los años se han mejorado y ampliado los indicadores, así como se ha podido rastrear su evolución con mayor precisión. Las conclusiones no han sido optimistas, y todo apunta a que, si no hacemos lo suficiente por modificar la trayectoria, estamos abocados a salirnos definitiva e irremediablemente del espacio seguro que proporcionaba el Holoceno, entrando en una región climática abrasadora donde la vida será mucho más difícil.[5]

En consecuencia, el trabajo de la mayoría de los científicos desde hace décadas viene a subrayar una y otra vez —y cada vez con más urgencia— que los seres humanos tenemos que reajustar la forma en la que producimos, distribuimos y consumimos. Es decir, tenemos que cambiar nuestro sistema económico. Sin embargo, esta es una conclusión que no resulta fácil de digerir por una sociedad industrial que se ha constituido sobre la base de la producción y del consumo en masa, razón que se encuentra detrás de la mayoría de los impactos que aparecen recogidos en el marco de los límites planetarios.

Eso no significa que sea una tarea imposible de llevar a cabo. Muy al contrario, a lo largo de la historia, la humanidad ha organizado su economía de muy diferentes formas. Como dijimos en la «Introducción» de este libro, es común referirse a la diferencia que existe entre sociedades de cazadores-recolectores, sociedades agrarias y sociedades industriales. Cada una de ellas, que a su vez han tenido cristalizaciones históricas muy diversas, ha producido impactos diferentes sobre el planeta. Pero todas ellas representan distintos modos de organizarse para capturar energía del entorno y desviarla hacia la satisfacción de las necesidades humanas. En este

sentido, cabe recordar que nuestra sociedad actual, la sociedad industrial, es un caso históricamente específico, y que no está escrito en piedra en ninguna parte que no pueda ser continuada por sociedades de otra naturaleza.

De hecho, en tanto que cada vez es más obvio que este tipo de sociedad es insostenible, también resulta evidente que tarde o temprano será sustituida por otra. Qué tipo de sociedad seguirá depende ya no solo de las dotaciones energéticas y de recursos, sino, sobre todo, de la disputa (geo)política. Lo único quizá claro a estas alturas es que continuar como estamos es algo que no va a pasar por mucho más tiempo, algo que nos ha permitido comprender la propia noción de *límites*.

Para la sociedad humana, estos límites naturales vienen definidos por el flujo total de recursos materiales y energía que se intercambian con la naturaleza. Es decir, toda sociedad humana obtiene recursos y energía a partir de unas fuentes naturales —por ejemplo, suelo, minas, pozos, bosques, etcétera—, los transforma en el seno de las instituciones económicas —en el acto económico de la producción y del consumo— y finalmente produce nuevos flujos de recursos y energía en forma de desechos que son expulsados a los sumideros naturales. Como veremos, tanto las fuentes como los sumideros son finitos y, en consecuencia, la actividad económica está necesariamente delimitada por la capacidad de la naturaleza de reponer las fuentes primarias y de absorber los residuos en los sumideros naturales.[6]

Este planteamiento que acabo de exponer es central para el conjunto del libro, pues nos permitirá acotar el rango de posibilidades sostenibles para cualquier economía, y además nos llevará a evaluar en concreto la relación entre la naturaleza y una institución económica muy específica: el capitalismo. El subsistema

económico capitalista tiene su propia lógica y dinámica, y sitúa la trayectoria de la humanidad en dirección al desbordamiento de los límites naturales tanto locales como globales. Es más, el capitalismo funciona explotando y apropiándose de la naturaleza —lo que incluye al ser humano, pero también los recursos y la energía—, buscando las mejores formas de abaratarla y ponerla al servicio de la abstracta noción de *ganancia económica*. Esa pulsión del capitalismo, que en su expansión acaba incorporando a toda la naturaleza a nivel global, es infinita. Y ello es, naturalmente, contrario a los límites biofísicos.

Ahora bien, como he mencionado ya, históricamente las sociedades han ido evolucionando gracias a la incorporación de nuevas formas de capturar energía del entorno. Al fin y al cabo, los seres humanos, como organismos vivos, necesitamos la materia y la energía proporcionadas por los alimentos para mantenernos con vida. De ahí que las sociedades de cazadores-recolectores aprendieran a administrar su entorno —por ejemplo, eliminando la «maleza» natural que crecía en el suelo— a fin de facilitar el crecimiento de los cereales silvestres y poder disponer de más alimento con el que sostener a sus poblaciones. De igual manera, las primeras prácticas agrarias implicaron la modificación radical del entorno —por ejemplo, talando árboles y quemando bosques— a fin de extender la superficie donde las plantas —progresivamente seleccionadas en busca de un mayor rendimiento, valor alimenticio o mejor sabor— crecían impulsadas por la radiación solar. No olvidemos que la inmensa mayoría de la energía que utilizamos proviene directa o indirectamente de la energía proporcionada por el Sol, a pesar de que el «regalo» —proporcionado por la evolución de la vida terrestre— de ingentes cantidades de energía almacenadas

en el subsuelo en forma de combustibles fósiles haya disimulado este hecho evidente durante los últimos dos siglos y medio.

A lo largo de los próximos capítulos estudiaremos con detalle estos modos de organización social con los que los seres humanos lograron hacer crecer sus poblaciones, para lo cual era condición necesaria capturar la mayor energía posible del entorno. Basta decir aquí que esas sociedades se organizaban no solo para capturar energía, sino también para distribuirla, lo que generalizó el conflicto social y político. En cierta medida, es posible ver que toda lucha de clases es, ante todo, una lucha por la distribución de la energía y el consumo que se hace de ella a nivel social.

A pesar de que la energía es algo tan importante, que vehicula la evolución de las sociedades, no es habitual que la mayoría de la población tenga un mínimo conocimiento sobre qué es y cómo funciona. Esto es algo que abordaremos en este capítulo. Para facilitar esta tarea, nos retrotraeremos al comienzo de la vida, lo que nos ayudará a ampliar nuestra caja de herramientas, a la que recurriremos más adelante para abordar los dilemas contemporáneos.

2.1. La moneda de la vida

Las tropas del ejército nazi invaden Polonia a comienzos de septiembre de 1939, provocando la declaración de guerra del Reino Unido y Francia, y desencadenando de ese modo el inicio de la Segunda Guerra Mundial. El ejército alemán muestra desde el inicio claros signos de superioridad, y en pocos meses toma el control de Noruega, Dinamarca, Países Bajos, Bélgica y de la propia Francia. España e Italia eran desde hacía años potencias aliadas de Hitler, de

modo que en Europa solo resisten el Reino Unido y la Unión Soviética. Convertido ya en conflicto mundial, en diciembre de 1941 el régimen fascista de Japón ataca Estados Unidos y precipita la entrada en la guerra de la potencia norteamericana.

La demostración de fuerza del ejército nazi es muy importante, pero entre las mentes científicas más brillantes del mundo preocupa más la posibilidad de que Hitler pueda hacerse con el control de armas aún más poderosas. Un mes antes del inicio de la invasión de Polonia, los científicos Albert Einstein y Leó Szilárd enviaron una carta al presidente de Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt, alertando de que era posible que Alemania construyera «un nuevo tipo de bomba de potencia extraordinaria». Muchos científicos prominentes, sobre todo americanos e ingleses, pensaban que había que lograr construirla antes que los nazis.

En verano de 1942, el gobierno de Estados Unidos designó a Robert Oppenheimer, un físico estadounidense que había pertenecido al Partido Comunista —razón por la que fue apartado tras la guerra—, como líder del proyecto secreto que desarrollaría la bomba atómica. Oppenheimer reclutó a las mejores mentes científicas para esa tarea, que lograron completar con éxito en julio de 1945. La mayoría de los científicos, sin embargo, estaban llenos de dudas porque «construían un arma de destrucción masiva que terminaría con el fascismo y pondría punto final a todas las guerras, pero también podía acabar con toda la civilización».[7] Un mes más tarde de ensayarse con éxito en la prueba Trinity, la bomba atómica se lanzó por primera vez sobre población civil en las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki, los días 6 y 9 de agosto respectivamente.

Muchos de los científicos que participaron en el proyecto defendían hacer una demostración de su poder, pero no usarla

contra la población civil. De hecho, la mayoría de ellos, ya tras la rendición de Alemania, no eran partidarios de seguir con el proyecto. Se había cumplido su objetivo —la derrota del fascismo— y no había necesidad de continuar. Otros tantos, como Niels Bohr, nunca estuvieron a favor de su construcción, razón por la que además intentó disuadir de participar en ello a Werner Heisenberg, principal físico del equipo científico alemán.[8]

En aquel tiempo en que «la ciencia» (en realidad, un ámbito muy concreto de ella, el de la física nuclear) estaba siendo usada de manera práctica para fines militares, con intención de utilizar la energía para acabar con la vida, sorprende que «el autor de la ecuación que gobierna todas las transiciones cuánticas»,[9] Erwin Schrödinger, exiliado él mismo en Irlanda y sin cuyo trabajo no se hubiera avanzado en la construcción de la bomba, no se posicionara en absoluto sobre aquellos acontecimientos críticos. Este físico austriaco, sin embargo, impartiría en 1944 unas conferencias, luego publicadas en el ensayo *¿Qué es la vida?*, que abrirían a los físicos el campo de la biología molecular y que se consideran una referencia en el estudio de la termodinámica aplicada a organismos vivos, es decir, de cómo la energía es usada por la vida para mantenerse a lo largo del tiempo. Por esa razón, el trabajo de este científico en la interfase entre la física y la biología será uno de los objetos de análisis de este epígrafe.

La *energía*, definida por los físicos como la capacidad de los cuerpos o sistemas materiales para realizar un trabajo, es en realidad un concepto complejo y a la vez paradójico. Está en todas partes, desde que nos levantamos por la mañana hasta que nos acostamos y, a pesar de esta presencia constante, rara vez nos detenemos a reflexionar sobre su naturaleza y su papel crucial en nuestra existencia. Como señala el ecólogo Charles Hall, «la mayoría

de nosotros estamos aislados física e intelectualmente de las fuentes de energía de las que dependen nuestra comida, nuestro confort, nuestro transporte y nuestra economía».[10] Esta desconexión nos ha llevado a dar por sentado algo que, en realidad, es la clave de nuestra propia existencia.

El universo, el sistema solar, el planeta Tierra y la vida misma no hubieran surgido sin energía. De hecho, la cantidad y calidad de vida en nuestro planeta está íntimamente ligada a la energía disponible. Este principio es válido para las bacterias y para los ecosistemas más complejos, incluyendo nuestras propias sociedades. Sin aportes continuos de energía, por ejemplo, en forma de alimentos, los organismos vivos acaban muriendo. El sentido común, pero también las redes metabólicas codificadas en nuestros genomas, ha interiorizado esta relación tan obvia. Y lo mismo sucede con las sociedades, las cuales pueden colapsar si no son capaces de suministrar de manera continua la energía que permita el mantenimiento de las redes complejas que las constituyen —algo que es obvio también si pensamos en la necesidad de reparar nuestros edificios o infraestructuras, mantener calientes nuestros hogares y, claro, de alimentar a todos los miembros de la sociedad.

A lo largo de la historia humana, hemos pasado de depender únicamente de la energía de nuestros músculos a aprovechar fuentes de energía externas cada vez más potentes. Desde el fuego y la domesticación de animales hasta las modernas centrales eléctricas, nuestra capacidad para aprovechar y transformar la energía ha definido el curso de la civilización. El economista Georgescu-Roegen introdujo una diferenciación útil, siguiendo al ecólogo Alfred Lotka, entre la energía endosomática y la energía exosomática. Definió la *energía endosomática* como aquella que los organismos obtenemos mediante la alimentación y que permite que

nuestros cuerpos se mantengan con vida. Gracias a esta energía realizamos las funciones vitales, tales como movernos o reproducirnos. Por el contrario, la *energía exosomática* es la que los seres humanos obtenemos de fuentes distintas a nuestro cuerpo, por ejemplo, de los combustibles fósiles.

Así, la evolución de las sociedades históricas ha estado marcada por el creciente consumo de energía metabólica exosomática, como la que representan las máquinas modernas. Además, esta es claramente la fuente principal de desigualdad entre sociedades, debido a que el metabolismo endosomático de una sociedad es siempre más o menos el mismo, pues se refiere a nuestras necesidades energéticas como organismos —que vienen determinadas por la genética de nuestra especie—. Por el contrario, el metabolismo exosomático puede ser tan diferente como el que existe entre una sociedad de cazadores-recolectores que solo usan herramientas simples y una sociedad industrial moderna con un alto grado de consumo energético, siendo estas diferencias sociopolíticas y no genéticas.

Podemos poner esto en perspectiva recordando que la tasa metabólica humana basal es de unos cien vatios, un valor de potencia (o energía por unidad de tiempo) que representa la cantidad de energía que consume una persona mientras está en reposo y sin usar ninguna herramienta. Sin embargo, actualmente, cada uno de nosotros usa una tasa mucho mayor. Basta con pensar en toda la que consumimos indirectamente, como la luz de nuestra vivienda, la electricidad que necesitan nuestro ordenador y los electrodomésticos que nos rodean, la calefacción o el aire acondicionado que usamos para aclimatarnos, el combustible del coche que empleamos para trasladarnos al trabajo o a casa, por no hablar de todos los consumos energéticos encarnados en cada

producto que compramos y utilizamos como parte de nuestro estilo de vida. Todo ello supone una enorme cantidad de energía que utilizamos cotidianamente. De hecho, se calcula que el promedio de consumo en Estados Unidos es de unos 10.000 vatios, es decir, cien veces más de lo que podría gastar un cuerpo humano recurriendo únicamente a la energía endosomática.[11]

Otra forma de ver lo anterior es pensar que, para sostener el estilo de vida actual, una persona promedio en Estados Unidos necesitaría del trabajo de cien personas a tiempo completo durante veinticuatro horas. Por esa razón puede decirse que las máquinas y las tecnologías actuales funcionan como «esclavos energéticos» para la satisfacción de nuestras necesidades y para facilitar la compra y venta de los bienes y servicios que consumimos. Aunque sin duda ello ha permitido que las condiciones materiales de vida de una parte de la ciudadanía se eleven hasta el punto de que se equiparen con las de la clase alta en regímenes antiguos (como el de Grecia, donde existía la esclavitud formal), también puede decirse que «hemos reemplazado la antigua energía de los esclavos humanos con una nueva servidumbre, alimentada por los combustibles fósiles».[12]

En los próximos epígrafes, nos sumergiremos en los fundamentos de la energía, explorando conceptos como *termodinámica* y *metabolismo*. Y descubriremos cómo estos principios no solo gobiernan el funcionamiento de máquinas y ecosistemas, sino también de nuestros propios cuerpos.

2.1.1. *Energía y termodinámica*

Desde la antigua Grecia, los pensadores han intentado comprender qué hace que las cosas se muevan y cambien. Los filósofos griegos

especulaban sobre una fuerza o principio subyacente que animaba el movimiento de los cuerpos. Desarrollaron teorías —como la de los cuatro elementos de Empédocles y la teoría de los humores de Hipócrates— que también trataban de explicar de qué está hecho todo lo que nos rodea.[13] Sin embargo, el concepto moderno de *energía* tardó siglos en desarrollarse, y solo a principios del siglo XIX la comunidad científica logró dar con una explicación coherente, aunque aún no perfecta, de lo que era.[14]

Hoy en día, según adelantábamos unos párrafos más arriba, definimos la energía como la capacidad de un sistema para realizar trabajo. En física, el *trabajo* se define como la acción de mover un objeto desde o hacia una posición, o técnicamente, como el producto de una fuerza por la distancia recorrida en la dirección de esa fuerza. Así, la energía puede describirse como «la capacidad que tienen las cosas para producir movimiento o cambio».[15]

Eso sí, la energía puede existir en diversas formas, incluso dentro del mismo sistema material. Estas formas incluyen la energía térmica, mecánica, cinética, potencial, eléctrica, magnética, química y nuclear. La suma de todas ellas constituye la energía total de dicho sistema.[16] Es importante entender que, aunque hablamos de diferentes «tipos» de energía, todas son manifestaciones de la misma realidad fundamental, cuya unidad de medida en el sistema internacional de unidades es el julio (J), que es equivalente a 0,24 calorías (cal). Y, algo igualmente importante, todas las formas de energía pueden convertirse en energía térmica o *calor*.

El calor puede transferirse por tres mecanismos principales, con los que estamos familiarizados en nuestro día a día: conducción, convección y radiación. La conducción es lo que experimentamos al tocar una olla de metal llena de agua caliente. En este caso, el calor se transfiere por contacto directo. La energía eléctrica que alimenta

la placa vitrocerámica de nuestra cocina calienta las moléculas de agua del interior de la olla, que comienzan a moverse más rápidamente. Algunas de estas moléculas escapan en forma de vapor cuando el agua hierve, pero todas, al acelerarse, chocan entre sí y contra la olla. Los átomos metálicos que componen la olla también comienzan a moverse más rápidamente, aumentando su temperatura. Estas colisiones se propagan por todo el recipiente y, si lo tocamos, pasan a las moléculas de nuestra piel y de nuestras terminaciones nerviosas.

La convección es otra forma de transferencia de calor, principalmente en fluidos y gases. Este fenómeno está relacionado con el hecho de que los elementos más densos tienden a situarse por debajo de los más ligeros debido a la atracción gravitatoria que ejerce nuestro planeta. Cuando se calienta un fluido o un gas, por ejemplo, el aire cercano a una superficie que está a mayor temperatura que su entorno, las moléculas más calientes (en zonas menos densas del fluido) tienden a ascender, y su lugar lo ocupan las moléculas más frías (en regiones más densas). A nivel planetario, la transferencia de calor por convección a través del aire origina los vientos y es uno de los elementos clave del clima, pero a nivel doméstico también la podemos percibir cuando calentamos nuestra vivienda y «notamos» que el calor asciende hacia el techo.

Finalmente, la radiación es la forma en que se transmite el calor (y, en general, la energía) a través del espacio, incluso en el vacío. Cuando recibimos los rayos solares, notamos que las partes expuestas de nuestro cuerpo se calientan, como si absorbieran esa energía y la convirtieran en calor interno. La radiación es una forma de energía que viaja en ondas electromagnéticas, las cuales no requieren un medio material (por lo que pueden propagarse en el

vacío) y se desplazan a la velocidad de la luz, es decir, aproximadamente a 300.000 kilómetros por segundo.

Un punto central de comprensión es que todos los objetos del universo emiten algún tipo de radiación. Sí, incluso nosotros y todas las partes de nuestro cuerpo lo hacemos. También la página de este libro está emitiendo ondas electromagnéticas, aunque, debido a que su temperatura es baja (alrededor de 20 grados Celsius), no podemos «verlas». Si leyéramos este libro (en formato papel) en una habitación completamente oscura, no lo veríamos en absoluto. Esto se debe a que solo un rango limitado de la radiación electromagnética es visible para el ojo humano. A mayor temperatura de un objeto, mayor es la radiación que emite. Por esta razón, cuando los materiales se calientan, emiten luz visible, que es una forma de radiación electromagnética.[17] Por ejemplo, cuando calentamos la bobina de un tostador de pan, esta emite una luz roja, o cuando encendemos una cerilla, el fósforo emite una luz amarilla. Sin embargo, hay radiaciones con mayor energía que no son visibles para el ojo humano, como las ondas ultravioleta y los rayos X.

Para comprender qué es la radiación tenemos que remontarnos a finales del siglo XIX, cuando el físico alemán Heinrich Hertz observó un fenómeno curioso: al iluminar ciertos materiales con luz ultravioleta, se emitían pequeñas chispas eléctricas. Este efecto, llamado *fotoeléctrico*, se debía a electrones que escapaban de los átomos presentes en la superficie del material cuando este era iluminado. Sin embargo, dicho fenómeno no podía explicarse completamente con la teoría ondulatoria de la luz que prevalecía en ese momento. La explicación llegó en 1905, cuando Albert Einstein propuso que la luz también podía comportarse como si estuviera hecha de pequeños paquetes de energía, llamados fotones.[18] Esta

idea cambió para siempre nuestra forma de entender la física y le valió a Einstein el Premio Nobel en 1921.

Los fotones son partículas sin masa en reposo, que transportan la radiación electromagnética y la energía asociada a ella. La cantidad de energía que lleva cada fotón está directamente relacionada con la frecuencia de la onda electromagnética: cuanto mayor es dicha frecuencia, más energía tiene el fotón. Cuando un fotón choca con un electrón en un material, le transfiere toda su energía: si esta es suficiente para superar las fuerzas que mantienen al electrón unido al núcleo atómico, el electrón es expulsado del átomo y se produce el efecto fotoeléctrico.[19]

Así pues, los fotones son partículas que transmiten energía en las ondas electromagnéticas. Son una suerte de mensajeros que permiten fenómenos como la visión, la fotosíntesis y las comunicaciones inalámbricas. Y, en nuestro entorno, la fuente que más fotones emite es también la fuente de la vida: el Sol.

2.1.2. *Las fuentes energéticas: el papel del Sol*

Aunque ya hemos mencionado que el Sol es la principal fuente de energía para el sostenimiento de la vida, no es la única. La Tierra, como un sistema termodinámico complejo, recibe y transforma energía de múltiples orígenes. Las tres principales fuentes de energía en la Tierra son la solar, la geofísica y la nuclear, y cada una de ellas juega un rol fundamental en la dinámica de nuestro planeta.

El calor interno de la Tierra, originado durante su formación y mantenido por la desintegración radiactiva de determinados isótopos presentes en el manto (principalmente de uranio, torio y potasio), es una expresión de la energía geofísica. Lo mismo puede decirse de la energía mareomotriz, que provoca las mareas como consecuencia de

la atracción gravitatoria entre la Luna, la Tierra y, en menor medida, el Sol. Existen tecnologías para intentar explotar esta fuente energética, aunque de momento no han sido económicamente eficientes. Algo similar a lo que le ocurre a la energía undimotriz, que se extrae del movimiento de las olas.[20]

La fusión nuclear que se produce dentro del Sol no solo alimenta a nuestra estrella, sino que también es objeto de investigación en la Tierra como potencial fuente de energía no contaminante.[21] Por otro lado, la fisión nuclear (base de la energía nuclear actual) involucra la división de núcleos atómicos pesados en otros más ligeros, en un proceso que libera gran cantidad de energía. Como hemos indicado, esto ocurre naturalmente en el interior de nuestro planeta, lo que contribuye a su calor interno.[22]

Por último, la energía solar se erige como la más importante de todas las fuentes energéticas, lo que explica que sea el motor principal de la vida y de los procesos terrestres. Su alcance va desde la fotosíntesis, que veremos más adelante, hasta el impulso del ciclo hidrológico. Además, las diferencias de temperatura generadas por la radiación solar son responsables de la circulación atmosférica, creando vientos y corrientes oceánicas que distribuyen el calor por todo el planeta. Se trata de una fuente de energía constante y aparentemente infinita —hasta la desaparición del Sol, dentro de unos 5.000 millones de años—, y actualmente se aprovecha directamente a través de tecnologías como los paneles fotovoltaicos y los sistemas de energía solar térmica. Naturalmente, también debemos considerar aquí la energía solar fosilizada, esto es, los combustibles fósiles que provienen de plantas y animales que vivieron en el pasado, cuya utilización por la sociedad está desequilibrando la composición de la atmósfera.

El Sol, como todas las estrellas, emite radiación electromagnética —fotones— en todas las direcciones. Los que viajan desde el Sol hacia la Tierra atraviesan el espacio prácticamente sin obstáculos hasta que encuentran la atmósfera terrestre. Actualmente sabemos la cantidad de energía solar que incide sobre el borde exterior de la atmósfera: aproximadamente 1.367 W/m^2.[23] Cuando los fotones solares atraviesan la atmósfera, una parte de su energía se refleja hacia el espacio exterior, otra se dispersa y otra es absorbida por las moléculas de aire, el vapor de agua y otras partículas. Ello provoca una notable disminución de la energía que finalmente llegará a la superficie terrestre. Con todo, los fotones que la alcanzan siguen siendo altamente energéticos. Esto es, en definitiva, consecuencia de las enormes temperaturas en el Sol, que en su núcleo alcanzan unos 13 millones de grados Celsius. Para hacernos una idea, la energía que procede de la fusión de átomos de hidrógeno —que produce helio— en el Sol es trece veces superior al uso de todos los combustibles (fósiles y biomasa) y de electricidad primaria (hidráulica y nuclear) en 2015.[24]

Un aspecto crucial de la energía solar es el delicado equilibrio energético que la Tierra mantiene con el Sol. Como hemos dicho, nuestro planeta recibe constantemente energía de la estrella, pero gran parte de esta es reflejada de vuelta al espacio (se denomina *albedo terrestre* al porcentaje de energía que es devuelta al espacio como reflejo). La atmósfera y los océanos desempeñan un papel vital en la distribución del calor alrededor del globo, mientras que el planeta en su conjunto emite radiación infrarroja de vuelta al espacio. Este complejo balance es lo que mantiene una temperatura global relativamente estable, condición indispensable para la vida tal como la conocemos.

El Sol emite radiación en casi todas las longitudes de onda. Parte de esa radiación cae dentro del espectro visible, lo que nos permite ver los rayos del sol y los objetos que reflejan su luz, como este libro si lo estás leyendo al aire libre y de día. Pero, debido a que su superficie está extremadamente caliente (alrededor de 5.700 ^{o}C), la mayoría de su energía se emite en longitudes de onda cortas (ultravioleta y rayos X). Afortunadamente, la capa de ozono existente en la atmósfera bloquea gran parte de estas ondas cortas y muy energéticas, y nuestro cuerpo, como defensa, produce melanina para protegerse (lo que explica por qué nuestra piel se broncea al exponerse al sol). A pesar de ello, la exposición a la radiación solar sin protección nos produce quemaduras y puede desencadenar cáncer de piel.

Como el Sol emite la mayor parte de su energía en forma de radiación de onda corta, se dice simplificadamente que la radiación solar es de «onda corta». La Tierra también emite radiación, pero debido a que su temperatura es mucho más baja (alrededor de 15 °C en su superficie, en promedio), lo hace en longitudes de onda más largas, en infrarrojo. Así, tenemos al Sol emitiendo ondas cortas y a la Tierra emitiendo ondas largas.

Un cuerpo que absorbe toda la radiación que le llega, en todas las longitudes de onda, y que emite radiación térmica, se denomina *cuerpo negro*. Aunque ningún objeto real absorbe e irradia radiación como un cuerpo negro ideal, se considera que las superficies de la Tierra y del Sol se comportan aproximadamente como cuerpos negros, absorbiendo e irradiando energía con casi el cien por cien de eficiencia.[25] Si suponemos que no hay ninguna otra forma de transferir energía entre la estrella y el planeta, la energía con la que el Sol baña la Tierra conllevaría una temperatura media global de –18 ^{o}C. Sin embargo, esta temperatura no solo no es la observada

(+15 ^{o}C, como se indicó anteriormente), sino que además sería incompatible con la mayor parte de la vida tal como la conocemos. ¿Qué está sucediendo entonces?

La explicación la proporcionan los gases que forman parte de la atmósfera, los cuales no se comportan como un cuerpo negro, sino que absorben y emiten selectivamente determinados rangos de radiación electromagnética. Es decir, cada molécula gaseosa tiene su propio comportamiento o «identidad».

Se llaman *gases de efecto invernadero* (GEI) aquellos que son muy malos absorbentes de las longitudes de onda corta (y, por lo tanto, las dejan pasar), pero muy buenos absorbentes de las longitudes de onda larga (las de la radiación térmica infrarroja). El CO_2, el metano (CH_4) y el vapor de agua (H_2O) son algunos de los principales gases presentes en la atmósfera que se comportan de esta manera.

Como consecuencia de este comportamiento, los GEI dejan pasar la radiación de onda corta procedente del Sol, la cual calentará la Tierra, pero impiden que parte de la energía que sale de la Tierra (de onda larga) se escape de la atmósfera. Esta energía en forma de radiación infrarroja es absorbida por los GEI y luego reemitida en todas direcciones, incluyendo su vuelta hacia la superficie terrestre. El proceso se repite constantemente, lo que resulta en un calentamiento adicional de la superficie del planeta (hasta los 15 ^{o}C, de media) y la atmósfera inferior.[26] De este modo, gracias a estos gases, la atmósfera opera como una manta que nos ponemos en invierno no para que «nos dé calor», sino precisamente para evitar que el calor que emite nuestro cuerpo se escape.

En definitiva, en este juego de ir y venir de la energía se alcanza un delicado equilibrio entre la entrante del Sol y la saliente de la Tierra. En todo caso, debe tenerse en cuenta que en cada latitud es

distinto, y que también operan mecanismos de transmisión y distribución de calor de unas regiones a otras, por ejemplo, a través de las corrientes oceánicas y los vientos.[27]

2.1.3. *Termodinámica y entropía*

La definición moderna de energía se sustenta en las conocidas como *leyes de la termodinámica*. La primera ley también se denomina *principio de conservación de la energía*, y establece que la energía no puede crearse ni destruirse, solo transformarse de una forma a otra. Esta ley fundamental nos dice que la cantidad total de energía en un sistema *cerrado* permanece constante, aunque puede manifestarse de diferentes maneras.

Un ejemplo sencillo de la primera ley de la termodinámica es el proceso de calentar una tetera en la vitrocerámica. Cuando la encendemos, la resistencia eléctrica convierte la energía eléctrica en calor, el cual aumentará la temperatura del agua de la tetera. Con ello se incrementará también la velocidad a la que se mueven las moléculas de agua, por lo que la energía interna del líquido crecerá, e incluso podrá comenzar un cambio de estado a vapor de agua. Así, aunque solemos decir que *hemos consumido* energía eléctrica, en realidad lo que ha pasado es que *hemos convertido* la energía eléctrica proveniente de la red en energía interna del agua.

Si la primera ley fuera la única en vigor en nuestro universo, probablemente no tendríamos que preocuparnos demasiado por las cuestiones energéticas. La energía nunca se acabaría y únicamente tendríamos que preocuparnos por realizar aquellas conversiones que más nos interesaran. Sin embargo, la segunda ley de la termodinámica lo cambia todo.

De hecho, hasta el descubrimiento de la segunda ley de la termodinámica, el universo mecanicista que describían las leyes de Newton estaba en su máximo esplendor. No solo funcionaba como un reloj, sino que además todas las leyes físicas descubiertas hasta ese momento parecían ser válidas con independencia del tiempo. Esto quiere decir que describían procesos reversibles. Por ejemplo, si lanzamos una pelota desde una ventana de un cuarto piso a una persona situada abajo, también suponemos que la persona ubicada abajo puede devolvernos la pelota lanzándola de nuevo hacia arriba. Es más, ambos fenómenos pueden ser descritos y cuantificados mediante las mismas ecuaciones, cambiando los signos correspondientes. La mayor parte de la ciencia conocida funciona de manera reversible en cuanto al tiempo, desde la física newtoniana hasta la teoría de la relatividad de Einstein, pasando por las ecuaciones de Maxwell.[28]

Sin embargo, la segunda ley de la termodinámica (enunciada por primera vez en 1824) se comporta de forma diferente. Esta ley, conocida también como *ley de la entropía*, establece que la energía, además de cantidad, tiene «calidad» y que se degrada con el tiempo. Es decir, podemos utilizar la energía para realizar un trabajo, pero en el proceso la energía se convertirá en otras formas menos útiles para volver a hacer trabajo. Y esto tiene implicaciones muy relevantes, puesto que, entre otras cosas, supone aceptar que existe cierta irreversibilidad en los procesos físicos y que, por lo tanto, existe también una flecha del tiempo, es decir, una manera objetiva de distinguir entre el pasado y el futuro.

Que existen procesos irreversibles es algo que todos tenemos muy claro, con ejemplos como la expansión de un gas o la combustión de una cerilla. La ciencia los estudia desde hace siglos, y una de sus conclusiones más importantes es que ningún sistema puede

funcionar indefinidamente sin recibir energía del exterior: si no hay aporte, tarde o temprano se detiene. Durante siglos se han sucedido los intentos de producir máquinas que pudieran funcionar de manera autónoma e ininterrumpida, es decir, que nunca se detuviesen. Fueron denominadas *máquinas de movimiento perpetuo*, y se tienen evidencias de que al menos desde el siglo XIII se intentaron construir. Poco a poco fue haciéndose obvio que para mantener el movimiento era necesario aplicar algún tipo de fuerza, si bien se siguieron registrando intentos hasta que en 1775 la Academia de las Ciencias de París se negó a examinar más propuestas de este tipo.[29] Se llegó a la conclusión de que la existencia de una máquina de movimiento perpetuo era imposible. Y, más tarde, la segunda ley de la termodinámica proporcionó el conocimiento preciso de esta imposibilidad.

Una cuestión interesante es que el descubrimiento de las leyes sobre la energía fue el resultado del estudio de las máquinas de vapor, y no al revés. Es decir, en esta ocasión la tecnología fue anterior a la ciencia. En efecto, a finales del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII, los ingenieros estaban interesados en la construcción de máquinas que permitieran aprovechar el calor para hacer trabajo mecánico. Este tipo de máquinas se denominan *máquinas térmicas*. El interés práctico principal residía en bombear el agua desde el interior de las minas de carbón, que estaban por debajo del nivel freático, para poder seguir extrayendo el mineral a mayores profundidades. El perfeccionamiento de las máquinas de vapor[30] fue un proceso de ensayo y error, y permitió a la comunidad científica ir descubriendo las razones últimas del fenómeno físico que llamamos *energía*. De ahí que se haya dicho que la noción de *energía* es hija de la Revolución Industrial.[31]

La primera persona que se tomó en serio el estudio de los procesos físicos detrás de las máquinas térmicas fue el ingeniero y físico francés Sadi Carnot. En 1824 publicó su obra *Reflexiones sobre la potencia motriz del fuego y sobre las máquinas adecuadas para desarrollar esta potencia*, en la que reconoció que «al margen del trabajo de todo tipo ejercido por las máquinas de vapor [...], su teoría se comprende muy poco, y los intentos de mejorarlas todavía siguen guiándose por el azar».[32] A pesar de esta observación, el trabajo de Sadi Carnot sentó las bases de la termodinámica moderna.

Este investigador estaba interesado en la eficiencia de las máquinas térmicas y descubrió que, para que una máquina de vapor funcione de manera óptima, debe existir una diferencia significativa de temperatura entre la fuente de calor (el *input* de energía) y un sumidero frío (como el condensador). Este principio, conocido hoy como el *ciclo de Carnot*, establece los límites teóricos de eficiencia para cualquier máquina térmica. También llegó a la conclusión de que la eficiencia nunca podría ser igual al cien por cien, porque siempre se produce disipación de energía, pero descubrió que la eficiencia era proporcional a la diferencia de temperatura entre la fuente caliente y el sumidero frío.[33]

De hecho, Carnot estimó que la temperatura que alcanzaba el vapor de agua era de 160 ^{o}C, mientras que el condensador estaba a 40 ^{o}C, por lo que la máquina hacía trabajo aprovechando una diferencia de temperatura de 120 ^{o}C. Sin embargo, la caldera donde se quemaba carbón estaba a unos 1.000 ^{o}C, por lo que se estaban desaprovechando hasta 900 ^{o}C de temperatura.[34] ¿Qué estaba pasando? ¿Cómo podría mejorarse la eficiencia de las máquinas térmicas? A pesar de sus intuiciones, Carnot nunca llegó a descifrar

del todo el fenómeno físico porque, entre otras cosas, seguía creyendo en la errónea «teoría del calórico», según la cual el calor era un fluido invisible que se movía entre los cuerpos.

A mediados del siglo XIX, la comprensión de los principios fundamentales que rigen las máquinas térmicas experimentó un avance significativo gracias al trabajo de varios científicos destacados. Entre ellos, el físico alemán Rudolf Clausius desempeñó un papel crucial al sintetizar y ampliar los descubrimientos previos realizados por tres pioneros de la termodinámica: el físico inglés James Prescott Joule, quien estableció la equivalencia entre trabajo mecánico y calor; el físico escocés William Thomson (más tarde conocido como lord Kelvin), que propuso la escala absoluta de temperatura; y el físico alemán Hermann von Helmholtz, que formuló el principio de conservación de la energía.

Clausius aprovechó esos trabajos para lograr dar con la solución final al misterio que rodeaba la eficiencia de las máquinas térmicas. Su descubrimiento fundamental fue que el calor nunca fluye espontáneamente de un cuerpo frío a uno caliente, sino que siempre se mueve del caliente al frío. Este principio, que más tarde se convertiría en la base de la segunda ley de la termodinámica, implicaba también que, en cualquier proceso de transferencia de calor, siempre se producirá una disipación de energía en forma de calor hacia el entorno. En el contexto de una máquina térmica, esto significa que es imposible convertir todo el calor en trabajo útil, y así lograr una eficiencia del cien por cien, como Carnot había intuido.

A partir de este descubrimiento trascendental, William Thomson desarrolló dos conceptos fundamentales para la física moderna: la *irreversibilidad* y la *flecha del tiempo*. La irreversibilidad se refiere al hecho de que ciertos procesos físicos, como la disipación de calor, no pueden revertirse completamente sin aportar energía adicional al

sistema. Podemos calentar una tetera y esperar a que el calor se disipe, pero no podemos esperar que la tetera vuelva a calentarse de manera espontánea. La flecha del tiempo, por su parte, es una consecuencia de esta irreversibilidad, y sugiere que los eventos físicos tienen una dirección preferente en el tiempo, del pasado hacia el futuro. En el contexto de la termodinámica, esto se manifiesta en el hecho de que parte del calor se perderá inevitablemente en el entorno de manera irreversible. Todo en el universo se dirige al equilibrio termodinámico, esto es, hacia un estado donde toda la materia tiene la misma temperatura, presión o composición química y no puede existir cambio espontáneo de ningún tipo.[35] Ese estado se denomina *muerte térmica del universo* y, como cada proceso se dirige hacia él, se puede decir que por eso existe un futuro, aunque sea lúgubre y frío.

Antes de finalizar el siglo XIX, Ludwig Boltzmann y Josiah Willard Gibbs ampliaron la comprensión de las leyes de la termodinámica y el concepto de *entropía*. Boltzmann se centró en lo microscópico, desvelando las razones que explican los procesos de la segunda ley de la termodinámica. Para ello echó mano de la estadística y de las probabilidades, rompiendo de esa forma con los planteamientos mecanicistas newtonianos. Boltzmann fundó así lo que se conoce como *física estadística*. Gracias a la teoría cinética sabemos que, a mayor temperatura de un gas, las moléculas que lo constituyen se mueven más rápido, de manera que están más lejos unas de otras y, en consecuencia, conforman una estructura con mayor desorden o entropía. En cambio, en las sustancias frías, las moléculas se mueven más despacio y manifiestan estructuras más ordenadas. Desde este punto de vista, la flecha del tiempo va asociada a un incremento de la entropía.

Por el contrario, el trabajo de Gibbs se centraba en lo macroscópico, y permitió encontrar una forma para predecir si las reacciones químicas se producirían de forma espontánea o no. Como veremos en el siguiente apartado, esto es fundamental para comprender el metabolismo humano, y explica, por ejemplo, por qué no ardemos cuando comemos.

En resumen, la energía se conserva siempre, pero su calidad se degrada y, por lo tanto, es cada vez menos útil para realizar trabajo. Por esta razón podemos hablar de *exergía* o *energía libre* para referirnos a aquella parte de la energía que queda después de un proceso de transferencia energética y que todavía puede utilizarse para realizar un trabajo. Esta es la energía útil que interesa, por ejemplo, a los ingenieros que fabrican coches y también a cada ser vivo. Por el contrario, hay otra parte que se disipa como calor y que no se puede aprovechar más, a la que se suele llamar *aenergía*.

Las leyes de la termodinámica tienen una validez universal y no se conoce ninguna excepción en todo el universo observable. Gobiernan desde el funcionamiento de las estrellas hasta los procesos metabólicos en nuestras células, pasando por las máquinas que utilizamos a diario. La diferencia es que la termodinámica clásica se centró en el estudio de sistemas cerrados, es decir, de aquellos en los que no había transferencia de energía o materia con el exterior. En estos sistemas siempre se tiende hacia el equilibrio termodinámico. Sin embargo, todos los organismos vivos son sistemas abiertos, pues intercambian materia y energía con su entorno, y por lo tanto están lejos de dicho equilibrio.[36] Enseguida profundizaremos en las grandes implicaciones de esta diferencia crucial.

Antes, conviene recordar que la segunda ley de la termodinámica proporciona una enseñanza básica: siempre será necesario encontrar

energía adicional para construir y mantener cualquier estructura, incluyendo fábricas, casas, coches, civilizaciones, árboles o a nosotros mismos.[37] La tendencia de cualquier entidad natural es hacia el equilibrio termodinámico, de manera que continuamente hay que invertir en obtener energía para mantener las estructuras y la vida. Esa es la razón por la que las plantas realizan la fotosíntesis, los animales comemos y la civilización utiliza combustibles fósiles o energías renovables: para poder construir y mantener estructuras ordenadas.[38]

En el contexto de los sistemas vivos y los ecosistemas, estos principios son cruciales. La vida misma puede concebirse como un proceso que aprovecha el flujo de energía para mantener y aumentar su organización, disipando energía continuamente. Los seres vivos son sistemas abiertos que logran mantener el orden interno (y, por lo tanto, disminuyen su entropía) gracias a que extraen y utilizan energía del entorno (incrementando la entropía allí). En particular, en los sistemas biológicos es la energía solar la que permite la disminución de entropía en su interior, lo que «induce el ordenamiento y el desarrollo de nuevas estructuras».[39] El resultado neto es que siempre aumenta la entropía en el universo, pero la vida y otros sistemas abiertos (por ejemplo, los cristales que crecen dentro de las disoluciones salinas) consiguen que de manera temporal y local esta se reduzca. Seguimos caminando hacia la muerte térmica del universo, pero mientras tanto los seres vivos retrasamos temporalmente la muerte de cada uno de nosotros. Podríamos parafrasear a John Lennon y decir que la vida es lo que ocurre mientras esperamos a la muerte térmica del universo.

2.1.4. *El metabolismo de los seres vivos*

Como hemos dicho antes, la segunda ley de la termodinámica establece que todo sistema tiende al equilibrio y a un aumento de su entropía. Sin embargo, la existencia misma de la vida parece desafiar esta ley. ¿Cómo es posible que en un universo que tiende al desorden y a la muerte térmica surjan y se mantengan estructuras tan complejas y organizadas como los seres vivos?

Algunos autores han denominado a esta cuestión la *paradoja de Schrödinger*, pues fue el científico austriaco y ganador del Premio Nobel de Física quien la planteó abiertamente en sus conferencias pronunciadas en Irlanda en 1943.[40]

La clave para resolver esta aparente contradicción está, como se adelantaba en el apartado anterior, en entender que los organismos vivos son sistemas abiertos desde el punto de vista termodinámico. Esto significa que, por un lado, importan continuamente energía de baja entropía (o materia ordenada) del entorno y, por otro lado, exportan energía de alta entropía (materia desordenada) al ambiente.

Es decir, los organismos continuamos existiendo porque importamos energía de alta calidad (nutrientes) desde el exterior de nuestros cuerpos, y exportamos energía degradada (desechos) al exterior. De esta manera, la creciente organización de los sistemas vivos se produce a expensas de una también constante desorganización y degradación en su entorno. Dicho de otra forma, los seres vivos mantienen sus sistemas lejos del equilibrio termodinámico gracias a una incorporación continua de energía libre. El físico Ilya Prigogine popularizó la expresión *estructuras disipativas* para referirse a los sistemas abiertos, entre ellos los organismos vivos, que mantienen un estado de baja entropía —de alta organización— importando energía y materia a través de las

fronteras del sistema (en el caso de las células, sus membranas permeables).

En este punto resulta necesario introducir el concepto de *metabolismo*, que se refiere a «las actividades en las cuales las células obtienen y usan energía» o a «las actividades que permiten a las células obtener energía para construir, reordenar y descomponer los compuestos orgánicos».[41] En suma, el metabolismo es el conjunto de procesos químicos que ocurren en las células para obtener y utilizar la energía.

Entender el marco conceptual en el que estamos requiere analizar el ciclo de la vida y establecer el punto de partida en la energía que se emite desde el Sol. Esta energía es de muy baja entropía, lo que quiere decir que se puede convertir en su mayoría en trabajo. Los seres humanos y el resto de los animales percibimos esta energía en forma de calor, luz visible o incluso como la radiación ultravioleta que interacciona con nuestra piel, pero no podemos aprovecharla para construir nuestra propia comida: necesitamos alimentarnos de materia orgánica producida por otros organismos. Esa capacidad reside solo en los seres autótrofos fotosintéticos, cuyo metabolismo les permite emplear la radiación solar para construir sus propias moléculas, como veremos a continuación. Pero merece la pena recordar que existe otro tipo de seres autótrofos, llamamos *quimiosintéticos*, que poseen un metabolismo capaz de utilizar ciertas moléculas (orgánicas o inorgánicas) ricas en energía.[42]

Las cianobacterias, las algas y las plantas realizan fotosíntesis oxigénica (también existe la anoxigénica): un tipo de metabolismo que les permite almacenar la energía solar en los enlaces de las moléculas de azúcar que constituyen su estructura. De forma simplificada, podemos decir que en este proceso se combina el CO_2

atmosférico con el H_2O para formar glucosa y desprender oxígeno molecular, siguiendo esta fórmula:

$6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{energía (solar)} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$

Los organismos fotosintéticos cuentan con pigmentos, como la clorofila, que actúan como antenas moleculares con las que absorben las partículas de luz del Sol, los fotones, en un rango relativamente limitado de energías. Por ejemplo, las hojas de las plantas absorben principalmente el rango de luz visible roja, mientras que reflejan el color complementario, su verde característico. Cuando el fotón es absorbido, uno de los electrones de la clorofila se promociona a un estado de mayor energía durante un brevísimo lapso de tiempo, y cuando vuelve a su estado de reposo libera la energía que, en último término (al final de las llamadas *fase luminosa* y *fase oscura*), se usará para la constitución de las moléculas de glucosa.

Convertir una molécula en otra consume o produce energía, en función de si la nueva tiene más o menos energía que la original.[43] Por ejemplo, durante la fotosíntesis se consume energía para dividir las moléculas de agua líquida (H_2O) en dos gases: hidrógeno y oxígeno molecular (H_2 y O_2). Este último se libera a la atmósfera, lo que nos permitirá vivir a los seres que realizamos respiración aerobia, mientras que el hidrógeno y los electrones intervienen en una compleja cadena de transporte y una serie de reacciones metabólicas (en el llamado *ciclo de Calvin*) que culminan en la producción del carbohidrato glucosa.

La glucosa es un almacén de energía química que permitirá a la planta realizar sus funciones vitales y construir polímeros estructurales como la celulosa. En su conjunto, la fotosíntesis es un proceso muy ineficiente desde el punto de vista energético, pues incluso para los cultivos más productivos no se transforma en

energía química más del 4 por ciento de la energía solar recibida por la planta; de hecho, el promedio anual global es incluso más bajo, de un 0,3 por ciento.[44]

El concepto de *cadena trófica* expresa la forma en la que la energía fluye desde unos seres vivos a otros a través de la alimentación. Cada paso en esta cadena implica una transferencia de energía, y en cada transferencia una gran parte de la energía se pierde en forma de calor disipado debido a la ineficiencia de los procesos metabólicos. Por ello, y recordando lo que plantea la segunda ley de la termodinámica, la energía libre va disminuyendo según se asciende por la cadena trófica. Esta es la razón por la que es raro ver más de cuatro niveles en una cadena trófica.[45] Un ejemplo sencillo de una cadena con cuatro niveles puede ser el que tantas veces hemos visto en los reportajes de la sabana africana: hierba, gacela, león, buitre.

Los seres humanos y el resto de los animales somos heterótrofos, es decir, obtenemos nuestra energía alimentándonos de otros organismos que previamente han fijado (directa o indirectamente) la energía solar. El tipo de metabolismo que utilizamos es la respiración aerobia: descomponemos la glucosa usando oxígeno molecular y generando CO_2 y H_2O, lo que a nivel químico resulta el proceso inverso de la fotosíntesis:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{energía (metabólica)}$$

En el proceso que estamos describiendo, el consumo de alimentos puede considerarse la importación de energía de baja entropía. Los humanos consumimos alimentos ricos en nutrientes, como carbohidratos, proteínas y grasas, que son formas de energía química ordenada y de baja entropía. Además, a través de la

respiración importamos oxígeno, que es esencial para el proceso de oxidación de dichos nutrientes. El agua que bebemos se utiliza para mantener las funciones corporales y actuar como medio en el que tienen lugar las reacciones químicas. Incluso la información que recibimos a través de nuestros sentidos, aunque no es materia ni energía como tales, puede considerarse una forma de «orden» que nuestros órganos sensoriales y nuestro cerebro procesan. En definitiva, incorporamos energía de baja entropía para poder mantenernos vivos, «desafiando» de manera continua la segunda ley de la termodinámica.

La respiración celular puede equipararse al proceso de combustión del carbón, del petróleo o del gas natural en las centrales energéticas. La diferencia es que, para obtener energía, en nuestro organismo quemamos carbohidratos, mientras que en la sociedad quemamos hidrocarburos. Los hidrocarburos son compuestos químicos que están constituidos únicamente por átomos de carbono e hidrógeno, a diferencia de los carbohidratos que tienen también oxígeno. Pero la fórmula química de la combustión de los hidrocarburos es idéntica a la del proceso de respiración:

Carbohidratos + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + energía

Combustible + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + energía

De hecho, no hay una gran diferencia entre la cantidad de energía liberada por una sustancia que se come y la energía liberada por una sustancia que se quema. Las rutas químicas son muy distintas, claro está, lo que explica que no nos incendiemos cuando comemos, pero la cantidad de energía producida es muy similar.[46] No obstante, el cuerpo humano se debe mantener a la misma temperatura de manera constante, por lo que no puede aprovechar los diferenciales

de calor como hacen las máquinas térmicas y tiene que encontrar otro camino para optimizar el uso de esa energía entrante.

La digestión es ese camino, y consiste en descomponer los alimentos en moléculas más simples que pueden ser absorbidas por el cuerpo. Para ello, nos ayudamos de las enzimas, proteínas especializadas que actúan como catalizadores, facilitando y acelerando las reacciones metabólicas. Existen miles de enzimas diferentes en nuestro organismo, cada una con una tarea específica. Las enzimas permiten, entre otras cosas, digerir los alimentos, cuyo primer paso es romper y separar las moléculas por contacto con el agua —un proceso conocido como *hidrólisis*—. Los seres humanos tenemos enzimas para ayudar a digerir en medio acuoso los carbohidratos, las grasas y las proteínas, pero carecemos de otras que nos permitan digerir la celulosa (como sí hacen los animales herbívoros) o el carbón. Por ese motivo no podemos comer ni la madera ni la mina de los lapiceros, ni tampoco beber gasolina o petróleo, a pesar de que son sustancias que almacenan mucha energía.[47]

¿Cuál es entonces la diferencia entre la combustión metabólica (bioquímica) y la combustión química? La principal es que cuando quemamos combustibles fósiles como el petróleo o el carbón, liberamos rápidamente una gran cantidad de energía en forma de calor y luz. Este proceso es inmediato, intenso y difícil de controlar una vez iniciado. En contraste, nuestros organismos heterotróficos han evolucionado para llevar a cabo una forma de «combustión» mucho más controlada y eficiente de los nutrientes que obtenemos de los alimentos. De hecho, si la glucosa o los aminoácidos que son nuestra principal fuente de energía transfirieran directamente sus electrones al oxígeno molecular, tendríamos una combustión y las células se incendiarían. El «truco» que usa el organismo es que las

células transfieren los electrones a moléculas intermedias en una serie de etapas que, al final, los llevarán a dicho oxígeno molecular.[48]

Este delicado balance energético es crucial para nuestra supervivencia. Para mantener nuestro orden interno (baja entropía), debemos importar constantemente más energía de baja entropía de la que exportamos como alta entropía. Si dejáramos de alimentarnos o de respirar, nuestro cuerpo rápidamente comenzaría a desorganizarse: las células no podrían mantener sus funciones, las estructuras complejas comenzarían a descomponerse, y finalmente el sistema colapsaría, resultando en la muerte.

Como hemos estado viendo, nuestro metabolismo es, en esencia, parte de un complejo ciclo energético global que comenzó con la radiación solar, fue capturado por las plantas a través de la fotosíntesis, pasó por varios niveles de la cadena trófica, y finalmente llegó a nuestras células. Es importante insistir en que este proceso no es demasiado eficiente desde el punto de vista energético, pues la mayor parte de la energía que consumimos se pierde como calor. Ya dijimos que la fotosíntesis convierte como mucho entre el 2 y el 4 por ciento de la energía solar en biomasa, y que el resto es disipado como calor. A su vez, los animales herbívoros convierten entre un 10 y un 20 por ciento de la energía de la biomasa de las plantas ingeridas en los enlaces energéticos en su propia carne,[49] mientras que la eficiencia metabólica humana es aproximadamente del 40 por ciento:[50] menos de la mitad de la energía que consumimos se convierte en trabajo útil. Todo el calor disipado contribuye, además de a mantener nuestra temperatura, al aumento general de la entropía del universo.

En esencia, la vida puede verse como una lucha constante contra la tendencia natural al desorden. Los seres vivos logramos mantener

y aumentar nuestra organización y complejidad gracias a un flujo constante de energía y materia, un proceso que comenzó hace casi 4.000 millones de años... y que continúa en cada célula de cada organismo vivo en este momento.

Esta perspectiva nos recuerda la fragilidad y la maravilla de la vida, así como nuestra profunda conexión con el entorno y, en última instancia, con la fuente primaria de toda la energía consumida por los seres vivos: el Sol. De hecho, y casi por las mismas razones, las sociedades humanas son igual de frágiles y vulnerables que el resto de la vida que nos rodea.

2.2. EL METABOLISMO DE LAS SOCIEDADES

En la década de 1840 todavía quedaban algunas importantes monarquías absolutas a lo largo de Europa, como la de Rusia, el Imperio austriaco, Prusia o el Reino de Nápoles y Sicilia, gobernado por la casa real Borbón-Dos Sicilias. Estas fuerzas reaccionarias se oponían a las reformas que promovía una incipiente burguesía, que ya había logrado arrancar el modelo de monarquía constitucional en otros países, especialmente Gran Bretaña y Francia. No obstante, en todos los países las demandas políticas de la burguesía —que exigía el desmantelamiento de las estructuras feudales a la par que mayor representación en las democracias censitarias— se unían a las mucho más radicales demandas políticas de una clase trabajadora industrial aún débil pero creciente.

La industrialización —impulsada por la barata energía fósil del carbón— había mejorado la productividad por trabajador, pero eso no se había traducido en una mejora de la vida de las clases trabajadoras. Por el contrario, la brutal explotación, la pobreza

miserable, el hambre crónica y la contaminación que los ahogaba y envenenaba los habían convertido en simples recursos baratos al servicio de la acumulación del capital. Como ha dicho el historiador Hobsbawm, «sus condiciones de vida en las grandes ciudades y los distritos fabriles de la Europa occidental y central los impulsaban inevitablemente hacia la revolución social».[51] Los liberales, allí donde podían, trataban de paliar algunas de las consecuencias más indeseables sobre la población trabajadora, al tiempo que intentaban arrancar nuevos derechos políticos y económicos al viejo poder aristocrático. En los regímenes absolutistas, sin embargo, incluso los liberales se sumaron a las fuerzas que abrigaban la esperanza del derrocamiento del sistema y sus monarquías.

En ese contexto de la década de 1840, un joven que no llegaba a los treinta años se afanaba por darle sentido a la historia social de la humanidad. Durante aquellos años, Karl Marx desarrollaría una teoría con la que explicar cómo cambiaban las sociedades y cuáles eran las fuerzas que impulsaban tales cambios. Mucho más tarde, su amigo Friedrich Engels, al que conoció también en esa década y se convirtió en su fiel colaborador, llamó a dicha teoría *materialismo histórico*. Habían identificado al proletariado como sujeto histórico que realizaría, inevitablemente, las revoluciones que harían progresar a las sociedades. Sin embargo, tanto Marx como Engels no se contentaron con lo que parecía un gran descubrimiento sobre el cambio social, sino que se pusieron a la tarea de empujar en beneficio del avance hacia lo que ellos concluían que sería la etapa más gloriosa de la humanidad: el socialismo. En 1847 se afiliaron a la Liga de los Justos, organización que en febrero de aquel año anunció una inminente «revolución grandiosa, que probablemente decidirá por un siglo los destinos de la humanidad».[52]

La Liga de los Justos fue renombrada como Liga de los Comunistas, y sus dirigentes propusieron a Marx y Engels la redacción del que se convertiría en uno de los documentos más famosos de la historia: *El manifiesto comunista*. Un texto que comenzaba con la conocida advertencia de que «un fantasma recorre Europa: el fantasma del comunismo».[53] De hecho, cuando aún no se había terminado de secar la tinta, la revolución estalló por toda Europa. La crisis económica y, en particular, la elevación enorme de los precios de los alimentos —en parte debida a las pésimas cosechas, por ejemplo, de la patata en Irlanda—, multiplicaron «el paro, y las masas trabajadoras de las ciudades se vieron privadas de sus modestos salarios en el momento en que el coste de la vida resultaba insoportable».[54]

Las revoluciones de 1848 cambiaron el panorama político europeo y la mayoría de los países se vieron radicalmente afectados. Avanzaron las fuerzas liberales, y con ellas las reformas políticas en beneficio de sistemas constitucionales y con mayores derechos políticos, y retrocedieron las viejas fuerzas del Antiguo Régimen. Pero no se lograron los propósitos más ambiciosos enunciados en *El manifiesto comunista*, con lo que Marx y Engels siguieron pensando en cómo impulsar esos cambios. Marx, aunque nunca abandonó su participación directa en las organizaciones de la clase obrera, se refugió a trabajar en la que sería su obra cumbre, *El capital*, la cual ni siquiera llegó a terminar de redactar él mismo.

Para la preparación de esa obra, Marx leyó no solo economía política, sino, como recuerda Sacristán, también ciencia y «principalmente agrotecnia, agroquímica y, por prolongación, biología y química».[55] Durante los últimos quince años de su vida, de hecho, dedicó la mitad de sus escritos, no publicados, a las «ciencias naturales, como la biología, la química, la botánica, la

geología y la mineralogía».[56] Y así dio en la década de 1860 con la obra del químico alemán Justus von Liebig, que se convirtió en una influencia clave para Marx. Fue tan decisivo ese estudio que se ha llegado a afirmar que «Marx abandonó de manera bastante consciente su anterior evaluación optimista del potencial emancipador del capitalismo» para «reconocer seriamente los límites naturales y considerar la compleja e intensa relación entre el capital y la naturaleza como una contradicción central del capitalismo».[57] Hay, por lo tanto, un Marx ecologista que emerge en los últimos años de su vida como consecuencia de la lectura de un químico preocupado por la fertilidad de la tierra y la forma en la que la energía es utilizada por las plantas.

En el epígrafe precedente hemos explorado la naturaleza de la energía, llegando a la conclusión de que los organismos vivos deben considerarse sistemas abiertos desde el punto de vista energético. Como tales, requieren un constante suministro de energía de baja entropía, mientras producen desechos en forma de energía de alta entropía. Este proceso permite a los organismos vivos mantener estructuras organizadas alejadas del equilibrio termodinámico —de su muerte—. Y si bien hasta ahora hemos hablado del metabolismo desde el punto de vista celular, las transformaciones bioquímicas que tienen lugar dentro de un organismo son solo un ejemplo de un patrón más general que también sucede a escalas mayores, como la de la sociedad.[58]

En efecto, todas las sociedades humanas intercambian flujos de materia y energía con su medioambiente. En concreto, las sociedades necesitan continuamente una entrada de energía y materiales al tiempo que generan todo tipo de residuos. Los intercambios de flujos de materia y energía se consideran flujos

metabólicos (*throughput*, en la terminología académica) y son el objeto de análisis de este epígrafe.

Desde este punto de vista, debemos considerar la economía como un subsistema dentro del sistema Tierra, lo que nos permite entender mejor cómo y qué consecuencias tienen estos intercambios de flujos metabólicos. Como veremos, el funcionamiento de la economía depende de la provisión adecuada de energía y recursos extraídos del medioambiente, pero también de la capacidad de absorción por parte de los sumideros naturales de los residuos o desechos producidos. La preocupación por el agotamiento de los recursos, por ejemplo, se refiere a la provisión de *inputs* para la economía, mientras que la preocupación por el cambio climático se refiere a la capacidad de absorción de los sumideros naturales. Si la economía se configura de tal manera que se desequilibra bien por la entrada bien por la salida de flujos, o bien por ambas a la vez, la relación entre la sociedad y el sistema Tierra colapsa.

2.2.1. *La extensión del concepto de metabolismo*

El concepto de metabolismo comenzó a usarse a principios del siglo XIX para referirse a los intercambios de materiales en relación con la respiración, pero ganó popularidad cuando en 1842 lo usó el químico alemán Justus von Liebig en su libro *Química animal*. Posteriormente, el concepto evolucionó hasta referirse al intercambio de energía y materiales entre el cuerpo humano y el exterior, que es lo que vimos en el capítulo anterior.

Como hemos dicho, a inicios de los años sesenta del siglo XIX, y mientras escribía su obra *El capital*, Karl Marx estaba estudiando ciencias naturales debido a su interés en comprender mejor la problemática de la fertilidad del suelo —que analizaremos más

adelante—. Eso le llevó a leer con profusión e interés a Liebig, asumiendo sus tesis principales. De hecho, John Bellamy Foster ha reconocido que Marx, en la redacción de *El capital*, siempre se mantiene cerca de la argumentación de Liebig.[59] Sin embargo, Marx empleó el concepto de metabolismo para ir más allá de una descripción meramente celular u orgánica, y se refirió más bien a la completa relación humana con la naturaleza a través del trabajo. No obstante, Marx empleó el concepto tardíamente, en unas pocas ocasiones y con significados variables,[60] lo que ha dado lugar a una importante controversia acerca de la importancia real que Marx otorgó a las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza.

De acuerdo con Martínez Alier, «aunque Marx mencionó el mal uso que el capitalismo hacía de los recursos naturales, no le pareció que eso fuera un hecho relevante para explicar la dinámica capitalista».[61] Esta es, sin embargo, una lectura compasiva de Marx, ya que lo que está popularizado es precisamente que el autor de *El manifiesto comunista* era un productivista absolutamente desentendido de las relaciones con la naturaleza. Lo cierto es que, como dice Martínez Alier, la ecología no tiene un lugar preeminente en la visión marxista de la historia. Es más, lo que se ha conocido como materialismo histórico —aunque el concepto fue acuñado por Engels y no por Marx— describe la evolución de la sociedad como un continuado despliegue de las fuerzas productivas sin una atención relevante a la problemática de la energía y los recursos naturales.

Sin embargo, otros autores defienden que Marx sí integró en el núcleo de su pensamiento, e incluso de *El capital*, no solo la noción de metabolismo, sino también sus profundas implicaciones. De hecho, según Foster, Marx habría identificado la existencia de una «fractura metabólica» que sugiere que en la futura sociedad socialista «sería necesario gobernar el metabolismo humano con la

naturaleza de una manera racional, algo que superaría por completo las posibilidades de la sociedad burguesa».[62] Lo mismo afirma Saito, quien asegura que Marx demandaba que «la producción social debe reorganizarse radicalmente, poniendo especial atención a la interacción de los humanos con su ambiente».[63] Aún más, Foster considera que Marx habría sido consciente de que «se habían violado las condiciones de la sostenibilidad impuestas por la naturaleza».[64]

Estas lecturas de un Marx ecologista no son falsas en modo alguno, pues está acreditado el interés de Marx en las ciencias naturales en la etapa más madura de su vida. Y, como veremos al analizar el papel de la fertilidad del suelo, Marx fue consciente de la contradicción entre la dinámica del capital y los ciclos naturales. Tampoco es necesario considerar estas lecciones totalmente periféricas a la obra de Marx. Sin embargo, probablemente lo más exacto sea considerarlas como aportaciones tardías que no pudieron integrarse en el núcleo de su obra anterior, mucho más marcada por el optimismo tecnológico, el productivismo y los contornos propios de la economía política clásica. Esto es evidente cuando nos referimos al conjunto posterior de autodenominados marxistas, entre los que es mucho más difícil encontrar una perspectiva mínimamente ecologista. Quizá lo más correcto sea considerar estas valoraciones ecologistas al mismo nivel que los tardíos pensamientos sobre colonialismo, género y diversidad étnica en el propio Marx,[65] los cuales también existen, aunque no se incorporaran en el núcleo de su obra. Con todo, esto no le resta valor en absoluto a la rica utilización del concepto de metabolismo para referirse a la relación entre seres humanos y naturaleza.

Entre los excepcionales marxistas que sí incorporaron una dimensión ecológica se encuentra Manuel Sacristán. Como vimos en

el capítulo primero, Sacristán también habló en términos muy similares a los de Marx al referirse a la sociofísica como la interacción entre la naturaleza y el ser humano. La temprana referencia ecologista de Sacristán fue Barry Commoner, quien teorizó igualmente sobre la relación entre lo que él denominaba *ecosfera* y la *tecnosfera*. De hecho, para Commoner, la crisis ecológica es «consecuencia del drástico desajuste entre los procesos cíclicos, autoperpetuadores y autoconsistentes de la ecosfera, y los procesos lineales, innovadores y ecológicamente desestabilizadores de la tecnosfera».[66] Es más, Jorge Riechmann deduce que esa teorización «no se halla nada lejos del concepto marxiano de *fractura metabólica* (en la relación humana con la naturaleza)».[67] En efecto, con terminologías distintas, pero influencias similares —de tradición marxista—, estos autores han llegado a la misma conclusión respecto a la contradictoria relación entre el subsistema económico y el sistema Tierra.

En general, podemos decir que el concepto de *metabolismo de las sociedades* —o *metabolismo económico*, *social* o *socioeconómico*, según lo usen diferentes escuelas o autores— surgió «a partir de la observación de que los sistemas biológicos (organismos, ecosistemas...) y los sistemas socioeconómicos (hogares, empresas, economías) dependen decisivamente de un continuo flujo metabólico a fin de mantener su estructura interna».[68] Se trata, en consecuencia, de un salto de escala.

Asumiendo lo anterior, debemos conceptualizar la economía como un subsistema dentro del sistema Tierra que se caracteriza por tener un metabolismo propio. Es decir, toda economía necesita un conjunto de flujos metabólicos de entrada, los *inputs*, mientras que desecha o expulsa otros flujos metabólicos como salida, los *outputs*. Ese proceso es similar al que ocurre en el interior de los organismos.

Es más, mientras que los sistemas naturales dependen de flujos de energía solar y ciclos de materiales, las sociedades modernas dependen de un flujo unidireccional de grandes cantidades de combustibles fósiles y materiales.[69]

Mientras que para el mantenimiento de los organismos biológicos lo relevante es la energía endosomática —la que alimenta nuestros cuerpos—, en las sociedades modernas la energía definitoria es la exosomática. Lo que diferencia un tipo de sociedad de otro es, en gran medida, el nivel de consumo de energía exosomática. De hecho, no podríamos mantener la mayoría de las estructuras y funciones de las sociedades actuales recurriendo únicamente a nuestros propios organismos o a la fuerza de nuestros músculos. Como dijo Georgescu-Roegen, «es a través de la creciente producción de miembros separados más poderosos, rápidos y afilados, como la especie humana se ha convertido en lo que somos en la actualidad y lo que seremos también en el futuro».[70]

En efecto, los flujos metabólicos de una sociedad no solo consisten en la energía y los recursos materiales que necesitamos para mantener biológicamente con vida nuestros organismos. De hecho, la mayor parte de los flujos metabólicos actuales tienen como destino crear y mantener «las estructuras biofísicas de la sociedad, tales como edificios, infraestructuras o máquinas»,[71] a las que habitualmente llamamos *artefactos*, *stock de capital* o *tecnosfera*. De acuerdo con el ecólogo David Turner, esta «tecnosfera se ha convertido en una red de edificios, máquinas e infraestructuras para la comunicación y el transporte», donde «las ciudades son los órganos de su cuerpo, las autovías son sus vasos sanguíneos y los cables son los conductos de su sistema nervioso».[72]

Naturalmente, cuanto más grande es una sociedad, más cantidad de flujos metabólicos necesitamos para organizar y mantener sus

bases biofísicas, tales como la población, el ganado o el stock de capital. Como dice el economista Spash, «el crecimiento de la economía en términos materiales y energéticos produce una siempre creciente necesidad de energía y materiales para que el proceso de reproducción pueda continuar».[73] Esto se entiende fácilmente si pensamos en la cantidad de flujos metabólicos que son necesarios para, sencillamente, mantener las infraestructuras de transporte que utilizamos comúnmente —tales como carreteras, puertos y aeropuertos.

Esta cuestión del tamaño es, sin duda, importante a la hora de evaluar la forma en la que el metabolismo de las sociedades impacta sobre el medioambiente y sus recursos. Pero no todos los metabolismos son iguales, de manera que también la composición y los patrones del metabolismo serán relevantes para un adecuado análisis del impacto ecológico. Esto también podemos verlo si pensamos en una comparación entre el metabolismo de una sociedad fundamentalmente agraria, el metabolismo de una sociedad industrial basada en el carbón y el metabolismo de una sociedad de servicios basada en el turismo a gran escala. Cada tipo de metabolismo o patrón metabólico tiene su propio impacto y dinámica.

Como dijimos en el capítulo primero, el metabolismo de la sociedad no debe interpretarse únicamente como una relación técnica entre la naturaleza y el ser humano. Por el contrario, implica que el proceso de intercambio metabólico «está también mediado por relaciones sociales, por estructuras simbólicas de significado, por instituciones, ideologías y poder».[74] De hecho, en el marco de estructuras culturales patriarcales, las mujeres han asumido históricamente un papel central como mediadoras entre la naturaleza y la sociedad, al concentrar gran parte de las tareas de

abastecimiento y de cuidado que sostienen la vida colectiva. Apenas tenemos que levantar un poco la mirada para comprobarlo. Es la mujer la que realiza gran parte del duro trabajo, en condiciones de semiesclavitud, en la recogida de productos agrarios, como las fresas en Huelva. Es también la mujer la que principalmente cuida y atiende las necesidades de las personas más vulnerables, como niños y ancianos o personas con dependencia. Y es la mujer la que de forma mayoritaria cuida y mantiene higiénico el hogar, bien el suyo, bien el de sus empleadores.

En conjunto, esta conceptualización del metabolismo de las sociedades nos permite evaluar si el consumo de energía y recursos materiales es compatible o incompatible con el mantenimiento de los ecosistemas y el mundo natural en el que se inserta. Como consecuencia de la aplicación de las leyes de la termodinámica, «el sistema de crecimiento económico que crea riquezas materiales también crea destrucción material, socavando el sistema mismo».[75] La propia noción de *sostenibilidad* no puede negar este hecho, sino apuntar a prácticas que repliquen los ciclos naturales —como el reciclaje— o que sincronicen los tiempos con los de la naturaleza —como cuando se permite la regeneración del recurso consumido, por ejemplo, la madera de los árboles.

La pregunta es qué ocurre cuando la dinámica del subsistema económico es de naturaleza lineal o exponencial, mientras que la dinámica de los ecosistemas es cíclica, como hemos visto en el capítulo segundo. De ese conflicto emerge lo que podemos llamar la *contradicción ecológica del capital* o el *conflicto capital-vida*.

2.2.2. *La fertilidad de la tierra*

Como hemos señalado, el interés de Marx por la noción de metabolismo está estrechamente vinculado a su preocupación por la fertilidad del suelo. Este aspecto era fundamental para los economistas clásicos, quienes compartían la idea de que la tierra presentaba rendimientos decrecientes: es decir, que a medida que se añadían más unidades de trabajo o capital a una superficie agrícola determinada, la producción adicional tendía a disminuir. Esta observación tenía implicaciones profundas, pues sugería la existencia de límites no solo al crecimiento de la producción agrícola, sino también al crecimiento poblacional y económico de las sociedades.

Estas lúgubres predicciones fueron aparentemente superadas en el momento en que la Revolución Industrial y, en particular, la aplicación de fertilizantes químicos, demostró que era posible elevar la fertilidad de la tierra al mismo tiempo que crecía la población y mejoraban sus condiciones de vida. Como dijimos en el anterior capítulo, este cambio histórico es un recurso habitual al que se alude para caricaturizar toda predicción pesimista sobre el futuro del sistema económico capitalista. Sin embargo, el propio Marx supo ver que aquel proceso de cambio tecnológico ocultaba un mero «truco» que debía desvelarse.

Hemos visto que las plantas convierten energía solar en materia orgánica mediante la fotosíntesis. No obstante, además de los rayos del sol, la planta necesita agua para poder crecer. Y como sabe cualquiera que haya tenido la oportunidad de mantener un huerto familiar, el crecimiento de la planta dependerá fundamentalmente del clima, tanto por la temperatura como por la cantidad de rayos de sol que reciba y el agua de precipitación. A veces, los seres humanos actúan sobre estas variables instalando invernaderos (para aumentar la temperatura), construyendo muros que proporcionen sombra

(para evitar la excesiva radiación solar) y, sobre todo, creando infraestructuras de regadío para llevar más agua.

Con todo, las plantas también necesitan nutrientes, los cuales absorben del suelo disueltos en agua a través de sus raíces. Sin embargo, no todos los suelos son iguales, y algunos son más fértiles que otros. La razón está en que las rocas originarias que componen el suelo se van disolviendo lenta y progresivamente, liberando sales minerales que se disuelven en el agua y que pueden ser absorbidas por las raíces de las plantas. Además, la presencia de vida vegetal o animal en el ecosistema generalmente implica mayor fertilidad. Por un lado, algunas bacterias que viven en el suelo capturan nitrógeno de la atmósfera y lo convierten en compuestos ricos en este elemento químico, que terminarán depositados en el suelo al morir las bacterias. Por otro lado, la descomposición de la materia vegetal o animal implica la restitución al suelo de todos los nutrientes previamente absorbidos por las plantas y trasladados a los animales.[76] Por estas razones, los pastizales son suelos muy fértiles, dado que están repletos de materia orgánica que, al descomponerse, devolverá los nutrientes, mientras que los desiertos son suelos sin apenas agua ni materia orgánica y donde es muy difícil que las plantas puedan capturar nutrientes.

De la misma forma que el ser humano ha intervenido en el crecimiento de las plantas con invernaderos y regadíos, también ha intentado incrementar la fertilidad de la tierra. La razón está en que la fertilidad de la tierra no es eterna —para que así fuera, todos los nutrientes capturados por las plantas deberían ser devueltos al suelo a través de la descomposición de materia orgánica—. Además de pérdidas que se producen de manera natural por drenaje del suelo, lo normal es que cosecha tras cosecha los nutrientes acumulados en las plantas pasen a los organismos animales que acaban liberándolos

vía excrementos o vía descomposición de sus cuerpos lejos del suelo originario. Por esa razón, los seres humanos han intentado desde hace varios miles de años compensar las pérdidas de nutrientes con la aportación externa vía abonos.

Los abonos son materias orgánicas o minerales que se añaden al suelo para proveer a las plantas con nutrientes que necesitan para crecer. Los abonos han sido utilizados por las sociedades humanas desde hace milenios, si bien se carecía de una visión científica moderna. Aunque desconocían qué tipo de nutrientes eran los que producían mejor rendimiento, los agricultores de las sociedades agrarias sabían que la aportación de algunos productos naturales, como por ejemplo la orina y los excrementos humanos y animales, permitía obtener mejores cosechas. En efecto, las comunidades rurales reciclaban los excrementos de animales y humanos para abonar los campos, cuestión que resultaba sencilla debido a la proximidad. Más complicado era recuperar los nutrientes incorporados en los excrementos humanos y animales de las ciudades, si bien hubo intentos de construir mecanismos de transporte de estas heces hacia el campo todavía en el siglo XIX.

El conocimiento científico moderno del sistema de nutrición de las plantas tuvo lugar en el siglo XIX. En concreto, fueron las aportaciones del químico alemán Carl Sprengel en la década de 1820 las que primero sistematizaron este conocimiento, si bien el también químico Justus von Liebig fue el encargado de popularizar tales ideas. Gracias a estas contribuciones y otras posteriores, actualmente sabemos que las plantas requieren catorce elementos minerales esenciales, conocidos de forma general como nutrientes, sin los cuales no pueden completar el ciclo vital.[77] De todos ellos, los más importantes son el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el azufre, el calcio y el magnesio, los cuales se encuentran distribuidos de forma

desigual a lo largo de la tierra. De los catorce nutrientes minerales ahora conocidos, hay dos grupos: los macronutrientes (nitrógeno, potasio, fósforo, azufre, calcio y magnesio), que son necesarios en grandes cantidades, y los micronutrientes, los cuales son de igual importancia, pero necesarios en cantidades mucho más pequeñas.

La razón por la que Liebig se hizo popular tiene que ver con lo oportuno de la publicación de su libro, en 1840, justo en el momento en el que había una preocupación importante, tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo, acerca de la confluencia del agotamiento del suelo y de poblaciones crecientes, lo que amenazaba con hambrunas.[78] Fue en ese contexto en el que los economistas clásicos reflexionaron respecto de los límites que la tierra imponía al crecimiento de las sociedades. En mayor o menor medida, todos los economistas clásicos compartieron esta lúgubre previsión, aunque la teoría más influyente al respecto fue la del reverendo Malthus, quien defendía que la sobrepoblación era un problema económico que provocaría que el crecimiento económico se detuviese en algún momento precisamente por el papel de la producción agraria.

La tesis de Malthus es que la población humana está limitada por la disponibilidad de alimentos, ya que los seres humanos tendemos a reproducirnos a una velocidad superior a la que conseguimos que crezcan las cosechas de alimentos. Su planteamiento establecía que si los alimentos se multiplican —por ejemplo, como resultado de una buena cosecha—, entonces la población también crecerá. Pero al crecer la población más rápido que los alimentos, se provocará un incremento de los precios y una menor disponibilidad de sustento por persona. Este último resultado implicará peores condiciones de vida de los trabajadores y, en última instancia, un incremento de la mortalidad. Malthus creía que era posible evitar estos desequilibrios bien mediante la «virtud» —la castidad—, bien mediante el «vicio»

—la anticoncepción—. En realidad, lo que Malthus perseguía era convencer a sus compatriotas de «la inutilidad de cualquier intento de mejorar la situación de la gran masa de trabajadores»,[79] porque al final, debido a las restricciones en el crecimiento de los alimentos, el nivel de vida de los trabajadores siempre acabaría siendo el mísero nivel de subsistencia. No obstante, y a los efectos que aquí nos interesa, Malthus relacionaba el límite de la población —y de la economía— con la disponibilidad de alimentos, la cual era consecuencia de la producción agraria.

El planteamiento de Malthus se basaba en lo que se conoció como *teoría de la renta diferencial*. Para entenderla, debemos comenzar recordando que los economistas clásicos diferenciaban tres tipos de rentas en la economía: salarios, beneficios y renta propiamente dicha. Esta última se refería a los ingresos que los terratenientes recibían de parte de los capitalistas por el uso de sus tierras. El modelo social sobre el que pensaban era uno por el que el capitalista alquilaba las tierras del terrateniente y pagaba un salario a los trabajadores. Así, había tres categorías sociales y tres tipos de renta. Malthus se posicionaba en favor de los terratenientes, mientras que el economista David Ricardo lo hacía del lado de los capitalistas. Sin embargo, a pesar de esas diferencias, tanto Malthus como Ricardo empleaban la teoría de la renta diferencial, que se debe a Malthus y, sobre todo, al economista James Anderson.[80] De acuerdo con esta teoría, las primeras tierras que se ponían en cultivo eran las más fértiles y, según se iban poniendo más tierras en cultivo, se tenía que recurrir a las menos fértiles. Ricardo vio aquí la explicación de por qué el crecimiento económico se terminaría estancando.

Anderson, que ya en 1777 había formulado la teoría de la renta diferencial, sostenía que las rentas de los terratenientes dependían de la fertilidad del suelo, la cual variaba según la gestión agronómica

aplicada. Ya desde la antigüedad se sabía que se podía mejorar la fertilidad de la tierra aplicando abonos como el estiércol, pero también era conocido que la tierra podía degradarse igualmente. Anderson defendía prácticas agrícolas racionales y sostenibles para estimular la fertilidad, y creía que era perfectamente posible mantener el crecimiento de la producción agraria en línea con el crecimiento de la población. No obstante, advirtió de un serio problema: la pérdida de fertilidad del suelo cuando no se disponía de suficientes abonos, en gran parte porque los residuos humanos y animales generados en las ciudades —productos del consumo de esos alimentos— no regresaban al campo en forma de estiércol, sino que se desperdiciaban lejos del lugar de origen.

A Marx esta polémica le resultó muy estimulante, porque entendía que se centraba en las condiciones en las que se da la reproducción de los seres humanos. Sin embargo, Marx era contrario a la teoría de la sobrepoblación de Malthus y defendía, por el contrario, que la dinámica de crecimiento del capitalismo permitía que se produjesen mejoras en la fertilidad de la tierra. Si esto sucedía, pensaba Marx, no habría ningún problema con el crecimiento de la población, ya que, al final, siempre se podría elevar la producción de alimentos tanto como fuera necesario. Marx acusaba a Malthus de no saber distinguir entre una formación social feudal y una formación social capitalista. Por aquella época incluso Engels consideraba que «la inversión de capital, trabajo y ciencia puede potenciar hasta el infinito la capacidad de rendimiento de la tierra»,[81] y como dice Foster, esa visión «refleja en cierta medida la opinión generalizada del siglo XIX sobre el futuro desarrollo tecnológico y científico, el cual se suponía que iba a aumentar drásticamente la productividad en la industria y la agricultura más allá de los límites naturales dados».[82]

Lo cierto es que ninguno de todos estos economistas tenía suficientes conocimientos científicos de cómo funcionaba el metabolismo de las plantas y de la química agrícola y, por lo tanto, se movían bastante a ciegas. Esto cambiaría cuando Marx leyó al químico alemán Justus von Liebig a partir de 1844. De hecho, Liebig proporcionó «la primera explicación convincente del papel que desempeñaban los nutrientes del suelo, tales como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, en el crecimiento de las plantas».[83] En particular, Liebig desarrolló lo que se conoce como *ley del mínimo*, la cual establece que el crecimiento de una planta está limitado por el nutriente esencial que se encuentra en menor cantidad en el entorno. Esto significa que el desarrollo de una planta no está determinado por la cantidad total de recursos, sino por el recurso esencial más escaso —el que esté más cerca de agotarse—. Aunque haya muchos nutrientes disponibles, si falta uno de ellos será suficiente para que la planta no pueda crecer.

Por aquellos años, el entusiasmo con los avances científicos provocó el reforzamiento en la fe en el progreso tecnológico y de las sociedades que tenían la mayoría de los observadores. Como consecuencia de conocer mejor la química de las plantas y de los suelos, también estaba creciendo la industria de los fertilizantes, cuya aplicación elevaba el rendimiento agrario y, por lo tanto, la cantidad de cosecha disponible. Tal y como he dicho, el propio Marx pensaba que esto era una demostración de lo errónea que era la teoría de la sobrepoblación de Malthus.

Sin embargo, en la década de 1860, tanto Marx como Liebig cambiaron de opinión. Liebig comenzó a acentuar su crítica a la gestión agraria capitalista, llegando a considerar que «todo sistema de cultivo basado en el expolio de la tierra conduce a la pobreza».[84] Para Liebig la agricultura racional debía basarse en el

principio de la restitución, es decir, de la devolución a los campos de las condiciones de su fertilidad. Se refería al estiércol que ya había señalado Anderson previamente. Para Liebig era evidente que la fertilidad del suelo estaba afectada por la falta de reciclado de las sustancias generadas en su cultivo, mientras que los campos de los países desarrollados compensaban este hecho fertilizando con sustancias procedentes de otros sitios —a veces mediante la apropiación y saqueo de territorios donde esos abonos complementarios estaban presentes—. Marx siguió este argumento de Liebig en sus últimos escritos.

En conclusión, los economistas clásicos, incluyendo finalmente a Marx —y a diferencia de sus continuadores—, sí vieron límites a la actividad económica. En el caso aquí revisado, el límite estaba impuesto por la fertilidad de la tierra. El paso que dieron Liebig y Marx permitió subrayar que no solo había límites naturales, sino que la dinámica del sistema capitalista, centrada únicamente en obtener la máxima ganancia en el menor espacio de tiempo posible, se desconectaba ampliamente de los requisitos naturales y amenazaba el propio metabolismo de las sociedades.

En efecto, la agricultura del siglo XIX rompió con los ciclos naturales de la tierra, mientras que la agricultura actual, completamente dependiente de los combustibles fósiles, la convirtió en algo totalmente distinto. Así, en la década de 1940 comenzó a gestarse la llamada Revolución Verde, impulsada inicialmente en Estados Unidos y México, que introdujo una serie de innovaciones organizativas y técnicas capaces de aumentar notablemente la producción de alimentos. El desarrollo de nuevas variedades de cereales, junto con el uso de fertilizantes químicos, pesticidas y sistemas de riego más eficientes, permitió abaratar los costes de producción y expandir la oferta mundial de alimentos, lo que a su

vez favoreció —a través del comercio internacional— un fuerte crecimiento de la población global.

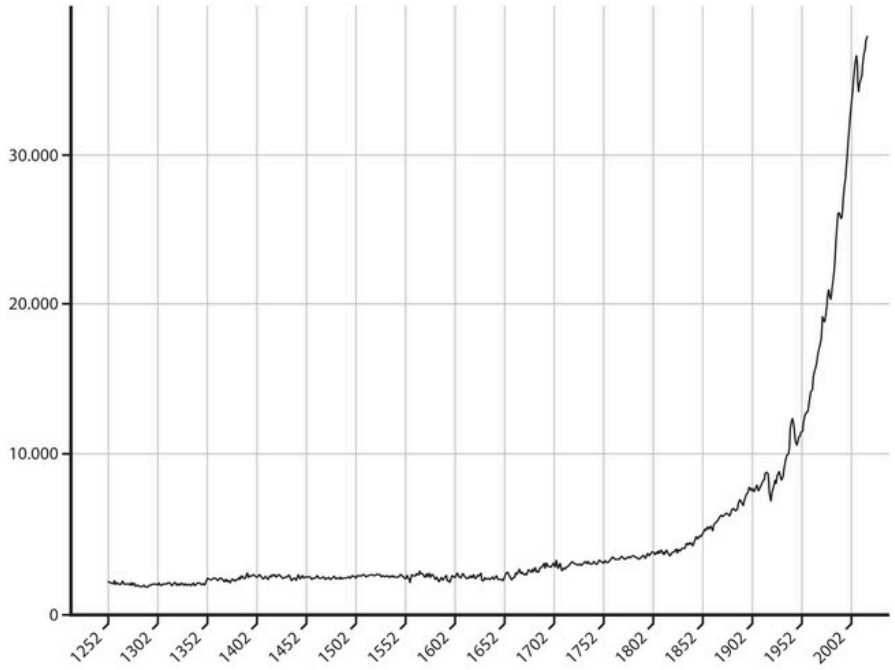
Además, la Revolución Verde trajo consigo la aparición de los pesticidas y otros productos químicos destinados a incrementar la resistencia de las cosechas. También la mecanización del campo creció de manera imparable, con la sustitución de trabajadores por máquinas, como los tractores, que se impulsaban con la energía de los combustibles fósiles. En efecto, la clave de todo este entramado es que la Revolución Verde logró convertir el petróleo y el gas natural en alimentos.

Una de las particularidades de este modelo es que es altamente ineficiente desde el punto de vista energético. Esto quiere decir que la energía que se obtiene de las cosechas, en forma de alimentos, es muy inferior a la que es necesario emplear —en forma de trabajo humano y de combustibles fósiles principalmente— para producirlas. Como ha dicho Moore, «en la década de 1930 consumía 2,5 calorías de energía conseguir una caloría de alimentos. Después, la ratio subió drásticamente a 7,5:1 en 1950, y a 10:1 a principios de 1970. En el siglo XXI, se necesitaban entre 15 y 20 calorías para conseguir llevar una caloría de alimentos del campo a la mesa, bastante más para frutas de origen internacional».[85] Esto, naturalmente, solo es posible debido a que la energía fósil es abundante y barata, lo que hace que la actividad agraria siga siendo rentable económicamente. Pero ¿qué pasará cuando ese subsidio barato de combustibles fósiles se encarezca o desaparezca? ¿Volverán a ser «ciertas» las predicciones de Malthus y de los economistas clásicos? Retornaremos a este debate más adelante.

2.2.3. *La trampa malthusiana*

El economista Angus Maddison ha reconstruido las series de datos del producto interior bruto (PIB) per cápita llegando hasta la Edad Media, lo que ha permitido una comparación histórica que revela datos cruciales sobre el funcionamiento de las economías a lo largo del tiempo.[86] Lo primero que llama la atención es que el PIB per cápita se mantuvo básicamente estable —y en un nivel bajo— hasta el siglo XVIII, cuando comenzó un ascenso progresivo que se disparó exponencialmente en el siglo XIX.

Figura 1. PIB per cápita del Reino Unido



Fuente: Elaboración propia a partir de Groningen Growth and Development Centre (2025).

Ese período de estancamiento se llama habitualmente *régimen malthusiano* y, como indica su nombre, está explicado a partir de las ideas de Malthus ya señaladas en el epígrafe anterior. Prácticamente

todos los economistas clásicos estaban de acuerdo con los argumentos del reverendo inglés, si bien se da la ironía de que justo en el momento en el que discutían estas cuestiones la sociedad estaba cambiando radicalmente de trayectoria.

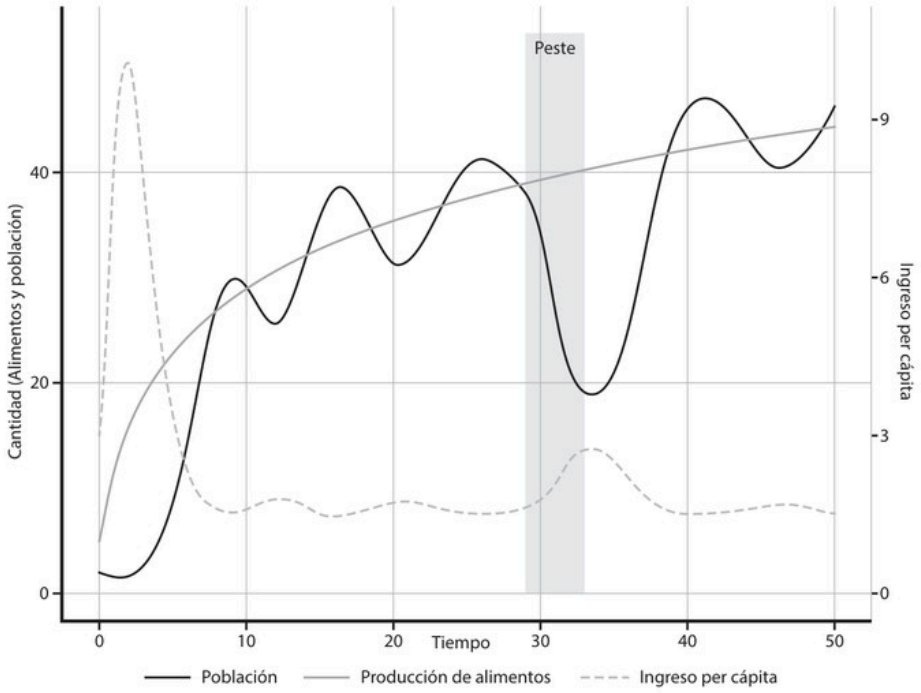
El período del régimen malthusiano es tan largo que abarca presumiblemente la totalidad de la vida social humana a excepción de los últimos doscientos años, y el mecanismo principal que lo explica sugiere que se trataba de una «trampa» de la cual la sociedad no podía escapar. El argumento principal es que la relación entre población y alimentos impone una restricción fundamental a la cantidad de alimentos por persona que existe en cada sociedad, de modo que ningún intento por mejorar la vida de las personas —sobre todo de las más pobres— puede funcionar en el medio plazo.

Lo que Malthus postulaba es que la población humana crecía más rápido que la disponibilidad de alimentos, debido entre otras cosas a los rendimientos decrecientes de la tierra que ya hemos explicado. Como consecuencia, si la población aumentaba por encima de la disponibilidad de alimentos, entonces los alimentos per cápita se reducían por debajo del mínimo imprescindible para la vida y muchas personas tenían que morir. En consecuencia, se reducía la población y la cantidad de alimentos por persona volvía a subir. La única forma de incrementar los ingresos per cápita era limitando los nacimientos, pero las familias campesinas esquivaban esta posibilidad por diferentes motivos (por influencia de la religión, por necesidad de mano de obra, debido a las altas tasas de mortalidad, etcétera). El planteamiento de Malthus concluía que los seres humanos estaban condenados a unos niveles de vida próximos a la subsistencia o, como mínimo, constantes. Esto es lo que aparece reflejado en la gráfica de Maddison.

Esto no quiere decir que a lo largo de tantos siglos no se produjesen innovaciones. Se producían muchas, aunque de manera irregular, y gracias a ellas se incrementaba la capacidad de producir alimentos. Pero Malthus pensaba que la población crecía cuando lo hacía el ingreso per cápita, de manera que, si una sociedad cualquiera encontraba una forma para producir más alimentos, a ello le seguía un crecimiento de la población que «absorbía» esas ganancias. El resultado era que, al final, el ingreso per cápita era constante.

Para ilustrar este argumento he elaborado un gráfico que representa la lógica malthusiana. En él aparecen dos curvas principales. La primera, en gris oscuro, muestra la población, que crece de manera exponencial hasta que supera la segunda curva, en gris claro, correspondiente a los alimentos disponibles. Cuando esto ocurre, la escasez provoca un aumento de la mortalidad que reduce la población hasta situarla de nuevo por debajo de la curva de alimentos. A partir de ahí, el ciclo se repite: la población vuelve a crecer, sobrepasa el límite de los alimentos y se ve forzada otra vez a descender. El resultado es una oscilación continua de la población en torno al nivel de recursos alimentarios, creciendo cuando hay excedente y decreciendo cuando hay escasez.

Figura 2. Modelo malthusiano



Fuente: Elaboración propia.

Además, el gráfico incluye una curva discontinua que refleja los ingresos per cápita, entendidos como la cantidad de alimentos disponibles por persona. Estos ingresos son elevados cuando la población es pequeña y abundan los recursos, pero disminuyen conforme la población aumenta. Una vez que la población empieza a oscilar alrededor de la curva de alimentos, los ingresos per cápita se estabilizan en un nivel prácticamente constante. Esta es la lógica que, según Malthus, explica la trayectoria estable de los ingresos per cápita durante la mayor parte de la historia de la humanidad.

Pero ¿qué ocurre si se produce una catástrofe como la peste? En ese caso, como expresa la zona sombreada del gráfico, la población se reduce drásticamente (en nuestro gráfico, al 50 por ciento) y los ingresos per cápita aumentan de manera significativa (duplicándose). Según Malthus, estos mayores ingresos animarán a

la población a tener más hijos y aumentará la población, de manera que tarde o temprano esta volverá a oscilar en torno al nivel de producción de alimentos y el ingreso per cápita caerá hasta retornar a su nivel de equilibrio. Como dice Gregory Clark, «el mundo malthusiano muestra una lógica contraintuitiva» en la que «cualquier cosa que elevara la tasa de mortalidad —una guerra, disturbios, enfermedades, malas prácticas sanitarias o la falta de alimento— incrementaba los estándares materiales de vida».[87] Como veremos en el capítulo cuarto, la peste negra del siglo XIV —que acabó con casi la mitad de la población europea— provocó una subida de salarios reales y llevó al feudalismo a una crisis terminal.

Es importante entender el concepto de trampa malthusiana porque se considera perfectamente aplicable a los metabolismos sociales preindustriales. Sin embargo, desde finales del siglo XVIII o principios del siglo XIX (dependiendo de los datos que usemos) se encuentra que las sociedades industriales lograron escapar de la trampa malthusiana. A partir de ese momento crítico, la población pudo crecer por primera vez en la historia al mismo tiempo que lo hacían los ingresos per cápita. Según la narrativa convencional, esto fue posible gracias al capitalismo, que facilitó un conjunto de innovaciones tecnológicas que permitieron un crecimiento de la producción de alimentos mucho más rápido que el de la población. Además, la transición demográfica en los países más ricos permitió contener el crecimiento de la población al tiempo que seguía aumentando la producción, lo que dio lugar a un crecimiento exponencial de los ingresos per cápita (el gráfico de Maddison).

Siendo lo anterior cierto, es importante considerar que para que esa trayectoria fuese una realidad fue necesaria la presencia de dos novedades importantes: el carbón y el sistema colonial. El primero, como luego otros combustibles fósiles, permitió incrementos de la

producción muy superiores y propició que las economías escaparan de la trampa malthusiana. El segundo, sin embargo, permitió que la producción pudiera crecer gracias a la nueva disponibilidad de tierras en otras partes del mundo (las nuevas colonias) y una reducción de la población debida a la emigración (a las colonias). Como han dicho los economistas Oded Galor y David Weil, «aliviando las restricciones de tierra en un punto crucial —cuando el ingreso per cápita había comenzado a crecer rápidamente, pero antes de la transición demográfica—, los acres fantasma del Nuevo Mundo proveyeron de una ventana de tiempo que permitió a Europa escapar decisivamente del equilibrio malthusiano».[88]

En suma, la capacidad actual de alimentar a la población depende en gran medida del uso de combustibles fósiles y de su extraordinaria densidad energética. Pero dado que estos recursos son finitos, cabe preguntarse: ¿qué ocurrirá con nuestra capacidad de producir alimentos cuando empiecen a agotarse? ¿Cómo afectará ello al metabolismo endosomático de la sociedad? Estas cuestiones se abordarán con detalle en el capítulo siete. Antes, sin embargo, es necesario detenernos de nuevo en la propia *idea* de límites del sistema Tierra.

2.2.4. *Fuentes y sumideros*

Desde que tenemos registros escritos —aunque es probable que también sucediera en tiempos anteriores—, se ha otorgado una gran importancia a la restricción que impone a la sociedad la escasez de flujos metabólicos, sobre todo de materiales. El concepto de *escasez* ha tenido para la mayoría de las sociedades un sentido absoluto, pero local, es decir, de ausencia de materiales en la región controlada políticamente. De ahí que la exploración geográfica del

mundo por parte de diferentes civilizaciones haya sido espoleada por la búsqueda de recursos, especialmente minerales, desde la antigüedad hasta los tiempos actuales, pasando por los procesos de colonización llevados a cabo por las sociedades europeas desde el siglo XV.

Uno de los ejemplos más claros de esta escasez absoluta la proporciona el caso de la madera. La Gran Bretaña del siglo XVII era un país construido casi enteramente de madera, desde las estructuras de las viviendas hasta los buques de guerra, además de que era el recurso que se usaba para la calefacción de los hogares. En consecuencia, el consumo de madera era elevadísimo y, ante una población creciente, la deforestación fue una realidad cada vez más preocupante. De hecho, muchos «funcionarios del gobierno, parlamentarios y analistas privados temían una escasez de madera, especialmente de los grandes robles que se usaban para los mástiles de los barcos».[89] Es más, en fecha tan temprana como 1611 el escritor Arthur Standish manifestó una honda preocupación por la rápida deforestación de los bosques británicos, cuya madera estaba siendo usada crecientemente como combustible. El propio Standish se preguntó si el carbón podría ser un sustituto de la madera, aunque su respuesta fue negativa.[90] Como es sabido, el carbón sí reemplazó a la madera como fuente primaria de energía y, además, Gran Bretaña fue beneficiada por la abundante provisión del combustible fósil en su propio territorio, algo que facilitó en gran medida que se produjese la Revolución Industrial en aquel país.

Sin embargo, mientras que la madera era un recurso renovable, pues los árboles pueden volver a crecer (aunque sea de manera lenta), el carbón y otros combustibles fósiles se caracterizan por su finitud, es decir, son recursos no renovables. Así que el cambio de fuente de energía primaria desde la madera al carbón parecía

simplemente retrasar el problema. Y eso provocó que en el siglo XIX fuera también habitual el debate sobre los límites naturales que imponía el carbón al desarrollo económico. Por ejemplo, en 1865 el economista neoclásico William Stanley Jevons reflexionó sobre la escasez de carbón y alertó de la gran dependencia que tenía entonces la industria británica de aquel mineral fósil que propulsaba el crecimiento de la economía. Su propuesta, como británico preocupado por el futuro de su país, fue la de consumir todo el carbón lo más rápidamente posible para dar a Gran Bretaña una considerable ventaja sobre el resto de los países.[91]

Unos años más tarde, en 1885, el científico Rudolf Clausius, de quien ya hemos hablado en epígrafes anteriores, también se interesó por la cuestión de los límites del carbón y de los recursos no renovables en general. Clausius alertó de que, aunque «hemos constatado que bajo la tierra yacen reservas de carbón desde tiempos remotos, depositadas y acumuladas con el crecimiento de los vegetales entonces existentes sobre la Tierra», estamos consumiendo dichas reservas y «nos comportamos como herederos despreocupados».[92]

No obstante, como ya expusimos en el capítulo primero, la gran preocupación pública sobre el agotamiento de los recursos llegó con la publicación del informe del Club de Roma *Los límites del crecimiento*. En este informe, el agotamiento de los recursos no renovables —tales como los combustibles fósiles o los minerales— en un tiempo geológico compatible con la vida humana era una importante restricción para la continuación del crecimiento económico y poblacional. En particular, y dado el contexto de crisis de 1973 y el encarecimiento de las materias primas, tuvo mucha importancia el rol que desempeñaba el petróleo. Para entonces era evidente que todas las sociedades desarrolladas eran altamente

dependientes del petróleo, el cual no solo es no renovable, sino que además está controlado por unos pocos países.

Fue en ese contexto en el que se popularizó el trabajo del geólogo M. King Hubbert, quien en los años cincuenta había predicho que las tasas más altas de extracción de petróleo tendrían lugar a finales de los años sesenta. Su teoría —que describe que una vez alcanzado dicho punto máximo, la economía consume más petróleo del que se extrae del subsuelo— se conoce como *pico del petróleo*. No obstante, en las dos últimas décadas se ha producido una revolución tecnológica que ha permitido aprovechar nuevos pozos petrolíferos, especialmente en Estados Unidos y Canadá. Esta nueva tecnología es la fractura hidráulica o *fracking*, que permite recuperar del subsuelo petróleo y gas no convencional que era inaccesible usando métodos tradicionales. Esta técnica combina la perforación horizontal con la inyección de fluidos a alta presión para liberar petróleo y gas no convencionales atrapados en formaciones rocosas. Aunque ha impulsado de manera decisiva la producción, hasta convertir a Estados Unidos en líder mundial del sector, también ha generado fuertes controversias por sus impactos ambientales y sociales, especialmente a nivel local.

Además de las fuentes primarias de energía no renovables, tales como los combustibles fósiles, también existe preocupación por el agotamiento de otros recursos materiales, como los minerales. Estos minerales son absolutamente necesarios para todo proceso de producción, y algunos, como las denominadas tierras raras, son imprescindibles para la existencia de dispositivos electrónicos como los *smartphones*. Pero también son necesarios los minerales para construir aquellos dispositivos relacionados con la transición ecológica hacia las energías renovables. Así, los equipos de conversión de la energía solar o eólica a electricidad están

construidos haciendo uso de minerales que son escasos. El estudio de estas interrelaciones pone de manifiesto que «vamos a terminar necesitando mucho más de lo que la Tierra nos puede dar, y que los auténticos costes del agotamiento de los recursos naturales no renovables, y la consecuente degradación de los ecosistemas, será mucho mayor y seguirá aumentando si la tendencia se mantiene».[93]

Los economistas neoclásicos, por otro lado, respondieron ante la posible escasez de recursos argumentando que no sería nunca un problema. Esta aparente paradoja se basa en la creencia, generalizada entre economistas, de que la escasez promueve la innovación y que esta encuentra finalmente una alternativa válida. En concreto, los economistas Robert Solow y Joseph Stiglitz promovieron la idea, ya en los años setenta del siglo XX, de que era posible sustituir los recursos naturales por capital sin que se viese afectado el nivel de producción. Según ellos, «el agotamiento del capital natural no representa ningún problema para la posibilidad de un consumo sostenible, e incluso de un crecimiento exponencial del consumo (que se identifica con mayor utilidad o bienestar), siempre que supongamos un grado suficientemente elevado de sustituibilidad entre capital natural y capital manufacturado, y siempre que confiemos en que continuará habiendo progreso técnico».[94] Todo este planteamiento está basado en la forma en la que los economistas neoclásicos conciben la función agregada de producción, es decir, la expresión matemática que resume cómo se relacionan los factores de producción a fin de generar un nivel determinado de producción; una cuestión con una problemática compleja, pero sumamente relevante.[95]

En todo caso, cuando tras la crisis de 1973 el precio del petróleo volvió a abaratarse debido a la política de explotación y distribución

llevada a cabo por la OPEP, la preocupación pública por los límites naturales que imponían los combustibles fósiles fue desapareciendo. Al mismo tiempo, arreciaron las críticas contra el informe del Club de Roma, con lo cual el público general quedó confundido. Sin embargo, el cada vez mayor conocimiento científico sobre el impacto ecológico de la actividad humana desplazó la atención hacia fenómenos como el cambio climático. Y este era un cambio en el foco desde los *inputs* que necesita el metabolismo de las sociedades hacia los *outputs* que inevitablemente genera.

En efecto, toda actividad económica conlleva el uso de unos *inputs* y la generación de unos residuos. Todo lo que no se reincorpora al proceso productivo se convierte en residuo, que puede presentarse en diferentes formas. Algunos son sólidos, como las heces de los organismos vivos o los restos de plásticos y minerales de un proceso industrial o de consumo, o puede ser gaseoso, como el CO_2 que genera la respiración celular y metabólica de las sociedades. Este último es parte del fenómeno del cambio climático.

La característica que es importante comprender es que, igual que los recursos son limitados o escasos en el planeta, también es limitada la capacidad de absorción de los sumideros del planeta. Por *sumidero* debemos entender toda entidad, biológica o no, que absorbe esos residuos y que secuestra, transforma e incorpora esos residuos en los ciclos naturales. Por ejemplo, cuando los océanos o los bosques capturan CO_2 a través de la incorporación de esas moléculas a otros organismos o a través de la fotosíntesis. Esos procesos retiran parte de los residuos generados por la respiración —celular o sociometabólica— y los incorporan al ciclo del carbono. Lo mismo puede decirse de otros tipos de residuos generados por el ser humano, como el fósforo o el nitrógeno, por ejemplo. Desgraciadamente para el metabolismo actual, los sumideros tienen

también límites. Cuando la generación de residuos supera la capacidad de absorción y procesamiento de los ecosistemas naturales, se producen desequilibrios ecológicos. Esos desequilibrios alteran los parámetros del sistema Tierra, llegando a amenazar la vida misma, como ocurre con el cambio climático.

Por lo tanto, tenemos que considerar la contaminación como «una parte inevitable del proceso económico, no una externalidad evitable que desaparece si los precios son "correctos", e inevitablemente aumenta con el crecimiento económico, puesto que ese crecimiento depende de la circulación de materiales y energía».[96] Comprendido el metabolismo en esta doble faceta, de entrada y salida de flujos metabólicos, estamos en condiciones de evaluar si un metabolismo cualquiera de las sociedades es sostenible. Esto solo ocurrirá si los flujos metabólicos de la sociedad se encuentran por debajo tanto de la disponibilidad de recursos como de la capacidad de los sumideros naturales.

2.2.5. *Límites y desequilibrios*

Para que un patrón metabólico sea sostenible es necesario que los flujos metabólicos de una sociedad —la cantidad consumida de energía y recursos materiales— se puedan satisfacer con las fuentes de energía disponibles, al tiempo que los residuos propios del proceso económico puedan ser absorbidos por los sumideros naturales. Cuando esto no sucede, lo que tenemos es un desequilibrio que altera de manera grave el funcionamiento del sistema Tierra.

Otra forma de verlo es pensar en ese rango de sostenibilidad como definido por la existencia de límites. Es decir, el sistema Tierra se mantendrá dentro de determinados parámetros —los que han

hecho posible el desarrollo de la vida y, más concretamente, el desarrollo de las civilizaciones humanas— siempre que el subsistema económico y sus flujos metabólicos no desborden los límites naturales. Si esos límites fueran traspasados, los parámetros referidos del sistema Tierra cambiarían de manera profunda, afectando a las condiciones de vida en el planeta.

En este análisis, completamente diferente del que realiza la economía convencional, el subsistema económico es una parte integral del sistema Tierra y, por lo tanto, está limitado por algo ajeno al mismo. Los límites naturales no están determinados por la economía ni la política, sino que son biofísicos y dependen de las características del sistema Tierra. Por esa razón, se ha dicho con razón que es imperativo «mantener el tamaño de la economía global dentro de la capacidad del ecosistema necesario para sostenerla».[97]

Es verdad que los seres humanos han afectado al clima desde su propia existencia, pero nunca lo han hecho con una magnitud y una intensidad tales como durante los últimos dos siglos y medio. La novedad del cambio climático actual es que su causa principal no es natural, sino antropogénica, es decir, causada por la actividad humana. Además, lo que hace que este cambio sea particularmente preocupante es la velocidad a la que está ocurriendo. Para poner esto en perspectiva, desde el comienzo del Holoceno, hace unos 11.700 años, y hasta la era industrial, las temperaturas globales apenas variaron unos 2 °C.[98] Sin embargo, según una investigación reciente que analiza el estado del planeta para 2024, «las políticas actuales nos han puesto en el camino de un pico de aproximadamente 2,7 ^{o}C de calentamiento para 2100».[99] Este tipo de indicadores ha llevado a que se afirme que «la única conclusión razonable de este análisis es que los objetivos más modestos del Acuerdo de París del 1,5 ^{o}C están ahora fuera de alcance».[100]

Es decir, el sistema Tierra está en una trayectoria que se escapa de los parámetros de estabilidad del Holoceno. Estaríamos ya en el dominio del Antropoceno, el cual es altamente inestable y cuyas condiciones de estabilidad todavía ignoramos —ya que nos encontramos en plena transición—. Esta incertidumbre se magnifica cuando observamos que los científicos han detectado ciertos puntos de inflexión (*tipping points*) —momentos a partir de los cuales una trayectoria se escapa totalmente de cualquier control y tiene efectos inesperados—, tales como el derretimiento de las capas de hielo, la deforestación de los principales bosques y la alteración de los principales sistemas de circulación oceánica y atmosférica.[101] En definitiva, el tránsito desde el Holoceno al Antropoceno está lleno de riesgos y pérdidas para las sociedades humanas y para la vida en general.

Es importante destacar que el ciclo largo natural opera en escalas de tiempo tan largas que no puede responder rápidamente a los cambios abruptos causados por la actividad humana. Por eso, la rápida liberación de CO_2 por la quema de combustibles fósiles está superando la capacidad de este ciclo para regularlo, llevando al calentamiento global que observamos actualmente. De hecho, como recuerda el físico Lawrence Krauss, «cavando en la tierra hemos extraído cantidades de carbono que, de otro modo, hubiesen requerido eones para generarse mediante cualquier otro ciclo».[102]

En efecto, la causa principal de este cambio climático acelerado es la quema de combustibles fósiles y la deforestación, actividades que están causando la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera a un ritmo mucho mayor del que los sistemas naturales pueden absorber. Aunque estos gases son retirados de manera natural por los diferentes ciclos biogeoquímicos, existe un importante desfase temporal. El ritmo actual de emisiones a la

atmósfera es muy superior a la capacidad de los reservorios naturales para absorber los átomos de carbono. Como hemos visto, algunos de esos ciclos necesitan millones de años para completarse. Los modelos indican que entre el 20 y el 30 por ciento del CO_2 emitido permanece en la atmósfera unos 2.000 años, y aproximadamente el 7 por ciento permanece más de 100.000 años.[103] En suma, no hay una forma práctica de deshacerse del exceso de CO_2 en el corto plazo. Y, como dice el climatólogo David Archer, «el calentamiento global podría ser uno de los legados más duraderos de la humanidad».[104]

Por lo tanto, el cambio climático antropogénico plantea desafíos únicos para la vida en la Tierra. La velocidad del cambio puede superar la capacidad de adaptación de muchas especies, lo que podría conducir a una extinción masiva comparable a las del pasado geológico. Además, las alteraciones en los patrones climáticos tienen el potencial de desestabilizar las sociedades humanas, afectando la producción de alimentos, el acceso al agua dulce y la habitabilidad de muchas regiones del planeta. Entre las consecuencias más destacadas para el ser humano podemos destacar el incremento en el nivel del mar; la mayor intensidad y extensión de fenómenos climáticos extremos, como la sequía o las inundaciones; y la pérdida de cosechas en gran parte del planeta, lo que estimula continuamente movimientos migratorios.

En suma, el cambio climático antropogénico que estamos experimentando es un testimonio del profundo impacto que nuestra especie tiene en los sistemas terrestres. Y si bien la ciencia del sistema Tierra es la responsable de que dispongamos de herramientas conceptuales útiles como *Antropoceno*, *Gran Aceleración* o *límites planetarios*, también debemos tener precaución al usar este marco. Por un lado, está ausente un análisis de las

relaciones socioeconómicas que han dado lugar a tales excesos y, por otro lado, tiende a facilitar la creencia en soluciones tecnocráticas respecto de los problemas ecológicos.

La propia noción de Antropoceno se centra en que la humanidad fue y es la responsable de la degradación ecológica. Sin embargo, dentro del heterogéneo grupo de humanos hay algunos que desempeñan papeles más importantes que otros. La homogenización que produce el concepto evita que nos demos cuenta de que hay distintos actores persiguiendo y protegiendo intereses diferentes. Es decir, «no es la humanidad, sino una red compleja de relaciones entre la sociedad y su ambiente percibido la que debería ser investigada como la causa de la solución al Antropoceno».[105] De ahí que una noción como metabolismo de las sociedades se ajuste mucho mejor a la hora tanto del diagnóstico de la crisis ecosocial como de las posibles alternativas.

Es correcto señalar que «cuando enlazamos el cambio medioambiental con las categorías sociales tales como clase, raza, género y capital, encontramos entonces que los retos del Antropoceno están lejos de ser universales»,[106] y que «el Antropoceno descubre el poder de los humanos, pero esconde quién y qué es poderoso, y cómo ese poder es representado».[107] Al priorizar la noción de metabolismo de las sociedades logramos centrarnos en los múltiples patrones con los que pueden dotarse las diferentes sociedades en momentos históricos distintos, permitiendo delinear mucho mejor las alternativas e identificar a los actores políticos y su poder —económico, para empezar— respectivo.

3

La relación entre naturaleza y humanidad

Entre 1940 y 1941 el ejército de la Alemania nazi bombardeó de forma continuada el territorio británico con el propósito de acabar con su fuerza aérea. Aunque al principio las incursiones tenían objetivos únicamente militares, muy pronto las bombas cayeron también sobre los barrios residenciales y comerciales del propio Londres. Cuando sonaban las sirenas, los ciudadanos corrían a refugiarse a los sitios habilitados para ello, como el metro de la ciudad. Allí esperaban durante horas hasta que las autoridades considerasen que la situación era segura.

Estar en la calle o en las viviendas durante un bombardeo era sumamente arriesgado. Solo en la noche del 7 de septiembre de 1940 murieron 3.000 civiles en Londres bajo las bombas nazis. Sin embargo, en los refugios también existían otros peligros, a veces invisibles. Uno de los más temidos era la disponibilidad de aire para que tanta gente pudiera respirar durante horas. Por esa razón, las autoridades encargaron a los científicos que hicieran un seguimiento continuo de la calidad del aire.

Uno de esos científicos que recorrían los túneles de los refugios subterráneos era un joven llamado James Lovelock, que entonces tenía veintiún años. Mientras se dedicaba a la tarea, Lovelock descubrió horrorizado que alguien se había llevado los tornillos que unían las planchas de acero del túnel, el cual estaba a la orilla del río

Támesis. Probablemente, el objetivo de los ladrones era vender los productos robados como chatarra, pero con aquel acto estaban poniendo en peligro a todos los refugiados. Tal y como él afirmó muchos años después, «cualquier pequeña perturbación podría provocar que el refugio estallase y se inundase», aunque «sin embargo, los habitantes del túnel no parecían preocupados ante la posibilidad de ahogarse en el barro».[1] Lovelock no tardaría en darse cuenta de que esta anécdota podría funcionar como una metáfora de nuestra relación con la naturaleza, y que actualmente «seguimos quitando los tornillos del túnel, confiados en que lo que hacemos es inocuo porque hasta ahora no ha sucedido nada».[2]

En 1979, aquel joven científico británico era ya un reputado químico de sesenta años y, animado por una reflexión filosófica sobre el papel de los seres humanos en la naturaleza, escribió *Gaia: una nueva visión de la vida sobre la Tierra*. Como dijimos en el primer capítulo, esta interpretación del funcionamiento de la Tierra es básicamente el constituyente de la ciencia del sistema Tierra, aunque la propuesta original estaba muy cargada de un misticismo al que Lovelock renunciaría posteriormente. A principios del siglo XXI Lovelock reconoció que, «en la actualidad, la mayoría de los científicos parecen aceptar la teoría de Gaia y la aplican a sus investigaciones, pero siguen rechazando el nombre y prefieren hablar de ciencia del sistema Tierra o geofisiología», para a continuación expresar que para lograr ese estatus la hipótesis tuvo que purgar «toda referencia a ideas místicas relacionadas con Gaia como madre tierra».[3]

La hipótesis de Lovelock fue denominada así por la diosa mitológica griega Gaia —o Gea—, un recurso en absoluto sorprendente por cuanto muchas disciplinas científicas modernas —como la geografía o la geología— fueron denominadas así por la

misma razón. En la antigua Grecia, la diosa Gaia era alabada «como la madre de todos, como el más antiguo ser de los que alimentan a las criaturas vivientes y como la que lleva la prosperidad a la raza humana a través de sus cosechas».[4] Esta conexión entre el planeta en su conjunto y la alimentación de los seres humanos imprime ese carácter místico que chirría a las personas de ciencia, pero que, al mismo tiempo, resultó tan atractivo al público general ya en los años setenta.

Además, este misticismo conectaba muy bien con las primeras interpretaciones que conocemos acerca de la relación entre seres humanos y el planeta Tierra. Como ha dicho José Manuel Naredo, las sociedades antiguas solían pensar en los frutos de la naturaleza como el resultado generado mediante la propia sexualidad del planeta, siendo la metáfora de la tierra madre «el modelo ejemplar de la acción generadora y productiva de la naturaleza, otorgándole a esta los atributos de la feminidad».[5]

De hecho, la visión del mundo que dominó hasta el siglo XVII fue de carácter organicista, esto es, consideraba que el planeta era una gran entidad biológica. Esta visión, sin embargo, fue desplazada por la nueva ciencia que empezó a abrirse camino con Descartes, Galileo, Kepler y Newton. Los avances de la física, tanto teóricos —en la explicación de los fenómenos cotidianos— como prácticos, fascinaron a todos los observadores contemporáneos, los cuales tomaron los métodos de Newton como el modelo que seguir para el resto de los conocimientos.

Un papel central aquí lo ocupó Descartes, quien elaboraría una teoría mecánica del mundo que permitió la formalización de una alternativa a la visión organicista. Según Descartes, no debíamos centrarnos en un *todo* que explicara el comportamiento de las *partes* —como hacía la metáfora organicista—, sino que, por el contrario,

había que descomponer el objeto de análisis en partes más pequeñas que pudieran explicarse de manera sencilla.

Pero había algo más que un método que imitar. Los avances científicos crearon y reforzaron la creencia en las posibilidades ilimitadas del ser humano para controlar y dominar su entorno, es decir, la naturaleza. Aunque cada vez estaba más claro que la especie humana era una más entre millones de especies y que, además, habitaban todas ellas en un pequeño punto de un universo mucho más grande, las potencialidades de la ciencia abrían la posibilidad de restaurar al ser humano en el centro del universo. Esta cosmovisión se basaba en la idea de que los seres humanos podían someter a la naturaleza utilizando la razón, la ciencia y la técnica.

Fue en este contexto histórico en el que emergió la ciencia económica, la cual interiorizó en sus métodos el reduccionismo cartesiano y asumió, con sus conceptos —*riqueza*, *sistema económico*, etcétera—, la separación analítica entre humanidad y naturaleza. De esa manera, hasta los años setenta en las ciencias naturales, y hasta hoy en la ciencia económica, ha imperado un dualismo casi insalvable entre naturaleza y humanidad, del que nace la creencia de que el ser humano puede —e incluso debe— situarse por encima de la naturaleza.

Con ello, la ciencia económica ha extendido una visión instrumentalista de la naturaleza, según la cual esta es poco más que un almacén de recursos que los seres humanos podemos explotar a voluntad para satisfacer nuestras necesidades y deseos. Esta aproximación es muy diferente de la que defiende la economía biofísica, que subraya que el sistema Tierra es un entramado complejo donde las partes son interdependientes, y donde la apropiación y la explotación de recursos naturales no pueden

producirse sin consecuencias. El planteamiento biofísico es el que nos ha permitido comprender que la actividad del ser humano ha tenido —y está teniendo— un impacto cierto sobre el planeta, y que este puede ser de una magnitud suficiente como para poner en riesgo la vida misma.

Es normal que cuando hablamos de impactos ecológicos provocados por el ser humano, lo primero que nos venga a la cabeza sea el cambio climático, por ser este la preocupación actual más urgente. Sin embargo, la actividad del ser humano puede alterar diferentes componentes del sistema Tierra de maneras complejas. Al fin y al cabo, si incluso seres diminutos como las cianobacterias pudieron cambiar la composición de la atmósfera, es de suponer que seres vivos dotados con cultura y tecnologías avanzadas también provocaran cambios importantes desde el principio.

Por ejemplo, durante el Paleolítico, el *Homo sapiens* se expandió por casi todo el planeta, y en ese proceso se cruzó con grandes animales que, al no haber desarrollado el miedo al ser humano, fueron incapaces de defenderse ante un nuevo depredador que tenía muy mejoradas sus habilidades de caza.[6] En África desapareció el 18 por ciento de la población de megafauna, en Eurasia el 36 por ciento, en Norteamérica el 72 por ciento, en Sudamérica el 83 por ciento y en Australia el 88 por ciento.[7] Esta pérdida de biodiversidad también supuso la alteración de los ciclos biogeoquímicos del planeta y está relacionada con la emisión de metano —un gas de efecto invernadero— a la atmósfera, lo que habría provocado un enfriamiento del clima.[8] Por otro lado, la extinción de grandes animales en América implicó también que más adelante las poblaciones humanas no dispusieran de bestias de tiro para las prácticas agrícolas, a diferencia de lo que sucedería en las regiones europeas.[9]

Anterior a todo ello fue el control del fuego por parte de los homininos, que se convirtió en un elemento que alteró dramáticamente los ecosistemas. Sobre todo, cuando durante el Paleolítico se usaba para despejar áreas enteras y para facilitar la caza de presas, así como en las primeras prácticas agrarias. Como veremos, estas consistían en la tala y quema del terreno boscoso para facilitar el cultivo posterior, todo lo cual provocó una deforestación que se cree que tuvo importancia en el calentamiento global propio del Holoceno.

Con todo, el impacto del ser humano no ha tenido la misma intensidad a lo largo del tiempo. Es cierto que actualmente no hay lugar ni cosa viviente que el ser humano no haya modificado con su actividad, razón por la cual hay quien ha defendido que en el Antropoceno la relación entre naturaleza y humanidad se ha emborronado y ya no es útil ni precisa.[10] Pero no siempre fue así. De hecho, la controversia sobre el origen del Antropoceno gira en torno a esa importante pregunta: ¿a partir de qué momento se convirtió el ser humano en una fuerza geológica?

3.1. El controvertido origen del Antropoceno

En el año 2003, el paleoclimatólogo William Ruddiman propuso la idea de que el ser humano comenzó a alterar el clima global hace miles de años, mucho antes de la Revolución Industrial. En contraste con la visión de que el Antropoceno y el calentamiento global provocado por el ser humano habrían comenzado hace algo más de doscientos años, Ruddiman argumentaba que las primeras prácticas agrícolas y ganaderas habían modificado el clima global desde mucho antes. Según su punto de vista, el crecimiento por razones

antropogénicas del CO_2 y del metano en la atmósfera se remonta a hace 7.000 años y 5.000 años respectivamente.[11]

Esta hipótesis, conocida como *hipótesis del Antropoceno temprano*, sugiere que la rápida expansión de la agricultura desde Oriente Medio hacia Europa requirió la previa deforestación de extensas áreas, lo cual explicaría el anómalo incremento de CO_2 atmosférico que aparece en los registros paleoclimáticos en torno a hace 7.000 años. Por otro lado, el también extraño crecimiento de la concentración de metano hace 5.000 años podría explicarse por la extensión de la ganadería y otras actividades humanas agrícolas, en particular, por la irrigación de los campos de cultivo en Asia. En definitiva, Ruddiman ubicaba muy atrás en el tiempo el primer gran impacto del ser humano sobre el clima.

La cuestión no se quedaba ahí, pues Ruddiman también aseguraba que aquel calentamiento temprano mantuvo la atmósfera a mayores temperaturas «de lo que hubiera estado si la naturaleza hubiera mantenido su control».[12] De acuerdo con la evolución previa de los períodos interglaciares, en condiciones naturales, el clima debería haberse enfriado quizá hasta el punto de permitir la formación de nuevas capas de hielo, desencadenando con ello una nueva glaciación. De hecho, según sus cálculos, deberíamos haber entrado en una nueva glaciación hace unos pocos miles de años.[13] Por el contrario, aquella intervención temprana de la humanidad habría impedido esa trayectoria, facilitado la estabilidad climática y, en consecuencia, consolidado las bases para el mantenimiento de la agricultura y el florecimiento de las primeras civilizaciones.

Esta hipótesis es sólida y encaja con los datos disponibles y, aunque hay científicos que discuten las causas de este calentamiento temprano,[14] hay consenso en el hecho de que el

clima desde hace 12.000 años hasta el inicio de la Revolución Industrial —el período que denominamos Holoceno— fue suficientemente cálido y estable como para permitir el despliegue y el desarrollo de la agricultura. Es evidente la dificultad para encontrar un «momento cero» a partir del cual el ser humano alteró de manera significativa y quizá permanente la dinámica del sistema Tierra. A mí me convence la explicación de los paleobiólogos Julia Thomas, Mark Williams y Jan Zalasiewicz, para quienes los cambios que ocurrieron tras la Revolución Industrial fueron de mayor importancia y escala que todos los anteriores.[15] Eso no significa negar los diferentes tipos de impactos previos, sino solo poner de relieve que el más reciente, el ocasionado por los combustibles fósiles, tiene un impacto cuantitativo, cualitativo y de alcance sin precedentes.

En efecto, con la generalización del uso de los combustibles fósiles desde la Revolución Industrial, el delicado equilibrio de la estabilidad climática se ha desajustado de nuevo y ahora la pendiente apunta a un excesivo calentamiento global que pone en peligro las formas de subsistencia de la especie humana. El cambio climático impacta en el sector agrario, disminuyendo la producción de algunas cosechas, haciendo imposible otras, provocando la elevación de los precios de los alimentos y, en definitiva, distorsionando la producción agraria. Y, aunque sea una obviedad, seguimos dependiendo de la producción agraria y ganadera para alimentarnos.

En efecto, todos los seres humanos necesitamos comer alimentos para capturar la energía de baja entropía que nos permita retrasar nuestra muerte. Esto supone que la provisión de alimentos es un aspecto central de la propia vida y, por lo tanto, también de cualquier metabolismo social. Sin embargo, en la sociedad actual las formas por las que conseguimos esa energía alimentaria están en

gran medida invisibilizadas. Ya vivamos en una ciudad o en un pueblo, lo normal es que demos la provisión de alimentos por garantizada. De hecho, tendemos a ignorar todo el proceso socioecológico que conlleva el hecho de que nuestra alimentación esté en una estantería del supermercado, o llegue directamente a nuestra puerta de casa, prácticamente lista para comer. Quizá no nos damos cuenta porque la mayor parte de la población en los países desarrollados vivimos en ciudades y nos dedicamos a tareas muy distintas a la producción de alimentos.

No siempre fue así. Es más, hasta hace poco las sociedades humanas dedicaban casi todos sus recursos, incluyendo la mano de obra, a la tarea de proveerse de alimentos. Todavía en 1940, más de la mitad de la población de España se dedicaba a la agricultura.[16] Y hace solo cien años, lo que es un suspiro geológico, eso mismo ocurría en todos los países del mundo. Actualmente, sin embargo, en las sociedades desarrolladas el porcentaje de la población dedicado a la agricultura apenas llega al 5 por ciento. Por otra parte, como el sector agrario y la distribución de alimentos suponen solo el 10 por ciento del PIB, ni siquiera los economistas se preocupan demasiado por el único sector capaz de darnos de comer.

No obstante, este papel secundario solo es aparente. Lo cierto es que la superficie agraria útil en España, por ejemplo, es de 23 millones de hectáreas, lo que significa que la mitad del suelo español está dedicado a la producción de alimentos,[17] mientras que el sector agrario consume hasta el 80 por ciento del agua del territorio.[18] Esos datos apuntan a que hay cosas que no han cambiado tanto respecto al uso de recursos por parte de nuestra única fuente de provisión de alimentos. La verdadera diferencia histórica está, como hemos señalado, en el papel del trabajo humano: cada vez ha sido necesario emplear menos horas de

trabajo en el sector agrario, lo que ha permitido que más gente pueda dedicarse a otras tareas no agrícolas.

Este cambio en la estructura ocupacional moderna ha sido posible gracias a los incrementos de productividad causados por la acumulación de innovaciones agrícolas a lo largo de la historia, si bien el verdadero punto de inflexión lo marcó la aplicación de los combustibles fósiles en la forma en la que producimos nuestros alimentos. Como he mencionado en el capítulo anterior, sin la llamada Revolución Verde en el siglo xx y el consecuente despliegue de maquinaria agrícola, pesticidas y fertilizantes, todos los cuales dependen en gran medida de energía fósil, no hubiera sido posible alimentar a los 8.000 millones de personas que actualmente habitamos el planeta.

Hay un punto irónico en todo esto. Por un lado, los combustibles fósiles están detrás de los impresionantes incrementos de la fertilidad de la tierra y de la productividad del trabajo en el sector agrario, lo que ha permitido alimentar a una población mucho más grande haciendo uso cada vez de menos mano de obra. Por otro lado, es el empleo de esos mismos combustibles fósiles lo que está desencadenando un calentamiento global que ya está desgastando la capacidad de alimentar a la población y cuyas tensiones se manifiestan principalmente en forma de incrementos de precios. Si aceptamos la hipótesis de Ruddiman, la segunda gran intervención humana en la naturaleza —la Revolución Industrial— es la gota que desborda el vaso de la estabilidad climática.

En su libro *The Path to Sustained Growth*, el historiador Edward A. Wrigley se refirió a la Revolución Industrial y al uso de combustibles fósiles comparándolos con la caja de Pandora, sugiriendo que, aunque hubieran permitido un crecimiento económico y una mejora de las condiciones de vida sin precedentes, también habían desatado

problemas ecológicos difíciles de controlar —como el cambio climático— que podrían llevarse todo por delante.[19] Esa doble naturaleza de la tecnología, creativa y destructiva, se ha puesto de manifiesto muchas veces a lo largo de la historia y obliga a repensar con mayor actitud crítica nuestra relación con el resto de la naturaleza.

En los siguientes capítulos estudiaremos lo que llamamos la gran transición metabólica, es decir, el cambio radical producido con el paso de las sociedades agrarias a las sociedades industriales. Se trata de un cambio sobre todo de base energética, desde la energía renovable tradicional hacia la energía fósil. Mientras las sociedades agrarias habían optimizado las formas para capturar energía de su entorno, que dependía de los ciclos naturales, las sociedades industriales comenzaron a incorporar grandes cantidades de energía que no dependían de estos ciclos, sino que estaban almacenadas en el subsuelo.

Esa energía acumulada es equivalente a millones de esclavos trabajando la tierra, con la ventaja de que no hay que alimentarlos ni mantenerlos, pero la desventaja es que se agotan y emiten gases de efecto invernadero.[20] La utilización de esos «esclavos energéticos» es lo que ha facilitado la creación de megaciudades, así como la mecanización del sector agrario, es decir, la posibilidad de que sociedades enteras puedan ser abastecidas a partir de un uso muy reducido de fuerza de trabajo humana y animal, dedicado a la producción de alimentos.

La idea de «esclavos energéticos» es poderosa, porque sugiere que hay un vínculo entre las máquinas modernas, la esclavitud humana e incluso los animales usados como fuerza de tiro. Todas estas categorías encajan en lo que llamamos *medios de producción*, y su principal virtud desde el punto de vista económico es que

permiten liberar de la tediosa carga de trabajo a ciertos grupos sociales o a la humanidad entera. Además, por sus características biológicas o físicas también permiten una elevación de la productividad, es decir, de la cantidad de producto por tiempo de trabajo. Esta relación es fundamental para comprender la dinámica de evolución de las diferentes sociedades a lo largo del tiempo.

3.1.1. *Explotando la tierra*

Un aspecto central de los cambios en los sistemas agrarios es el recurso a medios de producción cada vez más potentes que complementan e incluso sustituyen a la fuerza humana. Se trata del recurso a la energía exosomática, es decir, a la que va más allá de los músculos humanos. Además de los instrumentos de trabajo, tales como hoces, guadañas, carros, sacos, etcétera, los animales proporcionaron la fuerza de tracción suficiente tanto para el transporte de mercancías como para las tareas agrarias propiamente dichas, tales como arar, sembrar, trillar o moler. Esta aportación de los animales sería más tarde de nuevo complementada y sustituida en las sociedades desarrolladas con maquinaria pesada impulsada por combustibles fósiles, lo que elevó en mucho la capacidad de trabajo por unidad de tiempo —es decir, la potencia.[21]

En realidad, todas las actividades agrarias podrían llevarse a cabo recurriendo únicamente a la fuerza humana, si bien el problema reside en que producir cultivos a mano requiere unas 1.200 horas de trabajo por cada hectárea, y cada persona puede gestionar únicamente una hectárea.[22] Como dijimos en el capítulo segundo, al estudiar el metabolismo humano, nuestro cuerpo obtiene energía a través de la alimentación, la cual digiere lentamente para ir extrayendo energía. En realidad, los seres humanos somos

conversores biológicos de energía, es decir, convertimos la energía química de los alimentos en energía mecánica de nuestros músculos. Durante la digestión liberamos energía, y gracias a que es un proceso lento y ordenado no echamos a arder como cuando quemamos un trozo de carbón o un terrón de azúcar. Sin embargo, la velocidad de la liberación de energía también limita la capacidad de trabajo que podemos realizar. Los humanos, por lo tanto, no somos energéticamente muy potentes.

Como consecuencia de esa falta de potencia, las sociedades agrarias más básicas tenían poblaciones que se dedicaban casi íntegramente al laborioso trabajo agrario, obteniendo una producción apenas suficiente para mantener a dicha población. Esas limitaciones fueron compensadas con el recurso a medios de producción que facilitaban el trabajo y que, en suma, incrementaban la productividad. Con ese incremento se podía producir la misma cantidad en menos tiempo o con menos trabajadores, lo que permitió tanto un mayor crecimiento de la población como que cada vez más personas pudieran dedicarse a tareas distintas a la agricultura.

Para comprenderlo mejor, imaginemos que somos un trabajador de una sociedad agrícola tradicional, pero solo disponemos de herramientas simples, como una pala. Supongamos, por simplificar, que nuestra tarea en un día determinado es desplazar rocas una distancia de cien metros para preparar el terreno. Cada roca pesa diez kilos, y nuestra jornada laboral es de ocho horas. ¿Cuántas rocas lograremos trasladar al cabo de una jornada? La respuesta no nos la da la energía que comemos cada día, sino la potencia que permiten nuestros músculos, la cual, aunque podamos entrenarla, está finalmente determinada por la especie a la que pertenecemos —por nuestro metabolismo.

La cuestión es que un ser humano corriente, usando un instrumento básico como una pala, tiene una potencia de entre 30-40 W. Supongamos que tenemos una potencia de 34 W: eso es lo que nuestros músculos pueden aprovechar de energía por unidad de tiempo. Gracias a este dato, ya podemos calcular cuántas rocas de 10 kilos podemos llevar a una distancia de 100 metros a lo largo de una jornada laboral de 8 horas: exactamente 100 rocas.[23] Esto significa que nuestro cuerpo, con una potencia de 34 W, es capaz de trasladar una tonelada de material de roca en una jornada laboral. Este dato sería nuestra productividad.

En la historia de la agricultura es fácil ver que la domesticación de animales y su empleo como medios de producción en las tareas agrícolas fue un paso crucial. Igual que nosotros, los animales son también conversores biológicos de energía, solo que en muchos casos de manera mucho más rápida. Por ejemplo, un buey tiene una potencia de unos 400 W, lo que significa que podría hacer más trabajo que nosotros por unidad de tiempo. Rehaciendo los cálculos, tenemos que un buey puede trasladar 1.175 rocas en ocho horas (algo más de 11 toneladas). Si recurrimos a un caballo, con una potencia aproximada de 750 W, tendremos que puede trasladar 2.204 rocas (22 toneladas). Como se puede ver, el recurso a animales logra que se tenga un incremento del trabajo por unidad de tiempo o, lo que es lo mismo, de la productividad.

Otra forma de verlo es que, si tenemos que trasladar mil rocas, necesitamos diez trabajadores humanos en una jornada de trabajo. En cambio, con un solo buey podríamos hacer el mismo trabajo dentro de una jornada. Por otro lado, con un caballo podremos cumplir nuestro objetivo con solo media jornada de trabajo. Esta es la razón por la que el uso de animales en las economías agrarias significó no solo un incremento de la productividad, sino también la

liberación de trabajadores humanos de las tareas agrícolas. Evidentemente, el uso de vehículos motorizados impulsados por combustibles fósiles significó posteriormente un nuevo salto cuantitativo.

Como se puede comprobar en la siguiente tabla, diferentes medios de producción implican potencias distintas y, además, son significativamente mayores desde la aparición de los combustibles fósiles y la construcción de las máquinas que hacen uso de estos. Eso significa que la capacidad de trabajo por unidad de tiempo se ha ido incrementando de manera enorme durante los últimos siglos, lo que está detrás del extraordinario crecimiento de la productividad del trabajo. Solo teniendo presente la contribución fundamental de estos medios de producción puede entenderse el hecho de que en las sociedades desarrolladas la población dedicada al sector agrario sea inferior al 5 por ciento.

Tipo de mecanismo[24]	**Potencia media (W)**
Ser humano empujando una palanca	37 W
Buey llevando una carga	368 W
Rueda de molino hidráulico	368-3.677 W
Máquina de vapor de Newcomen	4.045 W
Máquina de vapor de Watt	29.420 W
Máquina de vapor marina de 1850	735.499 W
Turbina de vapor (1940)	220.649.625 W
Planta eléctrica de carbón (1970)	1.103.248.125 W

Fuente: Elaboración propia.

El avance tecnológico que representa la incorporación de estas máquinas al proceso productivo no ha seguido una relación lineal. A veces se producían innovaciones que no se extendían por el conjunto de la economía y, por el contrario, otras veces se generalizaban de manera muy rápida. El crecimiento de la productividad no ha sido continuo a lo largo de la historia, sino que ha estado salpicado de hitos específicos que dependían no solo de la existencia de tecnología, sino también de las instituciones que promovieran la incorporación de los cambios tecnológicos.

Por ejemplo, el cambio institucional desde el feudalismo hacia el capitalismo supuso el establecimiento de incentivos a la innovación permanente, produciéndose a partir de entonces una aceleración en la implantación de tecnología que incrementaba la producción y la productividad y, también, el consumo de energía exosomática. En consecuencia, las sociedades industriales usan mucha más energía exosomática que las sociedades agrarias, que fueron las primeras en las que el nivel de consumo de energía exosomática empezó a ser verdaderamente relevante en la competición militar y económica entre sociedades humanas. Las primeras grandes civilizaciones fueron, de hecho, sociedades agrarias y esclavistas. Pero antes, la especie humana se había organizado de formas muy distintas y, según el criterio que utilicemos, podríamos concluir incluso que mucho más beneficiosas.

3.2. LAS SOCIEDADES DE CAZADORES-RECOLECTORES

En una tarde gris de 1746, tres personas estaban reunidas en un tranquilo *coffee house* de Edimburgo. El más joven de ellos tenía tan solo veinticuatro años y acababa de llegar a la capital escocesa

procedente de su ciudad natal, la también escocesa Kirkcaldy, en busca de un puesto en la universidad. Se llamaba Adam Smith y muy pronto se convertiría en un reputado profesor de Filosofía Moral. El segundo participante era un filósofo de treinta y seis años, David Hume, cuyo ateísmo declarado estaba despuntando en una sociedad profundamente religiosa. Finalmente, estaba el protector de ambos, Henry Home, más conocido como lord Kames, quien ya tenía cincuenta y un años y era uno de los principales promotores de los valores y principios ilustrados.

Escocia había terminado el siglo XVII sumida en las tinieblas. En 1690 el Parlamento escocés había adoptado la Confesión de Fe de Westminster, un documento nacido décadas antes con el propósito de unificar las creencias religiosas de Inglaterra.[25] Aquel hecho implicaba que las instituciones y sus representantes, incluyendo la universidad y sus profesores, tenían que aceptar la interpretación calvinista y la autoridad de las Escrituras. Como consecuencia, aquel mismo año, «el rector y la mitad de los profesores de la Universidad de Edimburgo fueron destituidos por negarse a suscribir todas las cláusulas»[26] de la Confesión de Fe. En aquel contexto de renovada y extrema religiosidad, en 1697 fue ahorcado el joven Thomas Aikenhead acusado de blasfemia, lo que sucedió tras un polémico juicio que estremeció a los sectores liberales de la sociedad. A pesar de las peticiones de clemencia de filósofos como el inglés John Locke, las autoridades civiles y eclesiásticas involucradas en el proceso se aseguraron de que el reo pagara con su vida el delito de chismorrear sobre Dios en conversaciones privadas. Por otro lado, actualmente se sabe que solo entre 1563 y 1736, casi 4.000 personas —la inmensa mayoría mujeres— fueron acusadas de brujería, y se piensa que aproximadamente dos terceras partes fueron ejecutadas.[27]

Sin embargo, en menos de un siglo Escocia se convertiría en la fuente más progresista de la Ilustración europea, aunque no exenta de serias contradicciones, y era también cuna de los más importantes pensadores y científicos de la época. No obstante, es improbable que los tres pensadores que estaban sentados en aquel *coffee house* fueran entonces conscientes de la magnitud de los cambios que estaban por llegar, en parte gracias a la influencia que tendrían sus contribuciones intelectuales. Los tres son considerados figuras influyentes de la conocida como Ilustración escocesa.

En la entrada al siglo XVIII, Europa atravesaba la última fase de la que se ha calificado como Pequeña Edad de Hielo, un período climático especialmente frío. En Escocia, los inviernos fueron muy duros, y las bajas temperaturas y las intensas lluvias provocaron la continua pérdida de cosechas entre 1697 y 1703, produciendo graves hambrunas. De hecho, se calcula que falleció entre el 5 y el 15 por ciento de la población escocesa,[28] y la conmoción facilitó que en 1707 se firmara el Acta de Unión con Inglaterra, lo que dio lugar al Reino de Gran Bretaña. Es en aquel contexto en el que las fuerzas de la Ilustración escocesa empezarían a despuntar, abriéndose paso entre las todavía inmensas sombras de la ignorancia y la intolerancia. El perfil de los pensadores era básicamente compartido, con «una común adscripción universitaria (como profesores, bibliotecarios o miembros de las sociedades filosóficas), una afinidad directa con la Iglesia escocesa (salvo Hume, todos fueron ministros o familiares cercanos de ministros) y relaciones continuas con el poderoso gremio de los abogados y de la clase política».[29]

Smith, Hume y Kames son hoy considerados figuras centrales del movimiento ilustrado escocés. Y con toda probabilidad en sus encuentros conversaban sobre las ideas que bullían en sus mentes, una de las cuales era la teoría de los cuatro estadios que estaba a

punto de hacer pública el joven Adam Smith. En efecto, en la década de 1750 y antes de abandonar Edimburgo por Glasgow, Smith impartió una serie de conferencias en las que ofreció una interpretación evolutiva de la historia de las sociedades humanas.

Smith se basaba en el trabajo previo de Montesquieu, quien había descrito distintos modelos de la sociedad humana a partir de su modo de subsistencia, es decir, de la forma en la que se organizaban para conseguir alimentos. Smith añadió un marco evolutivo según el cual había una continuidad entre una etapa y otra, lo que permitía comparar distintos desarrollos sociales y evaluarlos como más o menos avanzados. Hasta ese momento, lo normal era interpretar la historia de las sociedades a partir de lo que habían hecho sus protagonistas, como reyes, ejércitos o caudillos, pero Smith sugería que era mejor analizar el cambio en el modo de abastecimiento de las sociedades. Obrando así, argumentaba Smith, era posible identificar una suerte de escalera evolutiva en la que las sociedades se caracterizaban por organizar su abastecimiento social partiendo de una estructura social de cazadores-recolectores, luego de pastoreo y nomadismo, seguido de agricultura y, finalmente, en el estadio superior, de comercio. Esta visión de la historia se convirtió en una de las innovaciones principales de la Ilustración escocesa y dio lugar al nacimiento de la idea moderna y evolutiva de *progreso*.[30] Además, se trataba de un progreso que se podía identificar con la base material de la sociedad de manera que era fácil deducir que a más disposición de bienes y recursos naturales también le correspondía mayor progreso humano.[31] Como ha dicho el historiador Arthur Herman, este modelo «permitió a la gente pensar en la historia como una empresa progresiva, con el cambio como una característica normal e incluso deseable».[32]

Fuera de la Ilustración europea, a la misma conclusión y al mismo tiempo que Smith había llegado un joven francés, Anne-Robert-Jacques Turgot, quien sin embargo difería en que solamente identificó tres estadios: caza, pastoreo y agricultura.[33] Ambos compartían, sin embargo, la idea de que las sociedades humanas evolucionaban de una manera progresiva desde estadios más primitivos hacia la constitución de una sociedad civilizada. De hecho, este esquema de pensamiento fue tan importante porque se convirtió en una vara de medir y comparar diferentes sociedades, lo que en algunos momentos permitió incluso justificar el racismo y el colonialismo europeo.[34]

La influencia de este marco de pensamiento no puede subestimarse, pues se constituyó como columna vertebral de la visión occidental de la historia y se extendió por todas las disciplinas nacientes, como la sociología, la antropología y, por supuesto, la economía política. Por ejemplo, los primeros antropólogos, como Lewis Morgan, supusieron también, durante el siglo XIX, que la sociedad humana evolucionaba a través de una serie de etapas, que en su caso llamó salvajismo, barbarie y civilización.[35] El fundador de la sociología, Auguste Comte, también desarrolló una teoría de los tres estadios, aunque en clave idealista, según la cual la humanidad atraviesa necesariamente varios estados mentales distintos. En general, todas estas posiciones evolucionistas compartían una visión del cambio social que «se mueve de formas primitivas a formas desarrolladas, de estados simples a complejos, de la dispersión a la agregación, de la homogeneidad a la heterogeneidad, del caos a la organización», lo que les permitía concluir que «las sociedades más primitivas o atrasadas están, simplemente, retrasadas en el proceso, pero inevitablemente discurrirán por el mismo sendero, siguiendo a las más desarrolladas, y en particular a las sociedades más maduras

de Occidente».[36] Esta perspectiva sigue profundamente arraigada en economía, cuya visión del crecimiento se basa enteramente en ella y tiene una obvia expresión en la caracterización de las economías como *desarrolladas* y *en desarrollo*.

Incluso los críticos de la economía política, como Karl Marx y Friedrich Engels, asumieron un esquema similar en su formulación del materialismo histórico, según la cual existe una sucesión lógica de etapas que conducen al socialismo. En tal descripción hay un punto de inevitabilidad, lo que además permeó al movimiento obrero hasta el punto de que no pocos esperaban el advenimiento del socialismo de manera similar a como ciertas religiones esperan a su mesías. Impregnada de un fuerte determinismo, la concepción de la historia de Marx está fundada sobre tesis filosóficas más que empíricas. En efecto, «cuando Marx y Engels avanzan esa propuesta acerca de la evolución histórica de la sociedad, lo hacen en clave filosófica, sin disponer de ningún tipo de apoyo empírico ni haber hecho ningún estudio histórico concreto».[37] La clave de la teoría del materialismo histórico, lo que marca su concepción evolucionista, es que, según Marx, «al llegar a una determinada fase de desarrollo, las fuerzas productivas materiales de la sociedad entran en contradicción con las relaciones de producción existentes».[38] Tanto Marx como Engels creían que esta teoría era científica al mismo nivel que la recién publicada teoría de la evolución de Charles Darwin. De hecho, en 1883, durante el «Discurso ante la tumba de Marx», el propio Engels explicó que «así como Darwin descubrió la ley del desarrollo de la naturaleza orgánica, Marx descubrió la ley del desarrollo de la historia humana»,[39] y en una carta Marx explicó: «La obra de Darwin es de una gran importancia y sirve a mi propósito por cuanto proporciona una base para la lucha histórica de clases en las ciencias naturales».[40]

Hay que hacer notar, no obstante, que estos planteamientos ilustrados no eran los primeros que rompían con la tradición de las culturas europeas antiguas, las cuales concebían el tiempo de manera cíclica. Ya antes se habían dado algunos precedentes, siendo el más destacado el de la interpretación cristiana de san Agustín, quien describía la historia como ordenada por la providencia divina: tanto el bienestar como las desgracias formarían parte de una historia cuyas líneas maestras ha marcado previamente Dios. Como afirma Salvador Giner, esta visión agustiniana de la historia «constituye el fundamento de cuantos han sostenido que la historia de nuestra especie posee un sentido y estructura, un lugar de origen y otro de destino que son cognoscibles con la información que poseemos».[41] Así, el pensamiento de los ilustrados escoceses, como Smith, y de Marx después, entre otros muchos, estaba ya transitado por la propia tradición cristiana que, destacadamente en los primeros, tanto les influía.

Este esquema lineal y evolutivo también se ha aplicado en términos de energía. En su libro *The Evolution of Culture*, publicado en 1959, el antropólogo estadounidense Leslie White defendió que las sociedades se distinguían por su cultura, y que esta era directamente dependiente del uso de energía. La interpretación de White era puramente tecnológica, ya que diferenciaba las sociedades en función del uso que hacían de los instrumentos y las técnicas para resolver sus problemas de supervivencia. De acuerdo con White, la tecnología era una forma de capturar energía y desviarla a la satisfacción de las necesidades humanas. En consecuencia, la cultura evolucionaba según la cantidad de energía aprovechada por persona.[42] Usando esa lógica, White describió cinco etapas del desarrollo humano: primero estaba la energía corporal o física de los seres humanos; posteriormente, las sociedades usaban también la

energía animal; con la introducción de la agricultura, la energía del suelo se convirtió en la más importante; luego, la Revolución Industrial, sin embargo, amplió el uso energético con los combustibles fósiles; y, finalmente, estaba la energía de la fusión nuclear. La sociedad cambia, pero siempre de acuerdo con el uso de energía que hagan sus miembros.

De manera similar, aunque con un evolucionismo menos agudo, el antropólogo Joseph Tainter publicó en 1988 *The Collapse of Complex Societies*, donde defendió que las sociedades evolucionan hacia formas más complejas, lo cual exige más consumo de energía.[43] Sin embargo, según Tainter, en algún momento los costes de invertir más energía son superiores a los beneficios, y las sociedades colapsan. La conclusión a la que llega Tainter usando este esquema es que «contrariamente a lo que es típicamente defendido como una ruta hacia la sostenibilidad, para una sociedad no es posible reducir voluntariamente su consumo de recursos en el largo plazo»[44] ya que la complejidad antecede al uso de energía.

Aunque hoy en día esta idea sigue atravesando el imaginario social, por fortuna desde el punto de vista científico está mucho más matizada y ya es ajena a los determinismos. Muchas de las ideas transmitidas por esta visión evolutiva son directamente falsas. En efecto, hay cambios en las sociedades, pero no hay predestinación ni tampoco una escalera que todas las sociedades tienen que subir.

En el desmontaje de la narrativa evolutiva ha sido crucial el trabajo llevado a cabo en los últimos cincuenta años por la comunidad antropóloga en relación con la transición desde las sociedades de cazadores-recolectores hacia las sociedades agrarias. Como hemos visto, los ilustrados escoceses inauguraron un enfoque en el que las sociedades humanas más antiguas, aquellas del Paleolítico, representaban el primer paso de un largo recorrido

evolutivo. Este planteamiento incluía la creencia en que la vida en estas sociedades era dura y difícil, siempre al borde de la hambruna y sin tiempo suficiente para disfrutar del ocio o, mucho menos, de algo llamado cultura. Se suelen citar como ejemplo de esta visión las palabras de Thomas Hobbes respecto al estado de naturaleza del ser humano: «Pobre, desagradable, brutal y breve».

Esta visión de las sociedades cazadoras-recolectoras del Paleolítico, hasta hace muy poco denominadas *sociedades primitivas*, se reprodujo en el tiempo hasta que en los años setenta ciertos autores, como el antropólogo Marshall Sahlins, contribuyeron a cuestionarla. Las nuevas pruebas apuntaban a que «para todos sus esfuerzos, el cazador emplea los niveles termodinámicos más bajos: menos energía per cápita y por año que cualquier otro modo de producción».[45] Esto supuso una convulsión importante entre los especialistas, los cuales desde entonces han acumulado pruebas suficientes para demostrar que, en comparación con las sociedades agrarias, la vida en las sociedades de cazadores-recolectores era mejor en términos de dieta, salud y ocio.

El antropólogo James C. Scott ha sintetizado convincentemente en su libro *Contra el Estado*[46] muchas de las pruebas recogidas, y ha llegado a la conclusión de que gran parte de las ideas evolutivas eran simplemente mitos profundamente arraigados y convenientemente difundidos. En general, la población de una sociedad de cazadores-recolectores trabajaba mucho menos, se alimentaba mejor, era más libre y sufría menos enfermedades que la población normal —exceptuando a la élite— de las sociedades agrarias. De hecho, la transición hacia las sociedades agrarias fue, según el historiador Harari, «el mayor fraude de la historia», porque «el agricultor medio trabajaba más duro que el cazador-recolector medio, y a cambio obtenía una dieta peor».[47] Tal es la diferencia

que cuando las poblaciones indígenas —que vivían como cazadores-recolectores— secuestraban y liberaban a colonos ingleses o franceses, los retenidos sistemáticamente preferían retornar al modo de vida indígena antes que al industrial, algo que no pasaba en la dirección contraria.[48]

Es evidente que, si tenemos en cuenta, por ejemplo, el tiempo de trabajo, la vida en las sociedades de cazadores-recolectores era bastante más sencilla. Como ha dicho José Manuel Naredo, «las sociedades de este tipo se encontraban normalmente por encima del mínimo de subsistencia y dedicaban a esta solo una parte de lo que hoy se considera jornada normal de trabajo».[49] Sus necesidades se satisfacían con poco tiempo de trabajo, lo que dejaba mucho tiempo a otros quehaceres. No parece, por lo tanto, que desde este punto de vista el paso a las sociedades agrarias deba ser visto como un paso adelante en la evolución; salvo, claro está, que se encuentre algo positivo en dedicar la mayor parte de tu vida a producir bienes y servicios.

La antropología y la historia económica han demostrado que, desde aquella transición, conocida con el engañoso nombre de Revolución Neolítica, el trabajo realizado por la población tendió a ser cada vez más arduo y prolongado. De hecho, como reconoce Tainter, «antes del desarrollo de los combustibles fósiles, incrementar la complejidad y la riqueza de las sociedades significaba que la gente trabajara más duro».[50] Sin embargo, no se trataba solo de esfuerzo físico. La esperanza de vida en las sociedades de cazadores-recolectores era más o menos la misma que para una persona promedio que viviera en 1800, mientras que la estatura —que es una forma de aproximarnos a la calidad de la dieta— era incluso más alta.[51] Expresivamente, el historiador económico Gregory Clark dijo que «Jane Austen podría haber escrito acerca de

refinadas conversaciones acompañadas con té servido en tazas de porcelana, pero para la mayoría de los ingleses, las condiciones incluso en fecha tan tardía como 1813 no eran mejores que las de sus desnudos ancestros de las sabanas africanas».[52]

En efecto, la Revolución Industrial y los combustibles fósiles, como veremos más adelante, sirvieron para aliviar la carga de trabajo —aunque desde el principio importó más incrementar los beneficios que reducir el tiempo de trabajo—, pero ¿qué explica entonces el paso a la agricultura? Aunque el debate sigue encendido entre los antropólogos, hay consenso en que el principal aporte de la agricultura fue permitir incrementos de población. Esto hizo que pudieran constituirse nuevas instituciones como el Estado, los ejércitos y otros elementos propios de las sociedades e imperios agrarios, los cuales terminaron por exterminar a la mayoría de las sociedades de cazadores-recolectores.

En todo caso, el hecho de que censuremos la linealidad y la predestinación del modelo etapista no significa que no hayan existido distintos modos de subsistencia, cada uno con sus características específicas —incluyendo un diferente nivel de consumo de energía—, y que algunos de ellos se hayan hecho dominantes. Así, aunque no debemos presuponer ningún automatismo en el paso de una sociedad de cazadores-recolectores a otra agraria, el curso de la historia ha demostrado que la segunda logró imponerse territorialmente a la primera. Del mismo modo, hoy la sociedad industrial —con el uso de combustibles fósiles— es el modo de subsistencia y producción dominante en todo el mundo, sin perjuicio de que en muchos lugares conviva con elementos propios de sociedades agrarias e, incluso, de cazadores-recolectores.

Por cuanto los seres humanos son parte de la naturaleza, aquí recurriré a un enfoque biofísico para definir y describir las distintas

sociedades humanas. Al hacerlo, me situaré muy cerca de la propuesta que ha hecho la llamada escuela de Viena del metabolismo social, la cual ha establecido una periodización de las sociedades humanas sobre la base del régimen energético en uso. Por ejemplo, distingue entre tres modos o regímenes de metabolismo social: cazadores-recolectores, el modo agrario (con algunas subdivisiones) y el modo industrial.[53]

Desde este punto de vista, mientras que las sociedades de cazadores-recolectores hacen una utilización pasiva de la energía solar —encarnada ya en los alimentos y animales que se comían—, el modo agrario se basa en la utilización activa de la energía solar a través del cultivo,[54] y el régimen industrial está fundamentado en el uso de fuentes de energía fósiles. En lo que sí puede observarse una progresión según avanzamos en esta periodización es en el consumo de energía per cápita, el cual ha ido aumentando, como se puede comprobar en la siguiente tabla:

Regímenes metabólicos[55]	**Energía anual per cápita**
Metabolismo humano básico	3,5 GJ
Cazadores-recolectores	10-20 GJ
Sociedades agrarias	60-80 GJ
Sociedades industriales	250 GJ

Fuente: Elaboración propia.

Utilizaremos este marco para analizar las implicaciones del uso de la energía en un planeta de recursos finitos, evaluando las diferentes transiciones energéticas al cambiar los modos de subsistencia. Como veremos más adelante, la gran transición metabólica tuvo lugar con el paso desde las sociedades agrarias hasta las sociedades

industriales, que estuvo marcada principalmente por el uso de los combustibles fósiles. Antes de ello, sin embargo, nos tomaremos un momento para estudiar la transición energética que sucedió en el cambio de las sociedades de cazadores a las sociedades agrarias.

3.2.1. *El metabolismo de las sociedades de cazadores-recolectores*

Como hemos dicho, los primeros homininos se organizaron en comunidades de cazadores-recolectores, de manera que su subsistencia dependía de los alimentos que el entorno ofrecía a estos grupos. Las sociedades de cazadores-recolectores vivían de la tierra, extrayendo raíces y frutas, y cazando varios tipos de animales, que eran exactamente los métodos usados por otros mamíferos. La gran diferencia radicó en el uso del fuego, el cual generalmente se conseguía a partir del uso de la madera como combustible.

Existen pruebas de que los homininos supieron emplear el fuego y cazar hace más de medio millón de años, mucho antes de la aparición del *Homo sapiens*. El fuego fue un invento crucial en el desarrollo humano porque permitió a los homininos desplazarse a climas más fríos, ahuyentar depredadores, estableció nuevos rituales de sociabilidad en torno a las hogueras, permitió intervenir en el entorno para facilitar la adquisición de alimentos y supuso una especie de aparato digestivo externo. En efecto, el fuego aplicado a la cocina facilitó que los seres humanos pudieran comer alimentos antes indigeribles o difíciles de masticar, lo que incrementó la disponibilidad de energía y nutrientes, lo cual tuvo un papel crucial en nuestra evolución.

Con el tiempo, y estimulado por las presiones climáticas, el ser humano mejoró sus capacidades de caza y pudo ampliar el

repertorio de presas y de sus tamaños, lo cual significó también el incremento de proteínas y grasas. Y hace unos 30.000 años, el ser humano del Paleolítico inventó el arco y la flecha, que el antropólogo Lewis Mumford consideró «la primera máquina real», dado que «no se parece a ningún elemento existente en la naturaleza».[56]

No obstante, aunque se los llama cazadores-recolectores, en general su alimentación dependía más de la recolección que de la caza. Como ha dicho el científico Cubero, «la caza necesitaba armas, estrategia, trampas, esfuerzo físico y mental, separación del poblado con frecuencia larga y peligrosa, pero la recogida de material vegetal necesitaba manos, cestas y poco más».[57] Así, además de la caza y la pesca, lo relevante era la capacidad que estas sociedades tenían para recolectar frutos, semillas, raíces, moluscos, insectos, así como para aprovechar la carroña de los animales muertos o heridos por otros depredadores. Naturalmente, estos requisitos hacían que el área que se necesitaba para el mantenimiento de estas sociedades fuera muy extensa —mucho más que en la actualidad.

Desde el punto de vista energético, esto significa que las primeras sociedades dependían de la energía solar que había sido convertida en biomasa a través de la fotosíntesis —en el caso de la recolección — o de los animales que se habían alimentado previamente de esas plantas —en el caso de la caza—. Como ya hemos visto, la cantidad de energía solar que llega a la Tierra es enorme, pero solo una pequeña parte se convierte en biomasa a través de la fotosíntesis —que es un proceso muy poco eficiente—. Por si fuera poco, solo una pequeña parte de esa biomasa es comestible por los humanos.

La narrativa estándar nos dice que este período finalizó hace entre unos 10.000 y 12.000 años con el descubrimiento de la agricultura; le siguieron el sedentarismo y la construcción de los primeros poblados y ciudades, todo lo cual permitió a los humanos

incrementar el control sobre los alimentos que ingerían. Esta es la razón por la que algunos autores consideran que las sociedades de cazadores-recolectores capturaban energía solar de manera pasiva, simplemente tomando lo que encontraban en su entorno y sin intervenir «para influir en la disponibilidad o la cantidad de esos flujos energéticos».[58] En contraste, en las sociedades agrarias, el ser humano estaría utilizando técnicas e instrumentos para sacar partido de forma activa al proceso de conversión energética —la fotosíntesis —. Sin embargo, los estudios más recientes han demostrado que esta delimitación tradicional no es ni mucho menos tan clara.

Por un lado, se ha demostrado que el sedentarismo precede por mucho a la agricultura, y que esta, además, se adelantó también al establecimiento de las primeras ciudades.[59] En efecto, en aquellas regiones donde crecían alimentos de manera natural y en abundancia suficiente, como el cereal salvaje en el Creciente Fértil, también se construyeron los primeros asentamientos humanos. Por otro lado, se sabe que las sociedades de cazadores-recolectores sí intervenían en el entorno para facilitar la adquisición de alimentos, por ejemplo, limpiando los terrenos o retirando la maleza que competía con los cereales salvajes. Además, su conocimiento del medio no seguía el método científico moderno, pero les permitía anticiparse a los cambios cíclicos, como las estaciones, a fin de aprovechar mejor los frutos de la naturaleza.

En todo caso, tampoco hubo tal cosa como una revolución que marcara una ruptura clara entre distintos modos de subsistencia o metabolismos sociales. Por el contrario, tanto la caza como la recolección y la agricultura coincidieron en el tiempo durante miles de años incluso dentro de la misma sociedad. En efecto, la transición de la caza y la recolección «a la adopción de la agricultura como sistema básico de vida duró, en los sitios más vanguardistas, uno o

dos milenios».[60] En consecuencia, no hubo un cambio repentino o súbito en los modos de vida, sino que tanto la caza, la recolección como el cultivo agrícola fueron prácticas complementarias durante muchísimo tiempo. Además, la resistencia de las sociedades de cazadores-recolectores para cambiar por sociedades agrarias fue muy acentuada, ya que las relacionaban, acertadamente, a la falta de libertad y a las enfermedades.

Respecto al consumo de energía, la literatura sugiere que el metabolismo exosomático de los cazadores-recolectores era de dos a cinco veces mayor que el metabolismo endosomático de los seres humanos. Y aunque es habitual diferenciar las etapas del Paleolítico entre la Edad de Piedra, Hierro o Bronce, esto es engañoso, ya que el uso de minerales suponía únicamente el 1 por ciento del consumo de materiales.[61] En realidad, la mayor parte del consumo era biomasa, fundamentalmente para alimento y combustible.

Como hemos visto antes, las condiciones de vida en las sociedades de cazadores-recolectores eran en muchos aspectos muy superiores que las que caracterizarían a las sociedades agrarias posteriores. En términos de tiempo de trabajo, salud y libertad, los miembros de estas primeras sociedades estaban muy por delante. Sin embargo, la gran ventaja que proporcionó la agricultura fue la nueva disponibilidad de ingentes cantidades de alimento, lo cual permitió un crecimiento notable de la población.

Por el contrario, las sociedades de cazadores-recolectores tenían muy limitada su capacidad para crecer pues, aunque la comida era abundante, un crecimiento de la población hubiera significado una disminución de la comida por persona y, en consecuencia, un empeoramiento de sus condiciones de vida. Como ha recordado el agrónomo Mazoyer, «si el número de cazadores-recolectores compitiendo continúa creciendo, entonces inevitablemente llega un

momento en el cual el tiempo requerido para que cualquiera obtenga el alimento necesario para él y sus dependientes se incrementa».[62] La consecuencia de esa presión poblacional implica la disponibilidad de menos recursos y el riesgo de hambrunas, razón por la cual, para evitarlo, estas sociedades recurrían a la restricción de la natalidad y a las migraciones.

Sabemos, por ejemplo, que las sociedades de cazadores-recolectores contemporáneas disponen de muchos mecanismos para restringir la natalidad, como la extensión de la duración de la lactancia, la abstención sexual, el *coitus interruptus*, el coito anal, el uso de anticonceptivos primitivos, el aborto e incluso el infanticidio.[63] Aunque hay que tener precaución a la hora de extrapolar al pasado el comportamiento de sociedades contemporáneas, es plausible considerar que estos mecanismos estaban pensados para mantener los beneficios del grupo y facilitar el desplazamiento entre lugares de abastecimiento. En consecuencia, podemos suponer que no hubo crecimiento de la densidad de población durante el Paleolítico, y se estima que, al comienzo del período neolítico, hace 10.000 años, la población mundial no superaba los cinco millones de personas.[64]

Con un nuevo cambio climático, que primero hizo retraer los glaciares y luego los bosques, dejando en su lugar praderas y matorrales, los seres humanos tuvieron que adaptarse a nuevas condiciones. Hace unos 10.000 a 12.000 años tuvo lugar lo que se conoce como Revolución Neolítica, esto es, el paso de la forma de vida de cazadores-recolectores a la agricultura. Los primeros asentamientos agrícolas humanos tuvieron lugar en las áreas más fértiles, como los valles fluviales del Nilo, el Tigris y el Éufrates, el Indo y el Yangtsé. En efecto, «la bonanza climática comenzó antes que en Europa, que aún estaba bajo los vestigios de los hielos que

se retiraban».[65] Estas regiones de Oriente Medio, con abundante agua y suelos ricos, posibilitaron un crecimiento de la producción de alimentos que, a su vez, permitió la creación de excedentes, es decir, la posibilidad de almacenar alimentos para consumirlos en otro momento.

4

Las sociedades agrarias

A punto de terminar el siglo II a. n. e., un grupo de esclavos romanos se encontraba trasladando a Roma una mercancía muy especial. Se trataba de la primera estatua que se erigiría en la ciudad en reconocimiento de una mujer. Hasta entonces, todos los símbolos públicos habían tenido como objetivo realzar las hazañas de los grandes políticos y generales romanos, todos hombres. Esta vez era diferente. Eso sí, la virtud que el Senado romano reconocía en ella era la de haber sido mujer y madre de destacados dirigentes. La estatua, tal y como figura todavía hoy en los fragmentos que resisten al tiempo, la describía como «Cornelia, hija del Africano y madre de los Graco».

Cornelia tuvo la oportunidad de presenciar la instalación de esta estatua en el Foro Romano, pero también vivió la muerte de su padre y de su esposo y, sobre todo, el asesinato de sus dos hijos varones. Su padre había sido nada más y nada menos que Publio Cornelio Escipión, conquistador de Hispania y vencedor de los ejércitos cartagineses en la segunda guerra púnica y, como consecuencia, también el político más importante de la República. Sus hijos, Tiberio y Cayo, se destacaron ambos principalmente en la política interna y, en particular, en la lucha contra los intereses de la poderosa aristocracia republicana a la que, por otra parte, ellos también pertenecían.

En la antigua Roma, la agricultura era la principal forma de capturar energía del entorno, y las formas de propiedad de la tierra y las dinámicas políticas favorecían la concentración de los recursos naturales en pocas manos. Los latifundistas poseían grandes extensiones de terreno donde ponían a trabajar a esclavos, con el objetivo de producir y vender el alimento que demandaban las ciudades y el ejército. Sin embargo, bajo la presión de los latifundios, los pequeños campesinos libres estaban desapareciendo y, cuando no caían esclavizados por deudas, engrosaban las filas de los desempleados en la ciudad.

En ese contexto, tanto Tiberio como Cayo propusieron limitar la cantidad de tierra que podía poseer cualquier ciudadano romano y distribuir el resto entre el campesinado pobre. También propusieron reformas económicas para subvencionar el grano de los ciudadanos con menos recursos, así como reformas políticas para restar poder a las facciones más adineradas. Propuestas similares habían sido experimentadas con éxito siglos atrás en Grecia por líderes como Solón, y habían conducido a una sociedad menos desigual. Pero, como era de esperar, tales ideas no fueron bien recibidas por la aristocracia terrateniente romana, la cual dependía de sus tierras y de sus esclavos para la acumulación de riqueza y poder. Como resultado de aquel enfrentamiento, en el año 133 a. n. e. Tiberio fue asesinado en un complot de senadores que representaban a la poderosa aristocracia. Doce años más tarde, su hermano y continuador de sus reformas, Cayo, también moriría a manos de las mismas facciones.

Es habitual inscribir la historia de los Graco dentro de la tradición política republicana, la cual entiende que un sistema político solo es sostenible con un nivel moderado de desigualdad y con la fortaleza de un grupo de clase media suficientemente fuerte como para evitar

o frenar los excesos de los sectores más adinerados.[1] Sin embargo, sería un error ver a los Graco como revolucionarios en el sentido moderno, ya que ellos pertenecían a una familia patricia romana que se beneficiaba de un sistema económico depredador basado en la esclavitud y la conquista.

El mismo año que Publio Cornelio Escipión tomó Carthago Nova, los romanos también conquistaron la ciudad de Tarento, al sureste de la península itálica. Tras aquella victoria, fueron vendidos como esclavos 130.000 habitantes de la ciudad.[2] La República romana, como también el Imperio después, fue una sociedad agraria tradicional en la que la captura de la energía del entorno dependía en gran parte de la disponibilidad de mano de obra esclava o muy barata. Era esa energía humana puesta a producir lo que sostenía las necesidades alimentarias de la población romana, así como su arquitectura política. Los esclavos eran tratados simplemente como conversores energéticos biológicos, jurídicamente indistintos a un buey.

El esclavismo es uno de esos fenómenos que se generalizaron con el tránsito desde las sociedades de cazadores-recolectores hasta las sociedades agrarias. En el capítulo anterior ya vimos que esa transición había supuesto una pérdida de calidad de vida para la población. El sedentarismo, con su nueva dieta y una mayor carga de trabajo, implicó que la salud de la población empeorara de manera sustantiva. Existen abundantes pruebas arqueológicas que ponen de relieve el mayor número de caries, la proliferación de enfermedades infecciosas —cuyos vectores principales eran el ganado y la mayor densidad de población humana—, la estatura más reducida y los mayores indicadores de violencia en las sociedades agrarias respecto a las sociedades de cazadores-recolectores.[3] A todo ello hay que añadir también las nuevas jerarquías y

estratificaciones sociales, las cuales conllevaron la extensión de las prácticas esclavistas. Conviene insistir en que el esclavismo reduce a los seres humanos a meros instrumentos para capturar energía, razón por la cual era en la actividad agrícola donde recalaban la mayoría de los esclavos.

Por cuanto la fuente principal de energía que necesita el ser humano se encuentra en el suelo, en forma de plantas comestibles que han convertido la energía solar en energía química a través de la fotosíntesis, la agricultura puede describirse como el proceso más importante y exitoso para garantizar un flujo continuo de energía alimentaria. Con la agricultura ya no es necesario merodear por el entorno buscando plantas comestibles o presas de caza que provean esa energía, ya que ahora, aprovechando los ciclos naturales, el ser humano puede controlar —hasta cierto punto— la cantidad de energía alimentaria disponible para una comunidad. Esa es una ventaja clara sobre las sociedades de cazadores-recolectores, si bien la gran oportunidad que la agricultura ofrece es un mayor crecimiento de la población.

A pesar de toda la información de la que disponemos actualmente, aún no podemos —y quizá nunca lo hagamos— asegurar cuáles fueron las razones del origen de la agricultura, que, además, fue independiente en varias regiones del planeta. En cualquier caso, entre las razones más convincentes para explicar su surgimiento destacan las que interpelan al cambio climático y a las crisis alimentarias. Se trata de hipótesis complementarias que sugieren que la población de las sociedades de cazadores-recolectores crecía por encima de la capacidad de carga del entorno natural, es decir, de la capacidad de la naturaleza para provisionar alimentos. Ello podía deberse a dinámicas demográficas o a la presión ambiental, como los cambios en el clima; ambas obligaban igualmente a buscar

fórmulas para incrementar la intensidad con la que la superficie proporcionaba alimentos. En esas circunstancias, las prácticas agrarias proporcionaban una ventaja clara, puesto que permitían la alimentación de poblaciones más grandes.

En las sociedades del Paleolítico, las restricciones al crecimiento venían dadas por la abundancia o frugalidad de alimentos en los ecosistemas. En esas sociedades, el ser humano era un sujeto pasivo ante la disponibilidad de alimentos, que estaba regulada enteramente por los ciclos naturales de los ecosistemas. Por el contrario, en las sociedades agrarias era posible tener cierto control sobre la capacidad productiva y, de hecho, según fue aumentando el conocimiento sobre el crecimiento de las plantas y sus requisitos, también fueron apareciendo innovaciones que lograban incrementar la producción general de alimentos. De esa manera, gracias a una mayor capacidad para capturar energía del entorno pudo también crecer la población.

Las primeras prácticas de las sociedades agrarias se basaron en lo que se conoce como *sistemas de tala y quema*, que brindaban la oportunidad de cultivar lo suficiente como para que la población pudiera crecer hasta diez veces más que las sociedades de cazadores-recolectores. Estas prácticas tuvieron un impacto ecológico enorme, ya que consistían en un proceso que comenzaba con la tala de los bosques y seguía con la quema de esas tierras. Tras la quema se cultivaban las tierras durante uno, dos o tres años, y luego se dejaban descansar durante una década. Así, el crecimiento de la población solo era posible al coste de un intenso proceso de deforestación. Además, una vez deforestado, el suelo perdía fertilidad porque los efectos de la erosión eran más intensos. En consecuencia, los rendimientos de la tierra se redujeron al tiempo

que la población seguía creciendo, lo que se cree que estimuló la búsqueda de nuevas técnicas agrarias.

4.1. Las civilizaciones antiguas

Los primeros centros de civilización aparecieron en el suroeste de Asia, todos en los valles de los grandes ríos (Indo, Tigris, Éufrates, Nilo). Dado que las plantas convierten la energía solar en energía química mediante la fotosíntesis solo si existe agua —la cual transporta disueltos los nutrientes necesarios—, en las áreas del Creciente Fértil, en Oriente Próximo, donde llueve poco, el uso del agua de los ríos fue fundamental para sostener la naciente agricultura y la creciente población. Allí, la transición desde las sociedades de cazadores-recolectores hacia la agricultura duró más de mil años, pero en esa transición fueron apareciendo en escena útiles de trabajo como las hoces, que servían para recoger grano,[4] y las muelas, que se utilizaban para triturar los granos y producir harina.

El antiguo Egipto de los faraones (que fue del 2780 al 1625 a. n. e.) es un importante ejemplo de una sociedad agraria tradicional. La región del Nilo era muy fértil, pues el río se desbordaba todos los años entre julio y octubre, momento en el que quedaba inundada la mayor parte del valle y del delta. Cuando el agua se retiraba dejaba en el suelo una gran cantidad de minerales que habían sido arrastrados por la corriente, los cuales proporcionaban nutrientes al suelo. Era entonces cuando tenía lugar la siembra, que sería cosechada en primavera antes de una nueva crecida. Se trata, en consecuencia, de un tipo de agricultura que exige poco trabajo, en la medida en que el proceso de fertilización

de la tierra es totalmente natural. De hecho, una vez producida la siembra solo era necesario proteger los cultivos de los pájaros.[5]

Con el crecimiento de la población, permitido a su vez por las cosechas de decrecida del Nilo, la sociedad egipcia comenzó a necesitar más áreas cultivadas. Para ello, desarrolló ciertas infraestructuras hidráulicas, como pequeños estanques y presas, pero también canales para llevar el agua a tierras algo más alejadas. Estas innovaciones buscaban maximizar la producción agraria y permitían satisfacer las necesidades de una población de unas cuatrocientas personas por kilómetro cuadrado cultivado, que era unas diez veces mayor que los sistemas de cultivo de tala y quema. Se ha calculado que la población máxima bajo este sistema podía alcanzar los cinco millones de personas.[6]

Un aspecto relevante de este sistema es que exigía la disciplina y la coordinación de seres humanos a una escala nunca conocida. Ello también implicó el nacimiento de sistemas políticos más complejos y la necesidad de la planificación. A su vez, la producción de excedentes permitió la existencia de jerarquías y divisiones de clase, de manera que se pudo derivar a parte de la población a tareas como la administración, la guerra o la religión. No obstante, el 95 por ciento de la población estaba empleada en la agricultura y solo el 5 por ciento se dedicaba a otras tareas —lo que incluía a los esclavos que construyeron las pirámides.[7]

La civilización egipcia descansaba sobre el trabajo agrario, que era la principal fuente de provisión de energía alimentaria —en particular el cereal—. Sin embargo, la producción agraria estaba limitada no solo por la disponibilidad de agua y la fuerza de trabajo humana, sino también por los medios de producción usados. En este sentido, existían algunas máquinas básicas, como el *shaduf*, el cual permitía extraer agua de un pozo. También la invención posterior de la rueda,

que tuvo lugar en Mesopotamia, ayudó fundamentalmente con las tareas de transporte. Con todo, la fuerza animal de burros, camellos y bueyes supuso la gran innovación, ya que proporcionó fuerza de tracción tanto para el transporte como para arar, sembrar y trillar.

Las sociedades agrarias criaban animales porque les permitían disponer de reservas de energía disponibles para tiempos en los que, por ejemplo, fallaban las cosechas. Los animales también ampliaban el presupuesto energético de la sociedad porque podían comer plantas que los seres humanos no podemos, como el forraje, de manera que los animales funcionan como convertidores de energía para nosotros. Pero, sobre todo, en las sociedades agrarias era habitual usar animales para la fuerza de tracción gracias a la ya mencionada superior potencia respecto al cuerpo humano.

No obstante, la potencia no era el único factor para tener en cuenta, ya que los animales deben ser vistos como «las primeras máquinas usadas por los humanos y cuyo forraje era su combustible».[8] Así, el coste del combustible debía ser considerado a la hora de valorar si convenía introducir un animal, y cuál, para incrementar la productividad. Por ejemplo, «los caballos que trabajaban más duro eran alimentados con grano, lo que requería un ciclo de cultivo, y además necesitaban un arnés y herraduras relativamente caros, mientras que los bueyes, más débiles y lentos, podían alimentarse con paja y engancharse a bajo coste».[9] En definitiva, la introducción de animales no era gratis y había que garantizar su alimento —usando principalmente suelo para pastos—, de la misma forma que más fuerza de trabajo humana implicaba un mayor coste en términos de alimentos —que requerían, a su vez, más suelo para cultivos.

Si en Oriente Medio el sistema de tala y quema dio lugar a los sistemas agrarios hidráulicos que aprovechaban la crecida de los

ríos, especialmente del Nilo, en Occidente se dio otra trayectoria. A partir del año 1000 a. n. e., en las regiones mediterráneas se produjo lo que se ha conocido como Revolución Agrícola de la antigüedad, que consistió en la aplicación del sistema agrario de barbecho e instrumentos de trabajo ligeros, lo que tuvo lugar unos 2.000 años después de que se implantara el sistema hidráulico en Oriente Medio.

Como ya hemos visto, el sistema de tala y quema provocaba una importante deforestación. Según se fueron retirando los bosques, las sociedades antiguas de Occidente fueron utilizando esas áreas para poner en marcha cultivos basados en el agua procedente de las precipitaciones, como los cereales, así como tierras de pastoreo para el ganado. Ambas actividades, tanto el cultivo como el pastoreo, forman la base del sistema de las civilizaciones occidentales antiguas, como la griega y la romana.

En este sistema, las tierras más fértiles se reservan para el cultivo de cereales, mientras que el ganado se alimenta de los pastos de las tierras menos fértiles. No obstante, el problema es que el crecimiento de las plantas implica el agotamiento de los nutrientes del suelo, y hay que encontrar formas para restaurarlos.[10] Las sociedades antiguas aprendieron que, dejando la tierra en barbecho durante uno o dos años, la fertilidad se recuperaba en parte. Pero para ello era importante la aportación de nutrientes a partir de fuentes externas, lo que se lograba utilizando los excrementos del ganado e incluso de los humanos. Por lo general, el ganado se alimentaba en las tierras de pastoreo durante el día, pero dormía en las tierras de barbecho, donde depositaba sus excrementos ricos en nitrógeno.

Esta innovación permitió una mayor producción —y una mayor población—, pero al coste de más esfuerzo. En efecto, el paso a un

sistema de barbecho implicó un trabajo más intenso y penoso para la población humana —y animal— porque las tierras de barbecho había que labrarlas igualmente, aunque no dieran luego lugar a cosechas.

Aun así, estas sociedades mediterráneas y europeas lograron generar también suficientes excedentes agrarios como para mantener a una parte de la población fuera del trabajo sobre la tierra (artesanos, militares, comerciantes, sirvientes, magistrados, etcétera). Algunas de estas sociedades, como las grecorromanas, las cuales terminaron convirtiéndose en imperios, han pasado al imaginario popular como grandes civilizaciones urbanas que destacaban por su poderío militar y su alto nivel cultural. No obstante, lo cierto es que «la riqueza material que sostenía su vitalidad intelectual y cívica procedía en su inmensa mayoría del campo».[11] La agricultura fue, de hecho, la fuente principal de energía de todas estas sociedades; exceptuando, claro está, el expolio y el saqueo.

Dado que la agricultura imponía límites naturales al crecimiento de la población, «la construcción de un imperio tenía que estar basada en la explotación inicial de recursos en stock, tales como el oro, los esclavos y otros bienes tomados a partir de los reinos vecinos conquistados durante la fase de expansión».[12] Estas estrategias posibilitaban la entrada rápida de recursos que no dependían de las condiciones y los límites que imponía la agricultura. Una forma rápida para crecer y, sobre todo si se disponía de ventaja militar, muy rentable: una sola campaña podía proveer de oro, comida y esclavos que hubieran sido imposibles de producir con métodos propios.

Además, como había una dificultad permanente «para obtener el excedente necesario con el fin de nutrir a la población no agrícola y

para aprovisionar a las ciudades nacientes»,[13] la mano de obra esclava, obtenida mediante conquista o por deudas, fue crucial. Los esclavos suponían un activo barato —solo costaban la manutención básica y su vigilancia— que podía trabajar la tierra y generar un excedente. Por el contrario, un trabajador libre, el cual tenía que producir para sí mismo y para su familia, no estaba en condiciones de generar un excedente igual. En consecuencia, la conquista de las ciudades o sociedades menos fuertes se convirtió en una fuente esencial de mano de obra barata.

Aunque la esclavitud ya había existido en sociedades anteriores, su establecimiento como un pilar de la sociedad fue una invención del mundo grecorromano. Como ha dicho el historiador Perry Anderson, la esclavitud fue «el modo de producción dominante en la Grecia clásica, el que rigió la articulación compleja de cada economía local e imprimió su sello a toda la civilización de la ciudad Estado» y «esto mismo habría de ocurrir también en Roma».[14] En este sentido, los esclavos desempeñaban el papel de medios de producción, como los animales. Así lo veía el propio Aristóteles, quien afirmó que la diferencia entre los esclavos y los animales domésticos era pequeña debido a que ambos ayudaban con su cuerpo a las necesidades de la vida.[15] El pensador romano Marco Terencio Varrón siguió la misma estela y clasificó los instrumentos agrícolas en aquellos «dotados con habla, medio habla o silencio, perteneciendo los esclavos a la categoría con habla, los bueyes a la de medio habla y los carros al silencio».[16] Con todo, esta reducción de ciertos seres humanos a la mera condición de instrumentos fue lo que posibilitó la elevación de otros seres humanos a la condición de ciudadanos libres.

De hecho, el esplendor cultural del mundo griego y romano solo pudo acontecer en la medida en que la sociedad se sostenía sobre la mano de obra esclava que se ocupaba principalmente de capturar la

energía del entorno a través de la agricultura. Sin los esclavos, tendrían que haber sido los ciudadanos libres —lo que incluía a los filósofos, los militares y la élite dominante— quienes cultivaran la tierra para disponer de alimentos suficientes. Anderson lo vuelve a decir muy bien al recordar que «la condición de posibilidad de esta grandeza metropolitana era la existencia de trabajo esclavo en el campo, porque solo los esclavos podían liberar de sus bases rurales a los miembros de una clase terrateniente tan radicalmente que llegaran a transmutarse en ciudadanos esencialmente urbanos».[17]

Aunque había diferencias en cómo se empleaban los esclavos, todas las sociedades grecorromanas necesitaban de la fuerza de trabajo esclava para liberar a sectores poblacionales crecientes para otras tareas. Esparta, por ejemplo, utilizó a los ilotas —esclavos propiedad del Estado— para liberar a los campesinos de la tarea de producir alimentos, lo cual les permitió profesionalizarse militarmente. Así, los miles de disciplinados militares espartanos, todos ellos ciudadanos libres, no hubieran podido desarrollar sus actividades guerreras sin el sostén que proporcionaba el hecho de que el abastecimiento de alimentos quedara garantizado por el trabajo agrario de los esclavos. Por otro lado, la sociedad griega, con sus escuelas de filosofía y ciencia aplicada, tampoco hubiera existido sin el mercado libre de los esclavos, la mayoría de los cuales provenían de las conquistas militares.

El ejemplo paradigmático de sociedad mediterránea agraria fue Roma, y tampoco esta hubiera podido desarrollarse de forma tan compleja recurriendo únicamente a sus propios recursos naturales y su modo de producción. Roma era una sociedad abrumadoramente agraria, y se ha estimado que en la época final del Imperio la agricultura significaba el 90 por ciento de los ingresos del gobierno.[18] Ahora bien, la tierra estaba enormemente concentrada

en grandes latifundios donde se empleaba a los esclavos, mientras que los pequeños campesinos libres fueron menguando progresivamente. Quizá sea cierto, como dice Perry Anderson, que ya era demasiado tarde para que el intento de los Graco de repartir las tierras pudiera salir adelante.[19]

Como han dicho los historiadores Mazoyer y Roudart, «la ciudad romana llevó a cabo, a escala mucho más amplia, una empresa de colonización motivada sobre todo por el pillaje, la confiscación de tierras cultivables y la captura de mano de obra esclava».[20] Se sabe que solo entre el 297 y el 167 a. n. e. fueron esclavizadas al menos 700.000 personas tras las iniciales campañas militares de la República.[21] Tal era el flujo de entrada de recursos que en el año 167 a. n. e. se exoneró a los ciudadanos romanos de pagar impuestos: las guerras se financiaban solas y el conjunto del Estado dependía de la dinámica de saqueo y conquista. Los generales romanos disponían del botín, lo que además generaba una fuerte dinámica hacia la desigualdad. Por ejemplo, entre los siglos II y I a. n. e., y solo «en el transcurso de unas cinco generaciones, el techo de la riqueza privada se había multiplicado por cuarenta»[22] y aún sería muchísimo mayor en los tiempos del Imperio. No obstante, todos esos recursos que entraban eran también aprovechados por estratos inferiores, y se sabe, por ejemplo, que «un esclavo que supervisaba la hacienda imperial en Galia utilizaba a dieciséis esclavos, dos de los cuales cuidaban de sus objetos de plata, aparentemente muy numerosos».[23]

Desde el principio, la mano de obra esclava había sido esencial para la reproducción del sistema. Como hemos dicho, en las civilizaciones griega y romana el estatus jurídico de los esclavos «en la agricultura los ubicaba precisamente como una extensión de la herramienta y del animal».[24] Es más, en una sociedad agraria como

la romana, el trabajo esclavo, mayoritariamente capturado en guerras, fue crucial. Según el historiador Walter Scheidel, la Roma antigua fue «la sociedad esclava más grande de la historia», y las mejores y más recientes estimaciones sugieren que el porcentaje de la población esclava a lo largo de todo el Imperio siempre fue superior al 10 por ciento.[25] Igual que en el caso de Esparta y Grecia, el ingente esfuerzo militar de Roma hubiera sido del todo imposible sin el trabajo esclavo que permitió que los ciudadanos romanos quedaran liberados de la tarea de capturar energía alimentaria.

El problema de este tipo de crecimiento basado en el saqueo es que el sistema colapsa cuando los flujos de entrada se interrumpen, es decir, cuando dejan de producirse nuevas adquisiciones mediante la violencia. Esa es la tesis del antropólogo Joseph Tainter en relación con el colapso del Imperio romano.[26] Según Tainter, una vez que el Imperio no pudo seguir expandiéndose territorialmente, sus gobernantes tuvieron que recurrir a los impuestos y a la devaluación de la moneda para mantener tanto la administración como los ejércitos. Estos generaron resistencia entre los campesinos tanto por la carga fiscal como por las consecuencias de la inflación sobre sus vidas, lo cual acabaría provocando el desplome del sistema entero.

En efecto, como resultado del proceso iniciado por la ausencia de entrada de botín, se produjo un círculo vicioso de varios siglos de duración que incluía rebeliones y guerras civiles, migración de campesinos, vaciamiento de tierras de cultivo, deserciones militares, invasiones extranjeras, separación de provincias..., mientras que los emperadores sucesivos no fueron capaces de lograr estabilidad en ningún momento. Con la profundización de la crisis, la población buscó protección en aquellos que estaban en condiciones de ofrecérsela: los latifundistas que estaban convirtiéndose ya en señores feudales.

4.2. La era medieval

Con el colapso del Imperio romano, en el Mediterráneo occidental se produjo también el desmantelamiento de casi todas sus instituciones. Según avanzaban las invasiones de los pueblos no romanos, así como los ataques de los desertores de las legiones, los terratenientes se hicieron cargo de la defensa de sus territorios. Campesinos y esclavos se agruparon alrededor, buscando protección, y el terrateniente les concedió parte de las tierras a cambio de parte o de todos los excedentes agrarios producidos. De ese modo, se fue consolidando la figura del *colonus*, un campesino dependiente que cultivaba las tierras del señor a cambio de un pago en especie o en dinero.[27] Con estos excedentes, el señor podía reforzar su poder militar —así como su vida de opulencia—, mientras se disputaba en guerras el control del territorio con otros de su misma clase social.

Además, la servidumbre se convirtió en ley y los agricultores quedaron ligados al propietario de las tierras, con lo cual los campesinos pasaron a tener la condición de siervos. Se trataba de una condición vital que se transmitía de generación en generación y que definitivamente difuminó las diferencias previas entre el campesinado libre y los antiguos esclavos. Como ha dicho Federici, «mientras la esclavitud nunca fue completamente abolida, se desarrolló una nueva relación de clase que homogeneizó las condiciones de los antiguos esclavos y de los trabajadores agrícolas libres, relegando a todo el campesinado a una relación de subordinación».[28] Bajo este sistema, la provisión de mano de obra barata ya no dependía de las conquistas e invasiones —aunque siguieran produciéndose en diferentes niveles—, sino que se reproducían en el propio dominio del terrateniente, al cual estaban

legalmente ligados y del que no podían escapar sin asumir riesgos inmensos.

Este sistema ha sido llamado *feudalismo*, y estaba caracterizado también por una enrevesada jerarquía de poderes dispuestos verticalmente. Así, el señor al que estaban sujetos los campesinos estaba también, a su vez, sujeto a otros señores por encima en la escala social. La cadena podía tener varios eslabones, y solía culminar en la existencia de un monarca y en la coexistencia de una autoridad eclesiástica. En todo caso, el metabolismo de la sociedad seguía dependiendo de la provisión de alimentos por parte de los campesinos, de modo que el sostenimiento de todo el sistema político se debía a la extracción, mediante diferentes instituciones, de la energía que capturaban los trabajadores del campo. Esta punción continua de energía y recursos desató una permanente lucha antifeudal por parte de los campesinos, especialmente en tiempos en que los señores o la Iglesia elevaban las exigencias de rentas y excedentes a fin de financiar sus propios gastos —muchas veces militares.

El sistema agrario dominante siguió siendo el mismo que en la antigüedad, con muy pocas modificaciones, y por ello apenas permitía la subsistencia de la población existente. Según aumentaba la población, el precio de los alimentos subía y se producían disturbios y muertes por hambre. Hay quien considera que para el año 1000 y con el sistema agrario de barbecho e instrumentos de trabajo ligeros, Europa estaba superpoblada.[29] Operaba la trampa malthusiana que describimos en el capítulo segundo.

Sin embargo, entre los siglos VIII y XIII se introdujeron y generalizaron una serie de innovaciones que elevaron la productividad del trabajo y, gracias a ello, también la producción con la que alimentar a una mayor población. Algunos autores consideran

que estas transformaciones supusieron una verdadera revolución agrícola en la Edad Media.[30] Estas innovaciones tuvieron lugar sobre todo en las regiones del norte de Europa, y se caracterizaron por el uso de instrumentos de trabajo más eficientes y eficaces. Por ejemplo, el carro de ruedas sustituyó al transporte con albardas —una suerte de saco que se colocaba en el lomo de los animales—, y el arado de vertedera, que podía roturar la tierra, sustituyó al arado romano. El historiador Lynn White subrayó además la importancia de la innovación de la rotación de cultivos en tres campos, que no existía en el mundo grecorromano, y que permitió incrementar la superficie cultivada hasta un 50 por ciento.[31]

Se considera que durante los siglos XI al XIII estos nuevos instrumentos de trabajo ya estaban plenamente desarrollados en la mitad septentrional de Europa, y de hecho fueron comunes en Europa hasta la llegada de los motores a mitad del siglo XX. La consecuencia principal de esta revolución agraria fue que permitió alimentar a una población creciente, al tiempo que estimuló el crecimiento de las ciudades. Se ha llegado a hablar de «era dorada del feudalismo», ya que, impulsada por estas innovaciones y por las conquistas de las campañas militares —particularmente las cruzadas— «entre los siglos XI y XIV, la Europa medieval experimentó un rápido crecimiento poblacional, conduciendo a nuevos asentamientos en toda Europa central y oriental».[32]

No obstante, otra vez el crecimiento de la población acabaría llevando al límite al sistema agrario. Como dice Wallerstein, «en algún momento a lo largo del siglo XIV, esta expansión se detuvo», «las áreas cultivadas se redujeron» y «disminuyó la población».[33] Se trata de la conocida como *crisis del siglo XIV* o *crisis del feudalismo*, la cual marcó un punto de inflexión en la evolución del sistema medieval. Hubo señales de crisis manifestadas en la escasez de

madera, la sobreexplotación de la tierra y los límites propios de un sistema productivo que ya no podía seguir alimentando a su población. Para el historiador Jason Moore, está claro que «el problema central era el propio agotamiento del suelo engendrado por las contradicciones de clases del feudalismo, lo que a su vez estimulaba el crecimiento de la población y desestimulaba la inversión agrícola necesaria para sostener la expansión demográfica».[34] De nuevo, puede considerarse que para finales del siglo XIII Europa volvía a ser un «mundo lleno» y superpoblado.[35] Por si fuera poco, las guerras de los señores feudales impulsaban subidas de impuestos que recaían sobre el campesinado. La consecuencia fue la generalización del hambre y de las revueltas campesinas.

El contexto climático tampoco ayudó. Entre 1250 y 1300 había comenzado la primera fase de la que se denomina Pequeña Edad de Hielo, una época caracterizada por temperaturas y estaciones más frías y húmedas. En el hemisferio norte, los glaciares comenzaron a avanzar, invadiendo tierras de pastos y cultivos, mientras que los veranos fueron cada vez más fríos. Esas nuevas condiciones climáticas afectaron negativamente a las cosechas, e incluso los asentamientos más al norte —como los de Groenlandia— fueron abandonados. De hecho, la gran hambruna de 1315-1317 fue «simplemente la peor de una serie de hambrunas devastadoras en [...] los siglos XIV y XV».[36] Todo ello provocó no solo un descenso de la población, sino que, además, dejó a la mayoría de los supervivientes en condiciones de salud extremadamente vulnerables ante las enfermedades.

Como he mencionado ya, el desarrollo de la agricultura había hecho mucho más sensibles a las sociedades humanas ante las enfermedades. La viruela, el sarampión, la tuberculosis o la gripe

son transmitidas por el ganado, cuyo contacto con los humanos en las sociedades agrarias facilitaba la expansión de la enfermedad. El Imperio romano, por ejemplo, fue golpeado duramente por varias epidemias de viruela, la cual llegó a matar a 2.000 personas al día y fue responsable de la muerte del emperador Marco Aurelio. Fue tal el impacto sociocultural que hay historiadores que consideran que las muertes causadas por estas epidemias fueron el caldo de cultivo perfecto para la difusión del cristianismo.

Con todo, las pandemias más graves fueron provocadas por la bacteria *Yersinia pestis*, la cual es transmitida por las pulgas que se encuentran en ratas y ratones. Se cree que la peste bubónica, como se denomina la enfermedad, apareció por primera vez en el siglo VI en el Imperio romano y mató al 25 por ciento de la población —una cifra que asciende al 40 por ciento si se tienen en cuenta también las oleadas posteriores—.[37] Durante toda la Baja Edad Media hubo otros episodios locales y regionales, pero en el siglo XIV estalló la más mortífera: la peste negra. A finales de la década de 1320, la enfermedad empezó a extenderse desde el desierto de Gobi, al norte de China, y a través de las redes comerciales llegó al Mediterráneo en 1347, propagándose luego rápidamente por toda Europa. En la primera oleada, la enfermedad mató a entre el 25 y el 45 por ciento de la población, siendo superior al 50 por ciento en el caso de Inglaterra.[38] Años más tarde llegarían otras oleadas que mermaron aún más la población europea. Sin duda, la capacidad asesina de la peste negra se benefició de la mala salud de las poblaciones de estas sociedades agrarias, las cuales no tenían conocimientos médicos suficientes, y ni siquiera disponían de los niveles de higiene urbana que sí habían tenido los romanos muchos siglos atrás.

Como he dicho, muchos científicos creen que el cambio climático de la Pequeña Edad de Hielo comenzó en torno al año 1275 a partir de causas naturales, como las erupciones volcánicas o las manchas solares.[39] Otros creen, sin embargo, que comenzó en torno al año 1400 y que fue causada precisamente por la despoblación provocada por las hambrunas, las guerras y las epidemias del siglo XIV.[40] Como ha explicado el paleoclimatólogo William Ruddiman en su libro *Plows, Plagues and Petroleum*, el abandono de cultivos por parte de una población menguante que corría a refugiarse en las ciudades —a pesar de que allí había tasas de mortalidad que llegaban al 70 por ciento— provocó una reforestación de la tierra y, consecuentemente, una mayor absorción de CO_2 de la atmósfera.[41] Probablemente, y dado que el frío fue más acentuado a partir de 1400, ambas hipótesis sean correctas.

En todo caso, un descenso tan grande de la población no podía ser insustancial desde el punto de vista de las relaciones de clase. Muchas tierras de cultivo quedaron desiertas y la relación entre la mano de obra y la disponibilidad de tierra se alteró: en muy pocos años la fuerza de trabajo se revalorizó, los terratenientes tenían dificultades para encontrar trabajadores y los salarios reales subieron enormemente. Como consecuencia, los lazos feudales se debilitaron. Además, en su búsqueda de capturar más excedentes y energía a partir de los campesinos, normalmente para propósitos militares, los señores terminaron matando a la gallina que ponía los huevos de oro para el castillo y provocaron «por pura desesperación, un movimiento de emigración ilegal de los señoríos: [una] deserción en masa de los productores que habría de succionar la savia vital del sistema» y los obligó a una «efectiva competencia para atraer y seducir a los siervos del dominio vecino, lo que implicaba necesariamente hacer ciertas concesiones» a los

campesinos.[42] Federici concluye que «para una parte importante del campesinado de Europa occidental, y para los trabajadores urbanos, el siglo XV fue una época de poder sin precedentes».[43]

En respuesta a esta nueva relación de fuerzas, los terratenientes maniobraron con la intención de retener a los campesinos en sus tierras, e incluso intentaron restablecer la esclavitud. En Europa occidental estos intentos de mantener las viejas condiciones laborales fracasaron y, «al terminar el siglo XIV la atadura de los siervos a la tierra prácticamente había desaparecido».[44] Por el contrario, en Europa del Este la nobleza logró retener formas de servidumbre que se prolongarían hasta el siglo XX.

A nivel agregado, solo a partir del siglo XV fue posible recuperar los niveles económicos y demográficos del siglo X, si bien las guerras mantuvieron a las sociedades europeas en una situación de inestabilidad permanente. En realidad, como dice Wallerstein, «la única solución que podría sacar a Europa occidental de verse estancada y diezmada sería la expansión de la tarta económica que repartir, solución que requería, dada la tecnología existente en aquel tiempo, una expansión de los territorios y la base de población para su explotación»,[45] es decir, nuevas aventuras de conquista. Como veremos en el siguiente capítulo, serían Portugal y España los dos países mejor situados para llevar a cabo estas operaciones a partir de finales del siglo XV, tanto hacia África y Asia como hacia América, conectando la mayoría de los puntos del globo en redes comerciales y poniendo en marcha nuevas formas de imperialismo.

En todo caso, durante la Edad Media la agricultura siempre se mantuvo dentro de los parámetros generales de uso de energías renovables, cuya configuración permitía poblaciones mucho más grandes que las de las sociedades de cazadores-recolectores, pero cuya potencia limitaba a su vez las posibilidades de crecimiento —en

comparación, por ejemplo, con las sociedades industriales posteriores—. Hay que recordar que las sociedades agrarias tradicionales se basaban en el aprovechamiento de la energía solar a través de la fitomasa —la cantidad de materia orgánica producida por las plantas—, la cual dependía fundamentalmente de la cantidad de tierra cultivada. A su vez, esta tierra cultivada dependía no solo del clima y de la cantidad de rayos solares, sino también de los factores de producción que eran los propios trabajadores y los animales. La cantidad de energía que requerían esta producción y el mantenimiento de la propia sociedad era muy elevada, de tal manera que todavía en la Edad Media «al menos un 60-70 por ciento de la producción económica directa o indirectamente se dedicaba a proporcionar o conservar la energía».[46] Por otro lado, como ha dicho Jason Moore, «la lucha entre los terratenientes y los campesinos por los excedentes agrarios tendió a generar modestas (pero siempre limitadas y no infinitas) presiones para incrementar la productividad y la producción de mercado».[47]

Con todo, incluso en los mejores años, el régimen metabólico de las sociedades agrarias solo proporcionaba lo básico para la subsistencia de la mayoría de la población. Si tenemos en cuenta que las organizaciones políticas del momento, por ejemplo, durante la antigüedad o la Edad Media, eran profundamente desiguales, es fácil ver por qué la desnutrición crónica y las hambrunas fueron recurrentes. En efecto, «muchas sociedades premodernas llegaron a alcanzar un nivel de desigualdad máximo, explorando los límites de la apropiación de excedentes por parte de pequeñas élites en condiciones de escasa producción per cápita y crecimiento mínimo».[48]

Además de la desigualdad entre capas sociales, debe tenerse presente que las mujeres casi siempre asumían la mayoría del

trabajo de cuidado doméstico, junto con muchas tareas en el campo. Por otro lado, tal y como ha demostrado la historiadora Silvia Federici, las mujeres irían perdiendo derechos según avanzaba la Edad Media.[49] Por si fuera poco, dado «que los niños solían empezar a trabajar a los cuatro o cinco años de edad, las familias grandes eran el modelo menos intensivo en energía para conseguir minimizar el trabajo de los adultos y disponer de comida durante la vejez, cuando surgen más enfermedades».[50] En definitiva, el trabajo humano era duro, estaba mal distribuido y además generaba una dinámica de crecimiento poblacional que era positiva para el poder político —sus ejércitos necesitaban soldados y carne de cañón en las guerras—, pero que restringía el uso que se podía hacer del excedente producido.

Los límites a la producción venían dados por varios factores —como el clima y el tipo de cultivo—, entre los que destacaban la disponibilidad de animales y sus necesidades de alimentación. En efecto, las sociedades agrarias tenían que desviar una parte cada vez más importante de las cosechas para el sostenimiento alimentario de la fuerza de trabajo animal y, en consecuencia, debían valorar bien si merecía la pena cultivar nuevas tierras si ello implicaba elevar también el consumo de pienso para los animales. Además, había que decidir qué producir en la tierra, si alimentos, fibra para vestidos, o madera para combustible y material de construcción. Todos esos fines competían por el uso de la tierra.

En resumen, la mayoría de los recursos de las sociedades preindustriales estaban dedicados a satisfacer las necesidades del metabolismo endosomático, es decir, de las formas de alimentación de los miembros de la sociedad. Los límites que este metabolismo encontraba eran todos naturales, ya que la disponibilidad y la fertilidad de la tierra, los requisitos de alimentación de los animales y

de los propios humanos y la propia dinámica del clima establecían los máximos que podían producirse.

Sin embargo, entre el siglo XVI y el siglo XVIII se produjo lo que se conoce como Primera Revolución Agrícola de la Modernidad. Fue un proceso gradual que se desarrolló a lo largo de varios siglos, comenzando en Flandes e Inglaterra, y que implicó la aplicación de innovaciones técnicas como la rotación de las cosechas a cuatro años y la supresión del barbecho, lo que aumentó la disponibilidad de tierra para el cultivo. Y, de nuevo, estimuló el crecimiento de la población. A diferencia de las innovaciones anteriores, esta revolución se produjo en el marco de una economía-mundo, es decir, en un contexto donde se multiplicaron las posibilidades comerciales y, por ende, de comprar y vender mercancías.

4.3. LAS SOCIEDADES MODERNAS

Esta revolución agraria tuvo lugar primero en Inglaterra, y reviste una notable importancia porque según casi todas las interpretaciones de los especialistas fue un requisito indispensable para que se diera la Revolución Industrial. La visión convencional considera que de alguna manera el sector agrario multiplicó el rendimiento de la tierra y la productividad del trabajo, haciendo así innecesaria mucha mano de obra, la cual quedaba disponible para llenar las fábricas que empezaban a instalarse en las ciudades a lo largo del siglo XIX.

Técnicamente, esta Primera Revolución Agrícola de la Modernidad se caracterizó por la sustitución del barbecho, que ocupaba grandes extensiones de tierra, por cultivos forrajeros. Este cambio fue posible gracias al descubrimiento de que ciertas plantas destinadas a la

alimentación animal, como las leguminosas forrajeras, no solo servían de pasto, sino que también regeneraban la fertilidad del suelo al fijar el nitrógeno del aire. Como consecuencia de la sustitución del barbecho por cultivos para animales, la cabaña ganadera creció hasta ser el doble de grande, lo cual supuso a su vez que también se dispusiera del doble de estiércol orgánico, incrementándose el rendimiento de la tierra productora de cereales. Además, se implementaron mejoras en los útiles de trabajo, como la sembradora mecánica a partir de 1730, y mejoras en el drenaje y uso del suelo, todo lo cual mejoró el rendimiento de la tierra y la productividad.

Aunque muchas de estas nuevas prácticas comenzaron en Flandes, es más conocida la innovación que tuvo lugar en el condado de Norfolk, en Inglaterra, a partir de 1730. Allí se puso en marcha un sistema sin barbecho que alternaba cultivos diferentes, tales como el trigo, los nabos, la cebada y el trébol, a veces combinados, maximizando el área cultivada. Aquel sistema logró además incrementar la cría de corderos y la producción de lana, que era necesaria para la incipiente industria textil. Así pues, estas técnicas agrícolas dependían de una suerte de dinámica virtuosa que terminaba conduciendo al aumento de la producción de alimentos para consumo humano, incluso duplicando los niveles anteriores.[51]

En efecto, los historiadores económicos han acreditado que en Inglaterra «los rendimientos del grano y la productividad del trabajo crecieron alrededor del cien por cien entre la Edad Media y el siglo XIX».[52] Eso significa que la producción por trabajador se multiplicó por dos durante todo ese tiempo, lo que naturalmente permitió alimentar a una población más grande y, además, facilitó el desplazamiento de mano de obra desde el campo hacia las ciudades, en las que desde el siglo XIX comenzaban a instalarse de manera

significativa las fábricas. Esto además fue posible en un clima más frío, en plena Pequeña Edad de Hielo, lo que algunos autores consideran que se debió gracias a la capacidad de adaptación de los campesinos, los cuales diversificaron los cultivos y experimentaron con nuevos métodos de fertilización.[53] Sin embargo, entre los historiadores no hay consenso acerca de cuáles fueron las razones que hicieron posible la implantación y generalización de las innovaciones de la Revolución Agrícola.

La perspectiva convencional considera que la causa de este hito se encuentra en las instituciones —en particular, la propiedad privada— que el gobierno inglés extendió a lo largo del sector agrario. Esta narrativa otorga un papel crucial a los cercamientos, que fueron prácticas que, aunque se habían producido ya desde el siglo XIV, se generalizaron a lo largo de los siglos XVIII y XIX. Los cercamientos no solo implicaron el vallado de terrenos, sino sobre todo la transformación legal de las tierras comunales en propiedad privada, prohibiendo a los campesinos el acceso a pastos, bosques, lagos y otros recursos que antes utilizaban para su subsistencia. El argumento que se esgrimía a favor de los cercamientos postula que los pequeños campesinos no eran propensos a la innovación y, por lo tanto, solo la privatización de los campos podía facilitar que los propietarios introdujeran las nuevas técnicas agrarias que elevarían la producción y la productividad.

Esta interpretación favorable a los cercamientos como motor de desarrollo es la que se puede encontrar en la mayoría de los libros de texto, asegurándose que «para acabar con el barbecho fue preciso poner fin a los campos abiertos [...], porque los campesinos se resistían a abandonar sus derechos de pastoreo en los rastrojos y los barbechos».[54] Incluso ha sido defendida por algunos historiadores marxistas, como Hobsbawm, quien aseguró que era

cierto que gracias a los cercamientos «pudieron ponerse en explotación tierras no cultivadas, haciendo independiente de sus vecinos anticuados y rutinarios al propietario agrícola ambicioso y dotado de mentalidad comercial».[55]

Sin embargo, la más reciente investigación del historiador económico Robert Allen ha demostrado que ni los cercamientos ni la gran concentración de explotaciones pueden ser las razones del crecimiento de la productividad. Por el contrario, «el crecimiento de la producción y la productividad que ocurrió entre 1600 y 1740 fue obra de los pequeños agricultores en los *open fields*, aquellos *yeomen* ingleses que se convirtieron en los auténticos héroes de la Revolución Agrícola».[56] Eso significa que, como ha dicho Fontana, los cercamientos no supusieron «una mejora respecto al sistema practicado en campos abiertos bajo control comunal, sino una apropiación individual que pretendía justificarse como un progreso», dado que «en torno a 1800 se puso de manifiesto que los rendimientos obtenidos en los pueblos donde se habían realizado cercamientos de tierras y en los que las mantenían abiertas eran prácticamente iguales».[57]

Aquellos pequeños agricultores consiguieron aumentar los rendimientos de la tierra gracias al cultivo de plantas fijadoras de nitrógeno, mejores rebaños que proporcionaban más y mejor estiércol, y la mejora de las semillas. Pero, definitivamente, estas innovaciones se pusieron en marcha en campos abiertos y con acceso a terrenos comunales, lo que además permitió que en ciertos lugares como Inglaterra los campesinos pudieran vivir de manera prácticamente autónoma de los terratenientes. En efecto, «este progreso permitió que a mediados del siglo XVIII hubiera un buen número de campesinos autónomos con la subsistencia garantizada,

gracias a las ventajas que les proporcionaban las tierras y los derechos comunes».[58]

Si bien los cercamientos no fueron responsables del aumento de la productividad agraria, sí tuvieron profundas implicaciones en las relaciones de clase. Al fin y al cabo, los grandes terratenientes forzaron a los pequeños campesinos «a abandonar sus tierras en una violenta campaña de desahucios a lo largo de todo el continente».[59] Este proceso de desposesión de tierras fue tan grande que Marx lo denominó *acumulación primitiva* y lo consideró esencial para la conformación del capitalismo moderno. Los cercamientos alteraron de forma radical la distribución de la propiedad de la tierra en Europa, y en palabras del antropólogo económico Jason Hickel, «fue una catástrofe humanitaria» y «por primera vez en la historia, se negó sistemáticamente a los comuneros el acceso a los recursos necesarios para su supervivencia».[60] Quizá ninguna definición es más clara que la que hizo el historiador Edward Thompson, considerando los cercamientos como «un caso bastante evidente de robo de clase».[61]

Se ha demostrado que «entre 1700 y 1845, el Parlamento promulgó no menos de 4.000 actas de cercamientos autorizados a los señores para dividir los comunales, reagrupar sus tierras y cercarlas».[62] La consecuencia fue que entre 1750 y 1820 se cerró en torno al 30 por ciento de toda la tierra agrícola de Inglaterra,[63] un proceso que se manifestó de forma parecida, aunque con especificidades propias, en otros países europeos. Los campesinos que eran propietarios de pequeños terrenos fueron los grandes perdedores, pues podían ser reducidos «a simples jornaleros, o peor, hacer que de honrados miembros de una comunidad, con un claro conjunto de derechos, pasaran a ser inferiores dependientes de los ricos».[64] Como resultado de todo el proceso de cercamientos, en

Inglaterra desapareció el pequeño campesinado *(yeomen)*, que fue arrastrado a la mendicidad o a conformar las largas filas del naciente proletariado industrial en las ciudades, al tiempo que la propiedad de la tierra inglesa quedó altamente concentrada en las manos de una selecta aristocracia terrateniente.

En efecto, aquello sirvió para crear una enorme masa de personas obligadas a migrar a las ciudades en busca de trabajo —nuevos proletarios—, y además a cualquier precio —lo que redujo los salarios hasta niveles de subsistencia—. Olas de personas pobres inundaron las ciudades inglesas, obligando a las autoridades a aprobar leyes para asistirlas y evitar su muerte. Tal fue el grado de miseria que invadió Inglaterra que, según cuenta Edward P. Thompson, «los terratenientes y los agricultores acomodados empezaron a lamentar la pérdida de los bienes comunales —la vaca, la oca, los pastos— que habían permitido que los pobres subsistiesen sin tener que recurrir al inspector de la parroquia».[65] Pero nunca se devolvieron las tierras comunales.

Por otro lado, el principal problema que enfrentaban las nuevas técnicas agrarias es que implicaban mucha más carga de trabajo. Como dijimos, hasta la generalización del uso de combustibles fósiles, las innovaciones que habían permitido incrementos de población venían acompañadas de mayor necesidad de trabajo. En este caso, esta carga adicional fue un estímulo para la innovación de nuevos instrumentos, tales como los arados de metal y las segadoras o las trilladoras, entre otros, los cuales eran construidos ya no artesanalmente, sino de forma industrial, lo que permitió su difusión por toda Europa, especialmente a finales del siglo XIX. El empleo de todos estos nuevos útiles contribuyó a incrementar la productividad del trabajo y, por ende, a liberar más mano de obra, lo que reforzó el movimiento de migración hacia las ciudades.

En definitiva, la Primera Revolución Agrícola de la Modernidad permitió un crecimiento importante de la población, mejorando su alimentación y favoreciendo el desarrollo industrial, al proporcionar la mano de obra que necesitaban las nuevas actividades económicas. Al mismo tiempo, en una interacción virtuosa, la industria comenzó a proveer de nuevos instrumentos de trabajo al campo que incrementaron aún más la productividad. Y especialmente desde la generalización del uso de la máquina de vapor en la industria y la expansión de la siderurgia, también comenzó a mecanizarse de manera significativa el trabajo en el campo. El primer lugar donde se aplicarían estas novedades fue Estados Unidos, que se convirtió en el granero del mundo gracias a las fértiles tierras del Medio Oeste que habían arrebatado violentamente a los indígenas.

De manera paralela al despliegue de la Revolución Industrial, el desarrollo de los ferrocarriles y los barcos a vapor revolucionó las redes de transporte y abarató los costes de las mercancías que se comerciaban. Durante la Edad Media, el comercio era tan caro, especialmente el terrestre, que solo se comerciaba con productos de lujo para las clases ricas. El ferrocarril provocó un acercamiento del mundo y un brutal abaratamiento de los costes de transporte. Gracias a ello, ahora todos los sectores agrarios y manufactureros se integraron en un único mercado mundial y, de esa forma, la producción agrícola mundial se disparó —como también lo hicieron las capacidades para alimentar a una población cada vez mayor—. De hecho, a finales del siglo XIX era tan grande la cantidad de producción agraria que se produjo la primera crisis de sobreproducción agrícola y los precios se hundieron.

Con la llegada de tantísima producción agrícola procedente de nuevos espacios de tierra, cuya cercanía se debía al desarrollo de las

infraestructuras de transportes, los precios de los alimentos se desplomaron e hicieron inviables muchas explotaciones agrícolas de Europa. Ya desde mediados del siglo XIX, los nuevos agricultores del Nuevo Mundo «se hallaban mejor equipados, eran más productivos, y sus costes de reproducción eran, por regla general, menores que los de los agricultores europeos».[66] Algunos países, como Inglaterra, decidieron entonces apoyar su industria en detrimento de su sector agrario, eliminando las leyes que prohibían la importación de grano (*Corn Laws*) y permitiendo la importación de alimentos a bajo precio con objeto de mantener la mano de obra industrial tan barata como fuera posible.

Las redes de transportes basadas en el ferrocarril y los barcos de vapor también facilitaron la llegada de aportes externos de fertilizantes, como el guano peruano desde mediados del siglo XIX, los nitratos chilenos a finales de dicho siglo y los fertilizantes químicos más adelante. Estas innovaciones permitieron compensar la pérdida natural de la fertilidad del suelo y, de hecho, incluso mejorarla mucho. Con estos cambios, el metabolismo endosomático de las sociedades —la forma de alimentarse— comenzó a depender del flujo de recursos obtenidos a lo largo del mundo, ya que, por ejemplo, el guano —los excrementos de los pájaros— que se utilizaba como fertilizante se obtenía de América Latina. Los ciclos naturales se habían roto ya: es lo que Bellamy Foster llama *ruptura metabólica*,[67] aunque todavía no se dependía de los combustibles fósiles para la producción de alimentos.

Eso cambió en el siglo XX, cuando comenzó la sustitución en la agricultura de la tracción animal por vehículos motorizados, los cuales dependían a su vez de combustibles fósiles. Al mismo tiempo, se desarrollaron y pusieron en uso, de manera sumamente intensiva, productos químicos como fertilizantes y pesticidas. La producción en

masa de estos últimos, impulsada por el descubrimiento de Fritz Haber y Carl Bosch, también necesitaba de grandes cantidades de combustibles fósiles. Además, en el marco de la llamada Revolución Verde, también se añadió la alteración genética de las plantas a fin de realizar una selección artificial que optimizara la producción alimentaria. Estas novedades fueron una prolongación de las primeras mecanizaciones, si bien estaban fundamentalmente impulsadas por los combustibles fósiles.

Una consecuencia de todos estos cambios fue la constitución de un mercado mundial de la producción agrícola, cuya competencia estimuló la especialización de las explotaciones. A partir de las mejores condiciones físicas y económicas, los agricultores —que cada vez más eran empresas de gran tamaño— abandonaron los policultivos y se especializaron en ciertas producciones agrarias y ganaderas. Al aprovechar las economías de escala, que permiten costes unitarios más bajos, estas explotaciones se hicieron enormemente eficientes en su producción para el mercado mundial. Por otro lado, esa especialización implicó también una gran dependencia de los mercados y de los productos químicos.

Estos profundos cambios no han sido tampoco inanes desde el punto de vista energético, ya que con ellos la agricultura ha dejado de ser una actividad renovable como casi siempre había sido. Como ha dicho Martínez Alier, «la agricultura moderna significa cultivar con petróleo»,[68] dado que los vehículos usados consumen combustible fósil y los químicos empleados también lo necesitan en su producción. Se trata de una forma de convertir combustibles fósiles en alimentos, aunque con todos los perjuicios conocidos en relación con la quema de esta energía fósil.

5

Las sociedades industriales

Corría el año 1766 en Glasgow cuando el químico Joseph Black informó a su amigo James Watt de que abandonaba la ciudad para marcharse como profesor a la Universidad de Edimburgo. Era el momento de esplendor de la Ilustración escocesa, de la que ya hemos hablado, y un cambio como el de Black no era en absoluto extraño. Las distintas universidades competían por atraer a los mejores profesores, y él era ya un científico de renombre en todo el Reino Unido. Las instituciones educativas en Escocia eran mucho mejores que las inglesas, de las cuales se ha dicho que eran «una broma de dudoso gusto» y que «algunas familias aristocráticas que deseaban que sus hijos adquiriesen una buena educación, los confiaban a preceptores o los enviaban a las universidades escocesas».[1]

Con todo, la marcha de Black suponía una pérdida importante para Watt, ya que el químico había estado ayudándolo intelectual y financieramente durante décadas en sus distintos proyectos de ingeniería. Watt siguió trabajando en Escocia y obtuvo su primera patente en 1769, aunque cuando en 1773 su esposa falleció durante un parto, Watt tomó la decisión de buscar nuevos socios en el sur.

La relación entre Watt y Black fue, en retrospectiva, irónica. Además de ser un consultor industrial y un inversor muy práctico, Joseph Black fue un investigador sumamente original que hizo

contribuciones muy importantes a la ciencia. En particular, durante sus investigaciones sobre la naturaleza del calor en la década de 1750, Black descubrió el CO_2. Por su parte, Watt acabaría inventando en Birmingham la máquina de vapor más famosa del mundo, la cual funcionaba consumiendo ingentes cantidades de carbón. De este modo, la relación de Watt y Black era también la relación entre dos nombres que en la historia de la ciencia han quedado asociados a los combustibles fósiles y al CO_2.

El interés tanto de Watt como de Black pasaba por hacer dinero resolviendo problemas prácticos de la incipiente industria británica. En particular, era acuciante encontrar solución al problema del drenaje de minas, ya que según excavaban más profundo se encontraban con agua que les impedía seguir extrayendo el carbón. Como dijimos en el capítulo segundo, los inventos que estaban teniendo lugar no partían de teorizaciones científicas, sino del ingenio de mecánicos e ingenieros que, como Watt, tenían gran habilidad construyendo máquinas.

James Watt falleció en 1819 en Birmingham, y desde entonces «se convirtió en un símbolo de la destreza industrial británica en el siglo XIX».[2] También en Birmingham había nacido John Wyatt, otro mecánico que centró sus esfuerzos en hacer más productivo el sector textil. Wyatt contribuyó de manera significativa con la invención del hilado por rodillos, un mecanismo que permitía estirar y torcer fibras textiles delicadas de forma mecanizada, y que se convirtió en la precursora de las más conocidas hiladoras, la Spinning Jenny de James Hargreaves y la Water Frame de Richard Arkwright. De acuerdo con la narrativa habitual que uno puede encontrar en cualquier libro de historia económica, todos estos inventos tenían como propósito elevar la productividad laboral, es decir, producir más cantidad de producto en menos tiempo —o con

menos trabajadores—. Si funcionaba, las incipientes fábricas podrían operar empleando menos mano de obra, lo que era de gran utilidad para los empresarios. Todo esto es totalmente cierto. Sin embargo, es menos conocido en qué términos estaban pensando realmente estos mecánicos de aquella época.

En realidad, el propósito no era solamente cambiar la fuerza de trabajo humana por la de las máquinas, sino, muy particularmente, deshacerse del trabajo caro que suponía un adulto varón y sustituirlo por el trabajo de mujeres y niños manejando máquinas. Así, el propio John Wyatt anunciaba sus mejoras técnicas expresando que «un pañero que diera trabajo a cien obreros podía prescindir de treinta de los mejores y sustituirlos por diez niños, haciéndose así un 35 por ciento más rico».[3] Esta visión de Wyatt no era inusual, ya que la mayoría de los inventos durante la Revolución Industrial en el sector textil se pensaron, diseñaron e implantaron pensando en las diferentes formas de abaratamiento de la fuerza de trabajo y, en concreto, para un mejor uso laboral de mujeres y niños.

No obstante, no solo se buscaba trabajo barato. El inicio de la Revolución Industrial, y, más ampliamente, el despliegue del sistema económico capitalista, requirió de la existencia de lo que podríamos denominar *naturaleza barata*. Esto quiere decir que para que el sistema económico pudiera —y pueda— evolucionar necesita continuamente de la provisión de lo que James Moore llama «los cuatro baratos», que son alimentos, materias primas, energía y trabajo.[4] Estos cuatro elementos necesitan ser accesibles de la forma más módica posible para la correcta reproducción del sistema.

Las razones que explican por qué la Revolución Industrial tuvo lugar en Inglaterra antes que en cualquier otro sitio han sido debatidas extensamente en la literatura especializada. Aquí defiendo que la explicación principal tiene que ver fundamentalmente con la

disponibilidad de grandes reservas de carbón en su territorio y con la explotación y apropiación de mano de obra y otros recursos naturales a través del sistema colonial. Por lo tanto, en esta interpretación el capitalismo que despega en el siglo XIX se consolidó sobre la explotación y la apropiación; sobre la violencia y la sangre. Esta es, desde luego, una narrativa muy distinta a la que uno encuentra en los libros de texto.

La Revolución Industrial permitió a Inglaterra superar las restricciones naturales previamente existentes en las sociedades agrarias, incluyendo la trampa malthusiana. Como vimos antes, las sociedades agrarias tenían límites al crecimiento porque la producción de bienes para distintas funciones vitales (alimento, combustible, refugio y vestido) dependían todas de la disponibilidad de tierra, que es un bien escaso. Así, las sociedades agrarias tenían que elegir entre diferentes usos de la tierra que competían entre sí, ya que donde se producía alimento no era posible producir madera o fibra, por ejemplo. Los combustibles fósiles permitieron superar estas limitaciones y, entre otras contribuciones, al sustituir la madera como combustible liberaron grandes áreas de tierra para que pudieran usarse para alimentar a la población.

Por otro lado, el sistema colonial y las nuevas relaciones comerciales —casi siempre profundamente asimétricas— permitieron a Inglaterra y a las naciones más desarrolladas acceder a recursos mucho más baratos que fueron indispensables para estimular el crecimiento económico. Por ejemplo, una mercancía por excelencia de la Revolución Industrial, el algodón, era barato porque se producía en plantaciones de las colonias a partir de mano de obra esclava.

Con estas precondiciones arrancó la Revolución Industrial, que permitió capturar más energía del entorno, pero de una manera no

sostenible en el largo plazo debido a la naturaleza no renovable de los combustibles fósiles. No hay duda de que la Revolución Industrial supuso un incremento de la productividad y de la producción, una elevación de las condiciones promedio de vida de las poblaciones de los países industrializados y un incentivo al descubrimiento científico de la noción de *energía*. Pero también significó el inicio de un proceso de deterioro ecológico que aún arrastramos. He aquí la caja de Pandora de la que hablaba el historiador Edward A. Wrigley.

En general podemos decir que la Revolución Industrial fue el cambio que permitió a los combustibles fósiles expresar toda su potencia, lo cual está detrás del bienestar material sin precedentes que hemos disfrutado en las sociedades desarrolladas desde entonces. Sin embargo, esta es también una situación insostenible, y la amenaza no es solo para el metabolismo exosomático, sino también para el metabolismo endosomático.

5.1. El origen de la Revolución Industrial

El mundo actual no podría entenderse sin el proceso conocido como Revolución Industrial, el cual comenzó en Gran Bretaña a finales del siglo XVIII. El historiador Hobsbawm dijo con justicia que «fue probablemente el acontecimiento más importante de la historia del mundo y, en todo caso, desde la invención de la agricultura y las ciudades».[5] A pesar de tamaña transformación, y tal y como ha dicho el historiador Pontón, «no detectaron ninguna revolución los economistas clásicos que vivieron el proceso —Smith, Malthus, Ricardo— ni, mucho menos, el resto de sus contemporáneos»,[6] ya que las repercusiones de esta revolución no se hicieron sentir en Gran Bretaña hasta avanzada la década de 1830.

Con aquel proceso histórico, cuyo inicio no puede datarse con precisión, comenzó también la explosión de la población y de la producción material, todo lo cual implicó también un espectacular crecimiento en el consumo de energía. Aunque hoy sabemos que esos incrementos están asociados a crecientes impactos ecológicos, como la emisión de gases de efecto invernadero, la visión convencional de la Revolución Industrial sigue considerándola esencialmente un proceso *liberador*; la de un momento en la historia en la que la capacidad creativa de la humanidad pudo por fin desplegarse sin apenas obstáculos. El propio Hobsbawm describió la Revolución Industrial como un evento en el «que un día entre 1780 y 1790, y por primera vez en la historia humana, se liberó de sus cadenas el poder productivo de las sociedades humanas, que desde entonces se hicieron capaces de una constante, rápida y hasta el presente ilimitada multiplicación de seres humanos, bienes y servicios».[7]

La economista ecológica Stefania Barca ha insistido en que la narrativa convencional de la Revolución Industrial «identifica la modernidad con un incremento sin precedentes en el consumo de energía, considerado como un logro indisputable de la cultura europea en representación de la humanidad».[8] Quizá el más significativo ejemplo de esta visión sea el libro *Unbound Prometheus* del historiador David Landes, en el que se presenta la Revolución Industrial como la victoria final del ser humano en su búsqueda de liberarse de las restricciones que impone la naturaleza. Igual que Prometeo había robado el fuego a los dioses para dárselo a la humanidad, las tecnologías de la Revolución Industrial —asociadas con el capitalismo— habrían concedido a los seres humanos la oportunidad de liberarse de los impedimentos que imposibilitaban un crecimiento económico ilimitado.

Este despliegue de potencialidades creativas —y destructivas— tiene que ver especialmente con el uso de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía. Sin embargo, en las interpretaciones habituales de los historiadores y los economistas, la cuestión energética aparece siempre en un segundo plano. La pretendida victoria de la humanidad sobre la naturaleza aparece en la mayoría de las explicaciones como el resultado de la inteligencia humana, ya sea por la capacidad para construir instituciones específicas que promueven el crecimiento económico, ya sea por el uso aplicado de la ciencia en la tarea de doblegar la naturaleza. Por ejemplo, los premios nobel de Economía Daron Acemoğlu y James A. Robinson consideran que la Revolución Industrial fue posible gracias a determinadas instituciones económicas y políticas. En particular, señalan el papel que desempeñaron los cambios políticos de finales del siglo XVII, ya que «fue la Revolución Gloriosa la que fortaleció y racionalizó los derechos de propiedad, mejoró los mercados financieros, debilitó los monopolios comerciales sancionados por el Estado y eliminó las barreras para la expansión de la industria».[9] Significativamente, a lo largo de su afamado libro no hay ninguna referencia sustantiva al papel que tuvo la energía.

Según otra de las descripciones más populares, la del historiador económico Joel Mokyr,[10] la Revolución Industrial fue la consecuencia del ingenio de grandes prohombres de la ciencia, los cuales habían asumido las ideas de progreso y razón propias de la Ilustración y estaban deseosos de aplicarlas al ámbito productivo. Esta interpretación de inclinaciones idealistas pone en valor la llamada *economía del conocimiento* y sus instituciones, subraya el papel de lo que actualmente se denomina *capital humano*, y está en plena consonancia con los modelos neoclásicos de la nueva economía del crecimiento. Pero aquí tampoco se otorga importancia a la energía.

En efecto, tanto el trabajo de Mokyr como el de Acemoğlu y Robinson minusvaloran el papel que desempeñaron los recursos naturales y la acumulación de capital en la gestación de la Revolución Industrial. Como ha dicho el historiador Fredrik A. Jonsson, este tipo de interpretaciones «minimizan la importancia de las presiones ecológicas y subrayan en su lugar las sinergias de los mercados y la ciencia aplicada».[11] Pero son precisamente esas presiones ecológicas, y su relación con la disponibilidad y la apropiación de los recursos naturales, las que explican mejor el desarrollo no solo de la Revolución Industrial, sino también de los tiempos modernos.

En este sentido, la interpretación del historiador E. A. Wrigley[12] es mucho más pertinente. Aunque advierte de que no puede existir una única y verdadera explicación de la Revolución Industrial, en la suya propia pone el énfasis en el papel que desempeñaron los recursos naturales, en particular los combustibles fósiles, en la aceleración del crecimiento económico a partir de finales del siglo XVIII. Además, en sus últimos trabajos se ha separado de la narrativa convencional y ha señalado, acertadamente en mi opinión, los costes y los riesgos que ha implicado esta «liberación» industrial.

Sin menospreciar otras variables —tales como el cambio institucional, el comercio, la acumulación de capital y la financiación —, Wrigley demuestra que fueron los combustibles fósiles los que permitieron superar las limitaciones del metabolismo anterior. En sus palabras, «una condición necesaria para escapar de las restricciones de una economía orgánica era lograr acceso a una fuente de energía que no estuviera sujeta a las limitaciones del ciclo anual de insolación y la naturaleza de la fotosíntesis».[13] Esa fuente de energía resultó ser un material con una alta densidad energética que se encontraba en el subsuelo y que, además, por razones geológicas,

existía de forma abundante en toda Inglaterra. Esa sería la razón principal, si bien no la única, de por qué la Revolución Industrial tuvo lugar primero en dicho país.

El historiador económico Kenneth Pomeranz ha demostrado convincentemente en *The Great Divergence* que para el año 1800 Inglaterra no era muy diferente de los Países Bajos o de algunas regiones chinas, como el delta del Yangtsé, en términos económicos. Todas estas regiones sufrían las restricciones que imponía la naturaleza a las sociedades agrarias, y las mejoras técnicas y el comercio no eran suficientes para superarlas. Sin los combustibles fósiles y sin el recurso al sistema colonial, que provocaron un «alivio ecológico»,[14] Inglaterra hubiera continuado atrapada bajo tales limitaciones biofísicas y seguiría condenada a un estancamiento de la población, de la producción y, en suma, del crecimiento económico. De hecho, a comienzos del siglo XIX, la presión sobre la tierra estaba ya al límite, con procesos intensos de deforestación y erosión del suelo debido a la sobreexplotación para obtener combustible y alimento.

Tenemos que imaginar lo que hubiera supuesto para un país como Inglaterra sostener a una población creciente desde 1800 únicamente recurriendo a los recursos propios del país, en especial la tierra. Con una población en aumento, hubiera sido necesario producir más alimentos, ropa, combustible para calentarlos y materiales para construir viviendas, lo cual en condiciones de sociedades agrarias solo era posible haciendo uso de la tierra. Pero como los usos de esta competían entre sí, aumentar la producción de un bien inevitablemente significaba reducir la de otro. Es cierto que el comercio existía desde la antigüedad, pero su desarrollo era todavía muy limitado y, según Pomeranz, era claramente insuficiente para compensar los enormes volúmenes de materiales necesarios.

En consecuencia, no había otra alternativa que hacer más intensiva la explotación de la tierra, poniendo a más trabajadores en el sector agrario, y optimizando las técnicas a fin de elevar el rendimiento de aquella. Sin embargo, debido a la decreciente productividad del suelo y a lo limitado de las técnicas de fertilización previas a los fertilizantes químicos, todo ello era insuficiente. Según Pomeranz, a la altura de 1800, los límites de las economías agrarias europeas se habían rebasado o estaban muy cerca, lo que se ponía de relieve en los problemas de deforestación y erosión del suelo.[15] Sin alguna medida de rescate, el destino era una «espiral ecológica descendente» o «un mucho más reducido crecimiento de la población, menores estándares de vida y la necesidad de mantener una proporción mucho más grande de la población trabajando la tierra».[16]

La medida de rescate fueron los «acres fantasma» proporcionados por los territorios colonizados del Nuevo Mundo y por los combustibles fósiles. Como vimos en la introducción, estos acres fantasma son tierras que no están físicamente dentro de un país, pero que contribuyen a su economía como si lo estuvieran, lo que permite *vivir por encima* de las posibilidades que ofrece la tierra propia. Por lo tanto, toda producción que tiene lugar en tierras distintas a las del territorio puede considerarse producto de dichos acres; en el caso de los combustibles fósiles, lo es de forma metafórica, porque su efecto es conseguir sustituir un bien que sí exigía grandes áreas de terreno.

De hecho, el uso del carbón liberó algunas de las restricciones que imponía la tierra precisamente por su capacidad para sustituir el uso de madera. Hasta el punto de que en el año 1800 se usaba tal cantidad de carbón que, si en su lugar se hubiera recurrido a la madera, hubiese sido necesario dedicar más de un tercio de todo el

territorio de Inglaterra a la producción maderera.[17] Ya para 1827 se hubiera necesitado un 150,7 por ciento de la superficie de Inglaterra y Gales.[18] El problema de la madera era tan acuciante antes de su sustitución por el carbón que Pomeranz explica que «los estudios arqueológicos de partes de Francia y Alemania sugieren que el siglo XVIII fue uno de los dos peores en la historia de Europa para la erosión del suelo, y que estos problemas alcanzaron su peor nivel en este período».[19] En suma, sin el carbón hubiera sido imposible mantener los ritmos del consumo de energía, que reflejaban a su vez el crecimiento de la población y de la actividad económica.

Si bien en el caso del carbón se trata de áreas de tierra en sentido figurado, en el caso de los productos generados gracias al colonialismo la idea de acres fantasma proporciona una imagen muy literal. Así, como veremos en el siguiente capítulo, el ímpetu colonial de naciones como Países Bajos o Gran Bretaña a partir del siglo XVIII les ofreció la capacidad de disponer de grandes áreas de suelo donde producir productos como el azúcar o la propia madera, que hubiera sido imposible cultivar dentro de sus propias fronteras.

Sin embargo, todo aquello fue profundamente dependiente del violento sistema colonial y esclavista. De hecho, la exportación de colonos también fue una forma de retirar presión demográfica de los países desarrollados, especialmente de Inglaterra. En realidad, Wallerstein ha defendido una tesis parecida para explicar la expansión colonial del siglo XVI, que sacó al feudalismo de su crisis, por cuanto habrían sido las necesidades básicas las que espolearan la necesidad de la conquista ajena.[20] Ahora, una segunda ola de colonialismo cabalgaba a lomos de los combustibles fósiles, pero siguiendo la misma lógica: la apropiación de naturaleza barata.

5.2. La cuestión del capitalismo

Lo cierto es que tanto el carbón como el petróleo y el gas natural eran conocidos e incluso usados a reducida escala por las sociedades humanas desde la antigüedad. ¿Qué explica entonces el espectacular crecimiento del consumo de los combustibles fósiles —y de sus emisiones correspondientes— a partir del siglo XIX —y antes, en Inglaterra? La respuesta es un determinado e histórico sistema económico, cuya lógica interna está marcada por la maximización del beneficio privado y, por lo tanto, establece incentivos a la innovación tecnológica, así como a la expansión sin límites. Su nombre es capitalismo.

Algunos autores consideran que el capitalismo surgió en el siglo XV con la creación de la economía-mundo, mientras que otros consideran que lo hizo en Inglaterra a partir del siglo XVI y comienzos del siglo XVII. Se han gastado enormes cantidades de tinta en los debates sobre este aspecto en particular, y puede recurrirse a la literatura especializada al respecto.[21] Desde mi punto de vista, una perspectiva útil es buscar el origen del capitalismo allí donde su lógica ha comenzado a impregnar toda la esfera económica y social. Es decir, en el momento a partir del cual las decisiones sobre qué producir ya no dependen de la simple voluntad de ningún actor específico (terrateniente o campesino), sino de una institución abstracta como es el mercado, que obliga a todos los actores a comportarse de una determinada manera (maximizando la ganancia) bajo la amenaza de ser destruido si opera de otro modo.

En este sentido, aquí comparto el punto central de la visión de la llamada escuela del marxismo político, encabezada por Robert Brenner y Ellen Meiksins Wood, y según la cual el capitalismo nació en el campo de Inglaterra durante el siglo XVI, con la transformación

de las relaciones de clase. Fue a partir de entonces cuando las presiones a la innovación y a la producción vinieron dadas de forma predominante por el mercado. Estos cambios tuvieron como resultado «la emergencia de un sector agrario sumamente productivo, en el cual tanto los propietarios como los arrendatarios pasaron a preocuparse por lo que se denominó *mejoramiento*, la mejora de la productividad de la tierra para extraer beneficio».[22]

Desde ese momento, dice Wood, «los principales actores económicos del sector agrícola —tanto los productores directos como los que se apropian de sus excedentes— dependían progresivamente de unas prácticas equivalentes a las capitalistas: la maximización del valor de cambio mediante la reducción de los costes y el incremento de la productividad a través de la especialización, la acumulación, la reinversión de los excedentes y la innovación».[23] Es decir, la lógica del capitalismo se impuso primero en el campo inglés, en lo que se ha denominado *capitalismo agrario*, extendiéndose posteriormente a otros sectores y países.

No obstante, como ha señalado Henry Heller, el punto ciego del enfoque de Brenner y Wood es que no reconocen que «la acumulación primitiva fuera de Europa en el período moderno temprano fue tan importante para el desarrollo del capitalismo como lo fue dentro de Europa», de modo que «un mercado más racional y competitivo que favorece la innovación fue la consecuencia de las crecientes posibilidades de beneficios realizadas a través de los efectos coercitivos de la acumulación primitiva y del progreso gradual de las relaciones de intercambio».[24] Es decir, sin el colonialismo y la esclavitud moderna, que se abordan en el próximo capítulo, no hubiera sido posible tampoco el capitalismo.

En todo caso, la irrupción del capitalismo significó entonces la «imposición de los imperativos de la competitividad y de la

maximización del beneficio, una compulsión por reinvertir el excedente y una necesidad sistemática e incansable de aumentar la productividad del trabajo y desarrollar las fuerzas de producción».[25] Esa lógica era completamente nueva en la historia de la humanidad. En las sociedades preindustriales, las clases dominantes habían tenido que recurrir a la violencia física y al chantaje para que los campesinos y otros trabajadores produjeran más alimentos o cualquier otro tipo de bienes o servicios. Por el contrario, con las instituciones capitalistas, ahora era una suerte de «mano invisible» la que ponía a todos los agentes a competir entre sí y, por lo tanto, establecía un incentivo a incrementar la producción mediante la explotación laboral. Las clases dominantes ya no necesitaban por más tiempo recurrir a la violencia física en el ámbito productivo, pues el miedo al hambre por parte de los trabajadores era una fuerza mucho más poderosa. El mercado era el que definía qué se producía y qué no; se había convertido en un poder invisible.

Desde el punto de vista energético, esto tuvo implicaciones muy importantes. Todas las sociedades preindustriales habían innovado buscando capturar la mayor energía posible de su entorno, si bien no existía una pulsión obligatoria que las empujara a ello. En muchos casos, era la pura necesidad. Sin embargo, desde que la lógica del capital se impuso en las decisiones económicas, la innovación se convirtió en un elemento central de la lucha competitiva. En consecuencia, las formas de capturar energía se multiplicaron en mucha mayor medida que lo habían hecho hasta entonces. Además, desde que parte de esa creciente energía capturada procedía de combustibles fósiles, la dinámica de crecimiento se hizo aún más dependiente de esta fuente de energía. No solo creció la energía capturada de vías renovables, sino también —y muy especialmente— aquella que se encontraba en el subsuelo.

Esta energía era utilizada para producir más y más, lo que requería a su vez más consumo de energía. Esta dinámica de crecimiento es en la que todavía estamos insertos, aun cuando sabemos que es totalmente insostenible y que, en algún momento, tendrá que detenerse.

Si bien los mercados habían existido antes en la historia de la humanidad, incluso en sociedades de cazadores-recolectores, siempre habían sido accesorios a la vida económica y estaban insertos en el sistema social. Por el contrario, en el capitalismo, las relaciones sociales quedaron subordinadas al mercado y sus lógicas, lo que implicó incluso la reducción de los seres humanos y la tierra a mercancías —que Karl Polanyi denominó *ficticias*—.[26] Para Polanyi, la Revolución Industrial significó la imposición de un mercado autorregulado como criterio rector de la sociedad, lo que según él sucedió a partir de 1834 cuando se estableció un mercado competitivo de la fuerza de trabajo —donde los trabajadores competían entre ellos siguiendo las leyes de la oferta y la demanda —. Había comenzado el capitalismo industrial.

Con el establecimiento de un mercado de trabajo donde el ser humano era reducido a la condición de mercancía, nacía también la conocida como *contradicción capital-trabajo*. En efecto, la esfera de la producción económica se dividía ahora fundamentalmente entre los propietarios de los medios de producción, los capitalistas, y los trabajadores que, en aras de obtener un salario —muchas veces de subsistencia—, se sometían a la disciplina y las órdenes de los primeros.[27] Como veremos más adelante, esto desencadenó conflictos de manera continuada respecto a las condiciones de trabajo e inspiró las ideologías que, yendo mucho más allá del entorno meramente laboral, promovieron la construcción de

sociedades basadas en un orden socioeconómico completamente distinto.

Como hemos señalado, las causas del inicio tanto de la Revolución Industrial como del capitalismo han sido motivo de una controversia continua entre historiadores. Desde hace una década ha tomado fuerza la llamada *nueva historia del capitalismo*, la cual tiene el objetivo de aportar luz sobre factores como la esclavitud, el poder y la violencia que las historias económicas tradicionales a menudo pasan por alto.[28] Estas nuevas aportaciones, que se suman a las ya existentes, son fundamentales para comprender bien los fundamentos de las sociedades industriales, ya que las aportaciones de trabajo, alimentos y recursos baratos que fueron necesarias para el despegue de la Revolución Industrial siguen siendo, bajo otros ropajes, condiciones de posibilidad de la reproducción de los metabolismos de las sociedades actuales.

De manera especial, esa reproducción se sustenta también en la enorme dependencia de los combustibles fósiles. La gran transición metabólica que supuso la incorporación de los combustibles fósiles como fuente principal de energía permitió liberar las fuerzas productivas, pero introdujo la gran vulnerabilidad de depender de una fuente de energía primaria finita y emisora de gases de efecto invernadero. De hecho, la visión de los economistas clásicos según la cual era imposible que se diera un crecimiento infinito y permanente sigue siendo cierta en última instancia, ya que los combustibles fósiles no pueden operar de manera infinita y, tarde o temprano, tendrán que ser sustituidos por fuentes de energías renovables. Como afirma Wrigley, «en la medida en que los combustibles fósiles proveen la mayor parte de la energía consumida en las economías avanzadas, las dificultades han sido pospuestas más que dejadas de lado indefinidamente».[29]

Los combustibles se hicieron imprescindibles porque demostraron que, debido a su densidad energética, podían lograr que las nuevas máquinas que se habían ido inventando desde finales del siglo XVII incrementaran su potencia y dispararan la productividad. El primer lugar donde eso fue visible fue en la minería, pero pronto se aplicaron a un sector industrial como el textil, que había sido el primero en despegar gracias a una mecanización que al principio dependía de fuentes de energía renovables —la hidráulica, fundamentalmente.

5.3. Innovaciones tecnológicas y energéticas

La transición al nuevo régimen metabólico de las sociedades industriales fue un proceso muy prolongado en el tiempo. De hecho, no podemos establecer una fecha precisa que identifique el momento exacto en el que las sociedades agrarias pasaron a ser industriales. Sin embargo, podemos subrayar algunas características de dicha transición, como fueron la introducción de innovaciones tecnológicas sobre una base más experimental que teórica, la agudización de la explotación de la mano de obra y el creciente papel que cobraron nuevas fuentes de energía como son los combustibles fósiles —en particular, el carbón.

Para situar los primeros *impasses* de la Revolución Industrial, los historiadores hablan de una revolución «protoindustrial» que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVII en Inglaterra, con la destacada instauración del sistema de producción doméstico llamado *putting-out*. Se trataba de un sistema por el cual los trabajadores del campo podían, además de trabajar las tierras, realizar tareas de hilado y tejido desde sus propios domicilios con maquinaria

relativamente simple, como ruedas de hilar o telares manuales. Bajo este modelo, los empresarios pañeros proporcionaban a los trabajadores la tela para luego recoger los productos hilados y tejidos, y se beneficiaban de unos salarios muy bajos pagados a destajo.

Con el paso del tiempo estos trabajos se desplazaron hacia las ciudades y se concentraron en las primeras fábricas. Estas usaban todavía fuentes de energía renovable, como las ruedas hidráulicas, lo que obligaba a que las fábricas tuvieran que ubicarse junto a los ríos. De hecho, este factor resultaría crucial en la transición hacia los combustibles fósiles. Cuando comenzaron a aparecer las primeras máquinas impulsadas por combustibles fósiles, eran aún muy inferiores en potencia a las muy mejoradas ruedas hidráulicas, y la situación solo se decantó en favor del carbón gracias a la mejora continua de las nuevas máquinas y al hecho de que con el nuevo combustible las fábricas pudieran instalarse donde se quisiera. Por lo general, tendieron a construirse en los puertos, para facilitar el transporte del carbón.

Las primeras empresas industriales eran todavía de tamaño pequeño en la primera mitad del siglo XIX. Las que empleaban a más trabajadores, las británicas del sector del algodón, no llegaban a los doscientos trabajadores en 1850.[30] Con las fábricas, los empresarios pudieron racionalizar la producción, lo que les permitió incrementar el control sobre una mano de obra que ahora tenía que trabajar coordinadamente con las primeras maquinarias complejas. Estas nuevas máquinas fueron el resultado de procesos de innovación basados en el ensayo y error de los mecánicos, lo que ha caracterizado a la Revolución Industrial como un proceso de baja demanda de capital humano. Una vez instalados, los trabajadores tenían que aprender a usarlas, lo que no requería demasiado tiempo

de formación. Aun así, allí donde los salarios de los trabajadores eran muy bajos, no existían incentivos para comprar y usar máquinas, un fenómeno que ocurrió en el continente europeo incluso cuando las máquinas más productivas ya estaban disponibles. Al fin y al cabo, las nuevas máquinas estaban diseñadas con el objetivo de ahorrar mano de obra, de modo que, si los salarios de los trabajadores eran muy bajos, no resultaba atractivo ni rentable instalar las nuevas máquinas.

Además, cuando el empresario quería ahorrarse mano de obra tenía que enfrentar también importantes protestas. El conocido caso de los luditas[31] es un ejemplo de ello, puesto que se rebelaron directamente contra las nuevas máquinas. Con todo, también había protestas por las duras condiciones en las fábricas. El tipo de trabajo exigido a la clase trabajadora textil era muy distinto al que realizaban previamente en el campo y, para 1790, «toda la industria del algodón estaba concentrada en galpones donde los obreros trabajaban casi sin interrupción dieciséis horas diarias durante seis días a la semana, expuestos al polvo de las fibras y, a veces, lisiados de por vida por las nuevas máquinas, de movimientos rápidos e inesperados».[32]

Por otro lado, era muy habitual que ese trabajo fuera realizado por mujeres y niños y, por ejemplo, «en los telares algodoneros de Inglaterra, entre 1834 y 1847, una cuarta parte de los trabajadores eran varones adultos, más de la mitad mujeres y chicas, y el resto muchachos menores de dieciocho años».[33] Como ha recordado Fontana, «miles y miles de estas pobres criaturas desamparadas, de edades comprendidas entre los siete y los trece o catorce años, fueron enviadas al norte y sometidas a una existencia de explotación, hambre e incluso torturas, que a veces terminaban en suicidio o asesinato».[34] En las minas la cosa no era mejor y hasta

que en 1842 se prohibió el trabajo de mujeres y niños menores de diez años, «familias enteras trabajaban bajo la tierra: los hombres extraían el carbón con picos; las mujeres transportaban el carbón en cestas de mimbre sobre sus espaldas o aprovechaban las tuberías de hierro o madera usando cinturones y maderas; y los niños ayudaban a transportar el hierro o trabajando en las puertas».[35]

En todo caso, los salarios que se pagaban apenas daban para sostener las cortas vidas de los trabajadores que se apostaban en los entornos de las fábricas, lejos del esplendor del centro de las ciudades. Las novelas de Charles Dickens o el fenomenal estudio de Friedrich Engels *La situación de la clase obrera en Inglaterra*, escrito en 1845, hacen justicia a un mundo profundamente difícil. Con estas condiciones no es de extrañar que «los campesinos y los artesanos eran reacios a trabajar en las condiciones agotadoras, insalubres y arriesgadas de las fábricas» y en un contexto socioeconómico en el que los sindicatos y las huelgas estaban prohibidas por el Estado.[36] Además, las leyes del Estado inglés eran sumamente severas con los trabajadores. Por ejemplo, «en 1823 una ley castigaba con tres meses de prisión al obrero que dejase el trabajo sin previo aviso».[37] La transición hacia la Revolución Industrial creó una gran cantidad de descontentos que a veces reaccionaron con la destrucción de las máquinas —un proceso castigado en 1812 con la pena de muerte—, mientras que políticamente se unían a las filas del radicalismo inglés y los movimientos democráticos y republicanos.

A pesar de que se tratara de condiciones laborales pésimas, los trabajadores ingleses tenían salarios reales más altos que sus homólogos en el continente. Como ha defendido el historiador Robert Allen, «aunque los trabajadores británicos no se beneficiaron plenamente de la expansión económica de la Revolución Industrial,

ellos habían alcanzado una posición de altos ingresos en términos internacionales» y «eran más prósperos que sus homólogos de la mayoría de la Europa continental y Asia durante el siglo XVIII».[38] Esta situación generó en Inglaterra un incentivo para introducir nuevas máquinas en el proceso de producción. Además, con menos trabajadores también habría menos protestas y contestación laboral.

Se vivía entonces en lo que el historiador Robert Allen ha llamado «la pausa de Engels», es decir, un momento histórico en el que la introducción de nuevas tecnologías hace elevar la productividad de la economía, pero al mismo tiempo las ganancias se acumulan en los bolsillos de los propietarios y no se traducen en mejoras de las condiciones de vida de la clase trabajadora. Esta es la situación típica de Inglaterra desde finales del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX.

Sin embargo, a partir de la década de 1840 las cosas empiezan a cambiar y los salarios comenzaron a crecer, algo que se aceleró para finales del siglo XIX. Algunos economistas, como Carl Benedikt Frey, consideran que la explicación más convincente de este hecho es la distinta tipología del cambio tecnológico que se produce por esas fechas.[39] Según Frey, mientras que durante la Primera Revolución Industrial la automatización había consistido básicamente en retirar trabajadores caros del proceso productivo, elevando el desempleo y deprimiendo los salarios, en la segunda mitad del siglo XIX la automatización implicaba también la demanda de trabajo cualificado para la gestión de las nuevas tecnologías —más ingenieros, administrativos, gerentes, etcétera.

La primera máquina para hilar algodón había sido creada en 1730, inventada por Lewis Paul, pero sucesivas innovaciones provocaron un incremento de la productividad.[40] Por ejemplo, en 1800 se

lograba que la producción por trabajador en una hora llegara a los cuatrocientos veinte gramos de hilo de algodón, cuando había sido de treinta y cuatro gramos solo treinta años antes.[41] Además, tras la patente de la máquina de vapor de James Watt también se empezó a utilizar la energía de vapor en el sector textil, adaptando las máquinas preexistentes y multiplicando aún más la productividad. En cuanto se comenzó a usar carbón como fuente de energía, que era abundante y barato, fue aún más rentable sustituir trabajadores por máquinas en las fábricas, alimentando la espiral de innovación.

Como hemos dicho, la industria textil fue la primera rama económica revolucionada por estas transformaciones. De hecho, las leyes aprobadas en Gran Bretaña hasta 1870 que afectaban a las fábricas hacían referencia mayoritariamente a talleres textiles, especialmente los relacionados con el algodón.[42] Estas fábricas británicas utilizaban algodón barato —en gran medida importado desde plantaciones de esclavos— para producir tejidos que se vendían tanto nacional como internacionalmente —en muchos casos a las colonias del Imperio—. Además, la nueva maquinaria permitía la producción a escala gigantesca, lo que a su vez implicaba costes unitarios más bajos que hacían muy competitivo el producto final en los mercados mundiales.

No obstante, las primeras máquinas impulsadas por vapor fueron puestas en práctica en la minería. La escasez de madera, con la práctica desaparición de los bosques británicos en el siglo XVIII, impulsó el uso del carbón y motivó la creatividad de los ingenieros para obtener más cantidades del mineral negro. La madera había sido usada como material de construcción para viviendas, pero también como combustible para los hogares y las industrias. Naturalmente, consumos tan elevados de madera implicaron una seria deforestación. Todavía en el siglo XVI, un tercio de Francia era

bosque y a escala mundial se calcula que lo era el 50 por ciento de la superficie del planeta.[43] Sin embargo, entre 1750 y 1850 más del 30 por ciento de la superficie boscosa se había deforestado, proceso que continuó a lo largo de todo el siglo XIX.[44] La otra consecuencia lógica de este incremento de la demanda de madera fue la elevación de su precio, la cual impulsó la búsqueda de alternativas energéticas. Inglaterra tuvo la fortuna geográfica de disponer de abundantes reservorios naturales de un nuevo combustible idóneo: el carbón. Dado que para el final del siglo XVIII el precio de la madera era entre dos y cuatro veces más alto que el del carbón,[45] los empresarios buscaron nuevas máquinas para extraer el nuevo combustible fósil.

Como se sabe, los combustibles fósiles son residuos orgánicos que han quedado atrapados en rocas sedimentarias durante larguísimos períodos de tiempo, y que por efecto de la temperatura y la presión van adquiriendo formas distintas. Su variedad depende tanto de la naturaleza de la materia orgánica como del grado de transformación provocado por la descomposición de la propia materia, y aunque estamos familiarizados con los tres principales tipos —carbón, petróleo y gas natural—, también existen otras tipologías, como la turba, la pizarra bituminosa, las arenas asfálticas y el petróleo pesado.[46] En general, «en el reino marino, la materia orgánica se altera generalmente a gas natural y petróleo líquido, mientras que en las rocas terrestres tiende a formar gas y carbón».[47]

Como consecuencia, el carbón podía encontrarse con facilidad en los salientes de las montañas, y cuando estas vetas se acababan se recurría a las que se encontraban en superficie. Sin embargo, cuando estas también se fueron agotando, se tuvo que ir cavando más y más profundo en búsqueda del carbón depositado a mayores profundidades. No obstante, al ahondar cada vez más, se podía

alcanzar el nivel freático, esto es, el punto a partir del cual se encuentra el agua subterránea, y las minas se inundaban. Por eso, el gran reto del siglo XVIII fue encontrar tecnologías que permitieran el vaciado del agua, pues hasta que eso pasara las minas inundadas tenían que ser abandonadas.

A finales del siglo XVII, el ingeniero Thomas Savery había patentado la primera máquina de vapor que serviría teóricamente para bombear el agua de las minas. Sin embargo, su máquina no era muy buena, y vaciar de agua una mina hubiera requerido de cinco a diez máquinas, lo que lo hizo inviable (apenas vendió solo dos de ellas).[48] Fue otro ingeniero, Thomas Newcomen, quien patentaría en 1712 la primera máquina de vapor que tenía capacidad práctica para acometer la tarea. Si el vaciado de una mina con el uso de caballos costaba no menos de novecientas libras al año, la máquina de Newcomen lograba hacer la misma tarea por solo ciento cincuenta libras. Con todo, la máquina de Newcomen era profundamente ineficiente y para 1780 apenas había trescientas en toda Gran Bretaña.[49] Para hacernos una idea, según los parámetros actuales, aquellas máquinas malgastaban el 99,5 por ciento de la energía térmica que se obtenía al quemar carbón.[50] Aun así, siguió usándose porque el carbón era verdaderamente abundante y barato.

Fue en 1769 cuando el escocés James Watt patentó una máquina de vapor mucho más eficiente, aunque aún con tasas de eficiencia del 2 por ciento. Eso permitía ahorrar mucho carbón, más de la mitad del que empleaba el mejor modelo de Newcomen.[51] La otra innovación que ofrecía la máquina de Watt era un alcance más amplio, ya que servía para los hornos de fundición, para los molinos de algodón, para moler grano, para golpear monedas y medallas y para liberar a las fábricas de la dependencia de la fuerza animal y de la cercanía con los ríos.[52] Esta enorme flexibilidad en su uso

estableció «una aguda distinción o línea divisoria entre las tecnologías medievales y las modernas».[53] Por estas razones, la máquina de vapor de Watt ha pasado a la historia de la ciencia y la industria, y por eso mismo algunos autores sitúan en esta fecha el inicio de la Revolución Industrial[54] e, incluso, del Antropoceno.[55]

Gracias a estas innovaciones, para 1820 las máquinas de vapor habían conseguido bombear agua a trescientos metros de profundidad, abaratando el combustible y facilitando su uso en industrias conexas como la del hierro.[56] Esta energía barata estimuló toda la Revolución Industrial, pues el precio del carbón en las zonas mineras, como Newcastle, era hasta ocho veces inferior al precio en Londres, el cual, por otra parte, se mantenía muy por debajo del precio en París o Pekín.[57] El carbón se convirtió así en la columna vertebral de la nueva economía británica. La abundancia de este combustible fósil, que se encontraba por razones geológicas en Inglaterra, hizo de él una fuente de energía primaria muy barata. Con ello fue posible además que se produjeran también metales baratos, esenciales a su vez para la construcción de maquinaria.

Además del precio, la otra razón por la que el carbón era un combustible tan preciado reside en su densidad energética, es decir, la cantidad de energía contenida. En el caso de la madera seca, es de unos 17-21 megajulios por kilogramo (MJ/kg), mientras que la del carbón vegetal puede ser de 28-32 MJ/kg. Ese hecho hacía extraordinariamente útil el uso del carbón en sustitución de la madera, como más tarde ocurriría con el gas natural (32-40 MJ/kg) y con el petróleo (20-44 MJ/kg).[58] La densidad energética de los combustibles renovables es muy baja, lo que implica la necesidad de grandes extensiones de territorio para ser producidas —especialmente la madera—. En consecuencia, el uso del carbón no solo liberó a la sociedad de la dependencia de la tierra, sino que

además permitió aprovechar la mucho mayor potencia física de las nuevas máquinas que estaban desarrollándose. Como ha dicho Smil, «los combustibles fósiles son transformaciones de biomasa enormemente concentrados y, por lo tanto, las densidades de potencia asociadas con su extracción no tienen rival en ninguna otra forma de energía terrestre».[59]

En la expansión de la industria del carbón fue también clave la construcción de redes de transporte por ferrocarril. Para trasladar el carbón desde las minas hasta los puertos o hasta las fábricas, era necesario disponer de eficientes medios de transporte, lo que estimuló la industria del ferrocarril, el cual, además, requería mucho hierro y carbón para funcionar. Sin duda, existió una relación virtuosa entre el carbón, el hierro y el vapor.

5.4. Otras revoluciones industriales

Gracias a la combinación de carbón y hierro barato, y a las nuevas máquinas de vapor, tuvo lugar lo que a veces se conoce como revolución de los transportes. El ferrocarril y los barcos de vapor —que sustituyeron a los barcos de vela— hicieron el mundo mucho más pequeño, disminuyendo enormemente el tiempo de traslado de mercancías y personas. Con ello también provocaron una reducción de los costes de transporte muy importante, lo que hizo más rentable el comercio nacional e internacional. Desde la antigüedad, estos costes habían sido suficientemente elevados como para hacer inviable el comercio de larga distancia de bienes que no fueran de lujo, pero ahora todo eso cambiaba radicalmente.

Un efecto inmediato de estos cambios fue la constitución de un inmenso mercado mundial en el que los costes de transporte

tendrían una importancia secundaria. En ese mercado mundial los países se fueron especializando en la fabricación de diferentes productos. No obstante, no todos los países se incorporaban a la división internacional del trabajo de la misma manera. Si bien los países europeos iniciaron un camino hacia la industrialización siguiendo el ejemplo pionero de Inglaterra, las excolonias y otros países tenían muchas más dificultades debido a las inercias que había dejado el imperialismo y la especialización productiva en ciertos productos a las que este los había conducido. Estudiaremos este tipo de implicaciones y sus consecuencias en la actualidad en el siguiente capítulo.

En todo caso, la constitución de un mercado mundial supuso también la inundación del territorio europeo de productos agrarios procedentes de todo el mundo. De particular importancia fue la producción agraria estadounidense, la cual era sumamente rentable porque disponía de tierras fértiles en abundancia —arrebatadas violentamente a los pueblos indígenas—, que además eran prácticamente vírgenes. La producción de alimentos fue tan grande que entre 1877 y 1896 provocó un desplome de los precios y una crisis que amenazó de muerte al sector agrario de los países europeos, los cuales —con la excepción de Inglaterra— respondieron subiendo los aranceles para protegerse.

La constitución de este mercado mundial también favoreció el florecimiento de empresas más grandes, las cuales comenzaron a constituirse como sociedades anónimas para poder reunir inversiones suficientes. En muchos casos, los bancos invirtieron en tales empresas, conformando verdaderos conglomerados empresariales. Además, al ser tan grande la escala de producción, los costes unitarios también se vieron reducidos, lo cual eliminó del mercado a muchas empresas de menor tamaño. Aquella dinámica

condujo a la aparición de grandes monopolios, es decir, de grandes empresas que tenían suficiente poder sobre el mercado.

La base energética también comenzó a cambiar, ya que las innovaciones tecnológicas condujeron a finales del siglo XIX a la extensión de una nueva fuente primaria de energía, el petróleo, y una nueva fuente secundaria, la electricidad. Además, el hierro dio paso al acero. Estos cambios son a menudo referidos bajo el epígrafe de «Segunda Revolución Industrial» en la mayoría de los libros de texto.

El petróleo fue descubierto por Coronel Drake y William A. Smith en 1859, pero no fue hasta 1870 cuando el empresario John D. Rockefeller fundó la Standard Oil Company, que diez años después controlaba el 95 por ciento del refino en Estados Unidos.[60] Fue durante el siglo XX, impulsado por la comercialización a gran escala del automóvil y las dos guerras mundiales, cuando se disparó la demanda de petróleo a nivel global y se convirtió en un recurso estratégico para todos los países desarrollados. La sustitución del carbón por el petróleo fue progresiva y no tuvo que ver con los precios, sino con las características propias del nuevo combustible: el petróleo es más fácil de transportar que el carbón, y es más limpio tanto en términos de su combustión —emite menos CO_2 por unidad de energía— como en términos de su consumo —no emite olores y humos tan desagradables como el carbón.

Por otro lado, la construcción de grandes estructuras de transporte, como los oleoductos, permitieron a países sin recursos naturales propios disfrutar de las ventajas energéticas que ofrecía el petróleo —y luego, el gas natural mediante gaseoductos—. Ello posibilitó que, «por vez primera, concentraciones productivas fuertemente consumidoras de energía [pudieran] situarse a miles de kilómetros de las fuentes de energía primaria».[61] Ahora bien, la

distribución de los depósitos de petróleo era mucho más desigual que la de sus predecesores orgánicos, como la madera, y para 2015 la mitad de las reservas conocidas de petróleo se encontraban en Oriente Medio.[62] Teniendo presente el papel fundamental que desempeña el petróleo en las sociedades industriales, no es ninguna sorpresa que la disputa por este recurso esté correlacionada con la violencia y la guerra en esta región del mundo.

Además, el petróleo no es solo crucial por su contenido energético, razón por la que es más conocido, sino también porque es fundamental para la industria petroquímica, por cuanto es un elemento a partir del cual se pueden crear nuevas mercancías. Aunque la mayor parte de un barril de crudo —en torno al 70 por ciento— se destina como combustible a vehículos motorizados, hay una parte no despreciable que se emplea como combustible para reactores, como lubricante o para la producción en la industria petroquímica.[63] De hecho, la industria petroquímica es responsable del 14 por ciento de la demanda mundial de petróleo,[64] del cual la mitad se utiliza como materia prima para la producción de productos tales como plásticos, fertilizantes nitrogenados, medicinas, paneles solares, coches, *smartphones*..., y hasta en el 95 por ciento de los bienes manufacturados.[65]

Aunque el gas natural se encuentra en los mismos depósitos que el petróleo, como ha dicho Smil, «siguió siendo una fuente de energía minoritaria durante mucho tiempo: en 1900 solo representaba el 1 por ciento de toda la energía fósil, y en 1950, alrededor del 10 por ciento».[66] Sin embargo, su mayor limpieza en el punto de consumo ha conducido a que adquiera un papel central en la calefacción de los hogares, mientras que los desarrollos tecnológicos han abaratado el transporte del gas natural, especialmente el licuado —que se lleva en barcos—. Por otro lado, la

revolución del *fracking* ha permitido extraer muchas más reservas de gas natural, hasta el punto de que Estados Unidos es actualmente el principal extractor del mundo.[67]

La importancia de los combustibles fósiles también reside en el papel central que desempeñan en la generación de electricidad. Aunque en las últimas décadas se han desarrollado fuentes de electricidad de bajo impacto ambiental, como la solar, la eólica o la hidroeléctrica, una parte significativa del suministro eléctrico mundial sigue dependiendo del carbón, el petróleo y el gas natural. Estos combustibles han sido históricamente la base de las centrales térmicas, donde su combustión genera el calor necesario para producir electricidad a gran escala. Eso explica la paradoja del carbón, que fue desapareciendo de las calefacciones domésticas y de otros usos industriales, pero creció como fuente esencial de energía para la generación eléctrica. La facilidad de extracción, el bajo costo relativo y la infraestructura existente favorecieron su permanencia en el *mix* energético global, incluso frente al auge de otras fuentes energéticas.

En todo caso, desde el punto de vista energético, la Segunda y la Tercera Revolución Industrial —vinculada a la microelectrónica— no supusieron nada parecido al salto dado desde las sociedades agrarias a la sociedad industrial. Toda la innovación tecnológica sucedida después de la Primera Revolución Industrial y la introducción de los combustibles fósiles supuso un mayor consumo de energía exosomática, así como una mayor dependencia de la energía fósil, pero dentro de los mismos parámetros que ya se habían visto con el carbón.

En efecto, el uso de máquinas impulsadas por combustibles fósiles elevó crecientemente la productividad en todos los sectores económicos, que utilizaban los que mejor se ajustaban a sus

particularidades sectoriales. No por casualidad «las tasas promedio de crecimiento del PIB en los países desarrollados durante el período de 1950 a 1973 —tanto en valores totales como por habitante— son considerablemente superiores a las de los períodos anteriores», mientras que los datos de productividad «muestran también una tasa media de 4,5 por ciento para el período 1950-1973, frente a 1,6 por ciento y 1,8 por ciento en 1870-1913 y 1913-1950, respectivamente».[68]

Naturalmente, detrás de estos indicadores económicos se encuentra la multiplicación del consumo de energía y materiales, es decir, de los flujos metabólicos. A lo largo del siglo XX (1870-2000), el uso de energía en Europa se multiplicó por siete, mientras que la población se duplicó, lo que supone que creció de manera muy notable el consumo de energía por habitante.[69] Particularmente imponente fue el crecimiento de los flujos metabólicos desde el final de la Segunda Guerra Mundial. Ello ha incitado a que muchos científicos denominen el período a partir de 1950 la Gran Aceleración, dado que el impacto sobre variables biofísicas y económicas —tales como la población o el PIB, pero también el consumo de agua y de fertilizantes, la contaminación, la emisión de gases de efecto invernadero, la acidificación de los océanos, etcétera — crece exponencialmente desde entonces.[70] Como ya explicamos en capítulos anteriores, muchos de estos parámetros se mueven actualmente fuera de lo que se denomina el *espacio seguro para la vida*, lo que significa que son insostenibles.[71]

Gran parte del incremento del consumo de energía se debe a las grandes empresas productoras de manufacturas, pero no podemos olvidar que también se tradujo en una vida más acomodada para la mayoría de la población de los países desarrollados. Solo hay que pensar en la diferencia de bienestar material de un europeo

promedio del siglo XVIII y otro del siglo XX. Como señala la historiadora Astrid Kander, hace unos siglos un ciudadano medio tenía jornadas laborales larguísimas, sin vacaciones, apenas con capacidad para viajar más allá de sus ciudades, con una dieta monótona, tiritando durante los inviernos y poseyendo muy pocos bienes. Por el contrario, actualmente la *vida normal* consiste en jornadas laborales reguladas por ley, permisos vacacionales en los que se pueden incluir viajes al extranjero, una mayor movilidad gracias al transporte privado y público, una alimentación variada procedente de todas las partes del mundo y viviendas adecuadas con calefacción y servicios de entretenimiento como televisión o internet, además de electrodomésticos tales como la nevera o la lavadora. Todos estos cambios en el nivel material de vida, o en lo que se llama *estilo de vida*, se deben a los mayores consumos energéticos y de materiales disponibles fundamentalmente gracias a los combustibles fósiles.

En definitiva, el bienestar material de las sociedades industriales y de sus poblaciones, en particular en los países desarrollados, es dependiente de un consumo de energía metabólica exosomática que multiplica con mucho la que solía usarse en sociedades agrarias y de cazadores-recolectores. Además, no es solo una cuestión cuantitativa, sino que las sociedades industriales han generado inercias de consumo que son de carácter estructural. Por ejemplo, dado que todo el mundo material está sujeto a la segunda ley de la termodinámica, también las infraestructuras tienen que ser mantenidas mediante un consumo de energía y materiales —y empleo de mano de obra—. Por decirlo de otra forma, esto significa que las sociedades industriales tienen ya comprometida una parte de su presupuesto energético en el simple mantenimiento de la

estructura material básica, lo que tiene implicaciones serias cuando hablamos de la transición energética.

Una transición que, como vimos en el capítulo primero, es absolutamente imperiosa. Sin embargo, cada vez es más evidente que, como ha dicho el economista Mario Giampietro, «el ritmo al que la sociedad humana moderna metaboliza energía no es por más tiempo compatible con el ritmo al que el medioambiente puede hacer disponibles *inputs* de energía y absorber los residuos materiales como el CO_2».[72]

6

Modo de vida imperial

En 1776, se firmó en Filadelfia la Declaración de Independencia de Estados Unidos, por la cual las trece colonias británicas iniciaban una andadura autónoma de Gran Bretaña. La redacción del texto corrió a cargo de Thomas Jefferson, aunque incluyó modificaciones tanto de John Adams como de Benjamin Franklin. Una vez iniciada la guerra contra las tropas inglesas, Franklin se marchó a Francia para buscar apoyo militar y económico. Allí fue nombrado embajador de Estados Unidos hasta 1778, pasando luego a serlo en Suecia hasta 1783.

La Ilustración había sido una fuente innegable de inspiración para los revolucionarios estadounidenses, incluyendo a Benjamin Franklin. Él tenía especial aprecio por la corriente escocesa, y era amigo personal de Joseph Black, Adam Smith y lord Kames, entre otros. Seguramente por eso aceptó la invitación de David Hume para visitar Edimburgo en 1783, ciudad de la que afirmó: «En este momento se reúnen allí un grupo de hombres verdaderamente tan selecto, de profesores y de diversas ramas del conocimiento, como no se ha dado nunca en otra época o país».[1]

Los valores y los principios de la Ilustración están reflejados claramente en la Declaración de Independencia, especialmente allí donde se reconoce que «los hombres son creados iguales; que son dotados por su Creador de ciertos derechos inalienables; que entre estos están la vida, la libertad y la búsqueda de la felicidad». Este

punto se adelantaba en varios años a la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano, que se aprobaría por la Asamblea Nacional Constituyente francesa en 1789, y que es precursora de la más moderna Declaración Universal de los Derechos Humanos, aprobada en 1948 también en París. Había, sin embargo, grandes ausencias.

El reconocimiento de la libertad que hacían los estadounidenses —como luego los franceses— se inspiraba en la tradición republicana, la cual hundía sus raíces en el mundo grecorromano. En aquellas sociedades antiguas, tanto las mujeres como los esclavos estaban excluidos de la condición ciudadana, y esa visión se heredó sin cambios en los tiempos modernos. Así, a pesar de la grandilocuencia de los discursos revolucionarios, e incluso del recurso al concepto de *universal*, las mujeres quedaban fuera de los nuevos reconocimientos que se otorgaban a los hombres. Esa fue la razón que llevó a Olympe de Gouges a redactar la Declaración de los Derechos de la Mujer y de la Ciudadana en 1791, primer texto que reivindica los mismos derechos para mujeres y hombres. Los esclavos ni siquiera pudieron llegar a eso.

Estas contradicciones atravesaban los nuevos movimientos políticos de finales del siglo XVIII. Thomas Jefferson fundó en 1792, junto con James Madison, el Partido Demócrata Republicano de Estados Unidos, el cual se caracterizaba por la reivindicación de un gobierno federal limitado, la defensa de comunidades democráticas pequeñas fundadas sobre actividades agrarias tradicionales y la exigencia de un sufragio masculino más amplio. Su contrario, el Partido Federalista de Alexander Hamilton, defendía un gobierno central más fuerte, un papel más dinámico de la industria y del comercio, así como un *demos* mucho más limitado y elitista —restringido a grandes propietarios—. Este contraste en torno a quién

debía componer la masa ciudadana de Estados Unidos ha hecho que se considere habitualmente al Partido Demócrata de Jefferson como el movimiento más progresista y republicano. Sin embargo, el propio Jefferson era un esclavista.

Se dice que el primer recuerdo que tuvo Jefferson de su infancia era el de «un esclavo que lo llevaba sobre un cojín».[2] De adulto poseyó plantaciones con más de doscientos esclavos, solo a algunos de los cuales dejó en libertad. El llamado «padre de la nación estadounidense» no solo fue un esclavista, sino que también consideraba que los negros eran una raza «inferior a los blancos tanto de cuerpo como de mente».[3] No es de sorprender que Humboldt acabase confrontando con Jefferson en esta materia, dado que para el científico no había razas superiores ni inferiores, y «todas están igualmente diseñadas para la libertad».[4]

Todo esto contrasta con el hecho de que Jefferson se viera a sí mismo como un luchador por la libertad. En efecto, como dice Annelien de Dijn, «los revolucionarios atlánticos no se veían a sí mismos luchando simplemente por menos impuestos o por pan o por otros alimentos», sino que «dejaron claro una y otra vez que estaban luchando por algo más abstracto y exaltado: la libertad».[5] Irónicamente, en sus discursos en favor de la independencia, Jefferson denunciaba continuamente que «los colonos estaban siendo convertidos en esclavos».[6] Jefferson quería que los estadounidenses dejaran de ser «esclavos» de los británicos, mientras la esclavitud real se extendía incluso en su propia hacienda.

Naturalmente, Jefferson no era en esto una excepción. En los tiempos de la Declaración de la Independencia vivían en Estados Unidos aproximadamente medio millón de esclavos,[7] y la inmensa mayoría de ellos trabajaba en las grandes plantaciones de algodón y otros productos primarios. La nueva nación estaba constituida por

una comunidad de propietarios y empresarios, muchos de los cuales cimentaban sus fortunas sobre la base de la esclavitud.

Casi cien años después, Abraham Lincoln, quien terminaría liderando el norte abolicionista durante la guerra civil, llegó a afirmar: «No estoy, y nunca he estado, a favor de convertir a los negros en votantes o jurados, ni de autorizarlos a ocupar cargos ni a casarse con la gente blanca».[8] El abolicionismo de Lincoln era muy moderado, y de hecho «creía que deberían encontrarse los medios para la emancipación gradual de los esclavos, con compensación a sus propietarios y ayudando a los otrora esclavos a establecerse en África».[9] Fue la guerra civil lo que aceleró los planes de Lincoln, si bien todavía en 1861 insistía «en que el norte luchaba por defender la Unión, no por liberar a los esclavos».[10] Quizá ese racismo tan arraigado explique por qué a pesar de que la esclavitud se abolió en Estados Unidos en 1863, precisamente en una proclamación emitida por Lincoln, la segregación y el racismo han continuado en diferentes grados hasta la actualidad.

El movimiento abolicionista también sufría contradicciones en el continente europeo. El líder jacobino Robespierre fue un firme defensor de la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano, y solía recurrir a ella para criticar muchas de las disposiciones de la Constitución de 1791 aprobada por los girondinos, facción revolucionaria de carácter moderado. Por esa razón, también criticó la consolidación de la esclavitud en las colonias francesas. En el territorio europeo francés, la esclavitud estaba prohibida desde la Edad Media, pero seguía plenamente vigente en las colonias. Fue la Constitución de 1793, de inspiración jacobina, y previa insurrección esclava en la colonia francesa de Santo Domingo, la que abolió la esclavitud en todo el territorio francés. Aun así, Napoleón la reinstauró en 1800 y no fue

definitivamente abolida hasta 1848 en el marco de las revoluciones europeas.

No obstante, hubo fuerzas y personalidades que promovieron el avance incluso dando ejemplo personal. El ya mencionado Benjamin Franklin, por ejemplo, se destacó muy pronto como un abolicionista. Aunque había tenido esclavos trabajando para él, a partir de mediados de 1750 los liberó y dedicó mucha energía y tiempo al activismo abolicionista. Sin embargo, su argumentación en defensa del abolicionismo se basaba en el criterio económico, más que en consideraciones morales, un enfoque muy similar al que sostenía entonces su amigo Adam Smith.

Para Adam Smith, la esclavitud era, ante todo, una forma de organización del trabajo económicamente ineficiente que contrastaba con las formas propias de la economía moderna, las cuales se caracterizaban por el trabajo libre, las innovaciones tecnológicas y el progreso económico. De hecho, llegó a argumentar: «Parece evidente que las labores hechas por los hombres libres salen siempre más baratas, a la postre, que las realizadas por esclavos».[11] Esta tesis tuvo un peso muy importante en las corrientes liberales abolicionistas.

En todo caso, ¿cómo era posible que hubiera liberales e incluso revolucionarios que aceptaran de tan buen grado la existencia de una institución como la esclavitud? Sin duda, la explicación tiene que ver con que, a pesar de lo que pensaba Adam Smith, la esclavitud proporcionaba ingentes beneficios y era la base del sistema que sostenía los negocios de muchos de esos liberales. Precisamente por eso la resistencia a la prohibición de la trata y al abolicionismo fue tan dura, y los avances en la prohibición fueron la mayor parte de las veces lentos, progresivos y limitados.

En Inglaterra, la trata se prohibió en 1807, pero la abolición de la esclavitud tuvo que esperar hasta 1833, previo pago de indemnizaciones millonarias por parte del Estado a los propietarios de esclavos. Además, esta prohibición vino marcada por la fallida revolución previa de los esclavos de la colonia británica de Jamaica, en 1831, la cual se había saldado con 312 ejecuciones.[12] También se ha señalado que Inglaterra pudo permitirse el «lujo» del abolicionismo solo cuando tuvo asegurada una fuente casi infinita de energía, el carbón, que podía sustituir a la mano de obra esclava.[13]

Significativamente, aunque los británicos prohibieron la trata y la esclavitud, «continuaron comprando el algodón, el azúcar, el café y el tabaco que se producía con esclavos introducidos ilegalmente en los países productores, y nunca promulgó una legislación que prohibiera y sancionara la financiación del comercio esclavista con capitales británicos».[14] Esa hipocresía ha sido reforzada al descubrirse que la mayoría de los esclavos liberados por la armada británica «fueron reclutados a la fuerza para el servicio militar en el Caribe o trasladados a puertos como Freetown, Ciudad del Cabo y Santa Elena, donde eran asignados como mano de obra no remunerada a colonos (incluidos colonos negros libres en Sierra Leona) por un período de diez a quince años», razón por la cual «los historiadores tienden a referirse a ellos hoy en día como *recapturados* en lugar de *liberados*».[15]

Por otro lado, en España, las voces abolicionistas no se abrieron paso hasta 1868 tras el exilio de la monarquía borbónica —la cual, además, tenía inversiones en el negocio esclavista—. No obstante, la prohibición de la esclavitud tuvo que esperar a 1873 en Puerto Rico y a 1886 en Cuba. En aquel largo «mientras tanto», los intereses esclavistas maniobraron para torpedear y descafeinar los proyectos abolicionistas, para acabar con jefes de gobierno —como el caso de

Manuel Becerra— y, probablemente, incluso para asesinar al presidente Juan Prim por su disposición a aprobar la prohibición de la esclavitud.[16]

Como he dicho, para Adam Smith la esclavitud no solo no estaba relacionada con el capitalismo, sino que, en realidad, era su opuesto. Por el contrario, otros pensadores, como Karl Marx, sostendrían no solo que el esclavismo fue necesario para que existiera el capitalismo, sino que incluso el trabajo asalariado era solo libre como espejismo, pues detrás de su apariencia de voluntariedad se encontraba la fuerza del hambre.

Adam Smith describió el surgimiento del capitalismo como un proceso esencialmente pacífico, por el cual determinados actores consiguieron ahorrar riqueza suficiente como para convertirla en capital e iniciar así el proceso de producción capitalista. Marx llamó a ese proceso *acumulación primitiva*, pero él no veía nada pacífico en la forma en la que se desenvolvió en la historia real, sino que aquella acumulación se debió más bien a «la conquista, el sojuzgamiento, el homicidio motivado por el robo: en una palabra, la violencia».[17] Como ya vimos en el capítulo anterior, el autor de *El capital* entendía que la acumulación primitiva fue la forma específica que tomó la disolución de la sociedad feudal y que dio lugar a la creación de las instituciones del capitalismo, destacadamente el mercado de trabajo.

Sin embargo, en un pasaje magnífico del primer volumen, Marx se refiere también al papel que tuvo el colonialismo en dicha acumulación primitiva y, por lo tanto, en el germen del capitalismo:

> El descubrimiento de las comarcas auríferas y argentíferas en América, el exterminio, la esclavización y el soterramiento en las minas de la población aborigen, la conquista y el saqueo de las Indias Orientales, la transformación de África en un coto reservado para la caza comercial de pieles negras caracterizan los albores de la era de producción capitalista. Estos procesos idílicos

> constituyen factores fundamentales de la acumulación originaria. Pisándoles los talones, hace su aparición la guerra comercial entre las naciones europeas, con la redondez de la Tierra como escenario.[18]

Esta visión marxista fue ampliada por el historiador Eric Williams en *Capitalismo y esclavitud,* de 1944. En esta obra, Williams argumentó que la esclavitud había sido un proceso necesario para acumular capital en pocas manos, así como para ampliar mercados para las pequeñas industrias nacientes inglesas, todo lo cual fue condición necesaria para que luego pudiera tener lugar la Revolución Industrial. Por otro lado, Williams también aseguró que la abolición de la esclavitud tuvo más que ver con la ausencia de rentabilidad que con criterios morales o políticos.

En los últimos años ha renacido el interés por esta cuestión, y los estudios más recientes han abundado en la tesis de Williams. El punto crítico es que no debemos limitarnos a la contribución que tuvieron los beneficios procedentes directamente de las plantaciones coloniales, muchos de los cuales se reinvirtieron en empresas de Gran Bretaña. Ese es solo uno de los aspectos de la acumulación primitiva británica. Por ejemplo, también el negocio del comercio de esclavos proporcionó ingentes beneficios a los tratantes, los cuales aprovecharon las nuevas rentas para convertirse en prestamistas de empresarios industriales o para incorporarse ellos mismos a las filas de la incipiente clase capitalista industrial. Plantadores y tratantes fueron los protagonistas, pero no los únicos.

Todo el proceso esclavista necesitó de una inmensa red de participantes que se beneficiaban, directa o indirectamente, del negocio de las plantaciones esclavistas. Desde los astilleros que construían los barcos en los que se transportaban las mercancías que se intercambiaban luego por esclavos con destino a América, hasta las empresas de comercialización y distribución de las

mercancías producidas en las plantaciones coloniales, pasando por el propio Estado británico, que protegía las rutas esclavistas con su armada, y que encontraba una importante fuente de financiación en los impuestos a los productos procedentes de las colonias, destacadamente del azúcar.

Sin embargo, como dice José Antonio Piqueras, «existe un grupo de "negreros" que ha escapado al señalamiento y, sin embargo, desempeñó un papel esencial en el tráfico y sostenimiento de la esclavitud: los financieros del negocio».[19] En efecto, para que el tráfico de esclavos funcionase era necesaria también la participación de las empresas de seguros y de los bancos que proporcionaban dinero y garantías a las expediciones y negocios esclavistas.

Por otro lado, las empresas británicas que realizaron la Revolución Industrial también encontraron importantes mercados en las Américas, donde vendían desde productos de lujo para la oligarquía colonial hasta prendas de vestir para los esclavos. El osnaburgo, por ejemplo, fue un tipo de tela barato que se producía en Gran Bretaña y que tenía como único destino vestir a los esclavos de las colonias. De hecho, África occidental y las Américas absorbían entre el 79 y el 94 por ciento de todas las exportaciones de algodón británicas entre 1700 y 1774.[20] El textil es un ejemplo claro de cómo se integraban las manufacturas inglesas dentro del comercio esclavista, lo que impide ver su desarrollo como algo simplemente debido a los méritos del libre mercado y la innovación tecnológica.

Además, los artículos coloniales producidos por mano de obra esclava también hicieron más barata la vida en los países desarrollados, particularmente en Gran Bretaña. Los alimentos procedentes de las colonias suponían para Inglaterra el 17 por ciento en 1700, pero el 35 por ciento en 1800.[21] En la primera mitad del siglo XVIII, Gran Bretaña consumía un tercio de todo el azúcar

europeo, y en esa industria participaban igualmente las empresas británicas de importación, de refino y de distribución. Naturalmente, de ese proceso se beneficiaban las tiendas que vendían los productos y los consumidores que los compraban. Algo similar pasaba con el tabaco y el café, también productos coloniales cuyo bajo precio estuvo determinado por la mano de obra esclava.

En definitiva, el colonialismo y la esclavitud facilitaron el despliegue de las sociedades industriales europeas. El reciente estudio de Klas Rönnbäck sugiere que a finales del siglo XIX las actividades económicas británicas dentro del comercio triangular eran equivalentes al 11 por ciento del PIB.[22] Esta acumulación primitiva fue de especial importancia para Gran Bretaña, quien desde la guerra de Sucesión española y el consiguiente Tratado de Utrecht (1713-1715) logró de la Corona española el permiso para comerciar con sus colonias del Caribe. Los británicos dominaron el comercio de esclavos desde la década de 1740 hasta 1807, fecha en la que se prohibió la trata, dominando más del 40 por ciento del mercado.[23] Quizá sea el momento de preguntarse, como hizo Walter Rodney, «¿qué hubiera sido del nivel de desarrollo británico si millones de los suyos hubieran sido puestos a trabajar como esclavos lejos de sus hogares durante un período de cuatro siglos?».[24]

Pero no solo Gran Bretaña recurrió a esta acumulación primitiva. También lo hicieron los demás países europeos que participaron del negocio esclavista. En efecto, como ha dicho Piqueras, en la acumulación de capitales en el comercio de esclavos y las plantaciones se encuentra «la raíz de la economía española más desarrollada del siglo XIX —banca, navieras, astilleros, ferrocarriles, seguros, industria textil, siderurgia, cementeras, desarrollo urbano —».[25] Podemos, por lo tanto, coincidir con Fontana en que «una de

las más grandes mentiras de la historia oficial del capitalismo es aquella que le atribuye un papel central en la lucha por el abolicionismo, cuando la realidad es que el progreso de la industrialización habría sido imposible sin los esclavos».[26]

Por otro lado, en gran medida, el despliegue de las plantaciones tuvo origen en la extensión de nuevos hábitos de consumo en Europa, tales como el gusto por el azúcar, el café o el tabaco. Como dice Dale Tomich, «el trabajo duro de los esclavos y una incipientemente red global de intercambios proveyeron de los elementos centrales de un estilo de vida que definió el consumo civilizado».[27] O, como afirma más dramáticamente Andrew Nikiforuk, «el comercio de esclavos, como un sistema energético, comprometió el conjunto de la sociedad europea» y «cada gramo de azúcar echado en las tazas de té británicas dependía de los músculos encadenados».[28]

En realidad, se trata de un proceso similar al que ocurre hoy en día, cuando nuestra capacidad para vestirnos o comer barato depende igualmente de la explotación y apropiación de recursos naturales y mano de obra muy barata en otras partes del mundo. Las formas institucionales han cambiado, pero no la lógica última. En Estados Unidos, por ejemplo, ha sido objeto de debate reciente la medida en que el descenso de los precios debido a las importaciones desde países con mano de obra barata ha compensado las pérdidas de empleos debidas a las externalizaciones, un asunto que trataremos en el siguiente capítulo.

Esa es la razón que ha llevado a que algunos autores, como el sociólogo Ulrich Brand, hablen de *modo imperial de vida*, ya que «son las relaciones sociales y con la naturaleza en otras partes del mundo las que hacen posible el modo de vida cotidiana en los

centros capitalistas: a través del acceso prácticamente ilimitado a la fuerza laboral, los recursos naturales y los sumideros».[29]

En nuestra vida cotidiana, donde el consumo aparece como un fenómeno meramente técnico y desconectado de todos los eslabones previos en la cadena de producción, no nos damos cuenta de sus implicaciones ecológico-imperialistas. Por decirlo de otro modo, vivimos en esas relaciones imperialistas de manera inconsciente. Pero lo cierto es que las condiciones de vida de la clase trabajadora del norte son menos malas gracias a las mucho peores condiciones de vida de la clase trabajadora de los países de la periferia. Como dice Brand, «las personas con ingresos bajos y poca capacidad económica o que viven del seguro de desempleo o de transferencias sociales solo pueden participar del bienestar social en la medida en que se benefician de las malas condiciones laborales y la explotación de la naturaleza en regiones externas, por ejemplo, cuando compran ropa o alimentos baratos».[30]

La escritora Naomi Klein llama *zonas de sombra* a esa parte invisible que queda detrás del consumo cotidiano en los países desarrollados. Como ella dice, «el capitalismo no se agota en las capas superficiales de los mercados en las que opera directamente la clase media de las regiones más ricas del planeta», pues «todo eso no es más que su escaparate». Más relevante es darse cuenta de que «esas actividades requieren cierto grado de explotación de sus trabajadores, dependientes y consumidores, pero también se asientan sobre las zonas más ocultas de la cadena de suministros, zonas donde hay hiperexplotación, confinamiento de personas y envenenamiento de ecosistemas que no son fallos accidentales del sistema, sino que forman parte desde siempre del mecanismo que hace funcionar nuestro mundo».[31]

De hecho, Klein desnuda esa cadena al describirla en estos términos:

> Décadas de exprimir cualquier posible recurso eficiente implican que cada eslabón de la cadena —las minas y granjas industriales de donde se extraen las materias primas; las fábricas y los mataderos que transforman esos materiales en piezas y productos acabados; los trenes y barcos que los transportan a través de continentes y océanos; los almacenes que los clasifican y los guardan para tenerlos listos al toque de un clic de cursor; los camiones y furgonetas que los entregan cuando llega ese clic; las montañas de desechos y los canales envenenados a los que van a parar los residuos de cada fase; los deslumbrantes patios de recreo en que los superricos disfrutan de su botín— cuenta una historia de saqueo distinta, pero asombrosamente familiar.[32]

¿Cómo es posible esta jerarquía internacional en nuestra sociedad incluso una vez superados formalmente el colonialismo y la esclavitud? La razón está en que una de las formas de esclavitud desapareció, pero las huellas y las cicatrices quedaron. Las prácticas coloniales de los países más desarrollados, que usaban las colonias en beneficio suyo, implicaron que algunos países se desindustrializaran y que otros se especializaran en la producción de bienes de exportación intensivos en mano de obra. Así, cuando la mano de obra esclava fue sustituida por mano de obra libre, las estructuras productivas se mantuvieron dependientes de las dinámicas económicas de los países desarrollados. Las guerras imperialistas no desaparecieron del todo, ni siquiera en sus formas más descarnadas, pero tendieron a tomar formas más sofisticadas y centradas en la economía. Como veremos, hay formas esenciales de continuidad de las prácticas y de los resultados entre el viejo imperialismo y sus nuevas formas actuales.

6.1. Naturaleza barata en la historia

Yetundé es un nombre femenino de la cultura yoruba, originaria de África occidental, que significa 'la ancestra ha regresado' —lo que refleja la creencia de su comunidad en la reencarnación—. A buen seguro, así se llamaban también miles de las mujeres que fueron capturadas y esclavizadas por los europeos desde el siglo XVI, cuando comenzó a gran escala el comercio de esclavos que extrajo de su continente a un mínimo de 12,5 millones de seres humanos.

Para entonces, los yorubas, como otras comunidades africanas, ya estaban tristemente familiarizados con la esclavitud. Durante largos siglos, las guerras entre pueblos africanos habían creado esclavos a partir de los grupos derrotados o conquistados. También distintas sociedades árabes habían establecido, al menos desde el siglo VII, un sistema esclavista que se proveía, sobre todo, en África oriental y Eurasia. La mayoría de estos esclavos, sobre todo las mujeres, tenían como destino el servicio doméstico de las élites. No obstante, en otros casos, como ocurría generalmente con los hombres, podían ser incorporados a divisiones militares formadas íntegramente por esclavos no árabes, como fue el caso de los mamelucos o los jenízaros. Con todo, la esclavitud que emergió a partir del siglo XVI, con la incorporación de los reinos cristianos a la caza de personas, resultó ser algo sustancialmente diferente.

El sistema esclavista típico de los siglos XVI al XIX comenzaba en el momento en que una persona, quizá llamada Yetundé, era capturada por un pueblo rival, bien como resultado de una guerra local o bien en el marco de una campaña destinada directamente al secuestro y esclavitud de las «presas». Los nuevos esclavos tenían que desplazarse caminando, a través de largas distancias de incluso centenares de kilómetros, hasta que llegaban a una «factoría», es decir, una suerte de fortificación costera donde aguardaban las embarcaciones que los llevarían a América. En las factorías los

esclavos eran clasificados según sus atributos físicos, con el ojo siempre puesto en que serían utilizados como fuerza de trabajo. Esa es la razón por la que la mayoría eran varones, lo que explica que «la media histórica de mujeres importadas en la América hispana puede cifrarse por debajo del 30 por ciento».[33]

Una vez realizada la compraventa entre los factores y los jefes tribales que habían capturado a los esclavos, comenzaba lo que el historiador José Antonio Piqueras ha llamado «el primer descenso a los infiernos», porque «la experiencia del africano encerrado en la barriga de un barco y conducido a alta mar era de auténtico terror psicológico».[34] El viaje duraba hasta tres meses cuando se realizaba entre los siglos XVI y XVIII y, debido a las mejoras tecnológicas, podía durar unos 51 días entre 1830 y 1867.[35]

Las condiciones durante el viaje eran horrorosas, con los esclavos acumulados en una densidad de una persona por medio metro cuadrado, sin capacidad alguna para moverse, disponiendo de una sola comida al día y en muchos casos teniendo que orinar y defecarse encima. En tal situación, era habitual la proliferación de enfermedades, y no era tampoco raro que los capitanes lanzaran por la borda a los esclavos enfermos, todavía vivos, a fin de evitar la expansión de la enfermedad. A veces, los esclavos morían directamente en el barco, de hambre o de sed. Las condiciones de la travesía ocasionaron una «pérdida por muertes en la trata española del orden del 19 por ciento del pasaje desde el siglo XVIII, frente al 15 por ciento de los esclavos fallecidos en su conducción a las colonias británicas del Caribe y el 12 por ciento de los que iban destinados a las colonias francesas de la misma región».[36] En otras ocasiones, las heridas eran de otra naturaleza. Por ejemplo, en el desembarco del bergantín español Jesús María descendieron 97 mujeres jóvenes, la mayoría con edades comprendidas entre once y

catorce años, todas las cuales habían sido violadas durante la travesía.[37]

El trato inhumano queda reflejado significativamente en el conocido caso del barco británico Zong, propiedad de comerciantes de Liverpool, que en mitad de la travesía enfrentó la escasez de agua. Ante esa situación, la respuesta del capitán fue lanzar al mar a unos 140 esclavos a fin de cobrar el seguro —que no recibirían en caso de muertes naturales—. La compañía aseguradora denunció al propietario por fraude, pero el tribunal británico dio la razón a los comerciantes al considerar que los esclavos eran una carga prescindible.

Ya en las colonias americanas, los esclavos recibían nuevos nombres cristianizados, pero seguían sometidos a una férrea disciplina que los obligaba a trabajar en durísimas condiciones y en interminables jornadas laborales de hasta dieciséis horas al día. El látigo, los grilletes y la horca eran los instrumentos a los que los propietarios de las plantaciones recurrían para elevar la productividad del trabajo forzado. Ante tales circunstancias, y a pesar de las dificultades que entrañaba el hecho de que los esclavos tenían procedencias diversas y en muchos casos ni siquiera compartían idioma, no es de extrañar que los motines y conatos de rebelión fueran constantes. No obstante, tales actos eran castigados, casi sin excepción, con la muerte.

Hubo muchos casos de insurrección generalizada en las colonias esclavistas, aunque la mayoría fue sofocada con extrema violencia. Sin embargo, una revuelta logró cambiar el curso de la historia: la revolución de la colonia francesa de Santo Domingo, situada en la parte occidental de la isla La Española. Por entonces, la colonia contaba con casi medio millón de esclavos procedentes de África y en 1791, en el contexto de la Revolución francesa y tras décadas de

brutal explotación, los esclavizados iniciaron una rebelión masiva contra los colonos blancos. Este levantamiento, liderado por figuras como Toussaint Louverture, Jean-Jacques Dessalines y otros líderes afrodescendientes, se convirtió en una prolongada guerra de independencia y de abolición. Durante el conflicto, se produjeron episodios de extrema violencia, incluyendo masacres de colonos blancos. Tras más de una década de lucha, en 1804 se proclamó la independencia del nuevo Estado: Haití, la primera república negra del mundo y la primera nación en abolir definitivamente la esclavitud.

La Revolución haitiana no solo fue un hecho sin precedentes, sino que tuvo un profundo impacto en el mundo atlántico: inspiró movimientos antiesclavistas, aterrorizó a las potencias coloniales y obligó a Europa a enfrentar las contradicciones entre sus ideales ilustrados y sus intereses económicos en el sistema esclavista. Sin embargo, como ha afirmado el historiador Edgar Straehle, «el mensaje y el ejemplo de esa revolución de esclavos no calaron en Europa ni en la memoria revolucionaria»,[38] y probablemente fue así porque condensaba muchas de las contradicciones del movimiento revolucionario europeo.

Con todo, la Revolución haitiana alteró de manera considerable la red de intercambios coloniales, en especial en el caso del algodón y del azúcar, con los países europeos. Para entonces, la mayoría de los países del centro estaban desarrollando industrias manufactureras que dependían de la provisión de materias primas procedentes de las colonias y del trabajo esclavo. Ese hecho contribuyó a abrir nuevas oportunidades para otras islas y otras potencias.

El trabajo y los recursos baratos han sido siempre la clave para lograr una mayor competitividad en el precio, lo que resulta crucial para la reproducción de los metabolismos societales modernos,

especialmente el industrial. Pero ha habido muchas formas distintas de trabajo barato, siendo la más descarnada y humillante la que proporcionaban los esclavos.

6.1.1. *Trabajo esclavo*

Cuando pensamos en la esclavitud, lo más probable es que nos venga a la mente la imagen que acabamos de describir con personas negras trabajando en plantaciones agrícolas, sobre todo produciendo algodón o azúcar. Es lógico que así sea, pues se trata de la forma más generalizada de esclavitud durante los siglos XVIII y XIX, sobre todo en las colonias europeas de América. La estimación más conservadora nos habla de más de 12 millones de personas extraídas de África, de las cuales al menos millón y medio murieron durante la travesía intermedia. Ahora bien, esta forma específica de esclavitud fue destacadamente una innovación moderna de los imperios de Portugal y de España, que luego perfeccionaron ingleses, franceses y estadounidenses, por lo que el origen nos conduce a la península ibérica. La esclavitud como forma extrema de trabajo barato fue fundamental para los primeros imperios que buscaban disminuir el coste de los recursos.

Como hemos visto en el capítulo 4, la esclavitud fue una institución importante en las sociedades grecorromanas. Allí, los esclavos se dedicaban principalmente a la captura de la energía del entorno —a través de la agricultura— y de ese modo liberaban a las élites de la necesidad de producir directamente la energía alimentaria —lo que les permitía dedicarse a tareas como la guerra, la filosofía o la administración política—. Aunque con carácter periférico y con sus propios matices, en la península se reprodujeron las instituciones romanas, incluyendo la esclavitud. El historiador

William Phillips afirma que «hacia el final del período imperial, la Hispania romana no era una sociedad esclavista, si acaso lo había sido alguna vez, pero sí era una sociedad con esclavos».[39] No obstante, con la caída del Imperio Romano de Occidente, la esclavitud se transformó en el seno de las sociedades subsiguientes, si bien no desapareció.

Como se sabe, los musulmanes entraron en la península a comienzos del siglo VIII. Por entonces, el territorio de la vieja Hispania romana estaba gobernado por la monarquía visigoda, que era débil y sufría una constante agitación interna —con continuos destronamientos y rebeliones—. Además, los episodios de peste bubónica de los años 693 y de 707-709 redujeron notablemente la población peninsular.[40] En abril de 711, un gran ejército musulmán entró por Gibraltar y derrotó al rey Rodrigo en julio de ese mismo año. En los meses siguientes, la resistencia militar visigoda fue escasa, pues la población hispana parecía en general indiferente al cambio de dirigentes y la mayoría de los nobles pactaron su rendición a cambio de mantener su estatus y sus posesiones. En muchísimos casos, tales pactos incluyeron alianzas matrimoniales entre las hijas de la nobleza visigoda y los generales conquistadores musulmanes, todo lo cual contribuyó posteriormente a facilitar el proceso de «arabización» de la población indígena cristiana.[41] Tales circunstancias hicieron posible que en menos de tres años casi la totalidad de la península quedara bajo control de fuerzas islámicas.

Tanto la sociedad visigoda como la sociedad musulmana estaban familiarizadas con la esclavitud antes de instalarse en la península. No obstante, las características de esta institución diferían de las típicas del mundo grecorromano, principalmente en el hecho de que en ambas sociedades la esclavitud no era un elemento económico crucial. Los esclavos se dedicaban en general a las tareas

domésticas o, como en el caso de las sociedades musulmanas, incluso al entretenimiento. Y aunque había esclavos trabajando la tierra, no tuvieron un papel central en sus distintas economías. Pero todo esto iba a cambiar con las innovaciones que introdujeron los reinos cristianos que arrebataron la península a los musulmanes.

A pesar de que la conquista árabe había sido rápida y en gran medida pactada, en las zonas montañosas del norte peninsular y del cuadrante nororiental ciertos grupos cristianos opusieron resistencia militar. Desde ese momento, los reinos cristianos mantuvieron con el mundo musulmán fronteras dinámicas, las cuales también se convirtieron en un canal a través del cual fluían los esclavos. En ese contexto, fue una práctica común el asalto a las tierras vecinas a la búsqueda de botín, donde el secuestro de personas resultaba un atractivo importante debido a los rescates que podían obtenerse. Si los desdichados seres capturados carecían de contactos o familiares con capacidad para pagar su libertad, su destino era con toda probabilidad la esclavitud. Esta práctica de asaltar la frontera vecina mediante rápidas incursiones militares sobre zonas poco o nada protegidas fue tan popular entre los reinos cristianos que en España recibió el nombre de *cabalgada*.

En las operaciones a gran escala, el volumen de esclavos podía alcanzar una magnitud muy relevante. Por ejemplo, tras las conquistas cristianas de Mallorca y Menorca, en el siglo XIII, más de 40.000 musulmanes fueron esclavizados y vendidos a lo largo de todo el Mediterráneo cristiano.[42] Las fallidas rebeliones contra la administración de Castilla por parte de los moriscos —musulmanes convertidos al cristianismo— también se saldaban con la esclavización de hombres, mujeres y niños que eran considerados culpables. En definitiva, existió un flujo continuo, aunque variable, de entrada de esclavos.

La expansión ibérica

Hacia comienzos del siglo xv, los reinos cristianos peninsulares habían logrado avanzar considerablemente en la expansión militar hacia el sur y, tras siglos de conflicto, las posesiones bajo control musulmán en la península ibérica se habían reducido al territorio del antiguo reino nazarí de Granada. Hay que tener presente que, aunque durante la mayor parte del tiempo fueron entidades políticas separadas, Portugal y la monarquía española estuvieron profundamente entrelazados. El reino de Portugal fue el primero en expulsar a los musulmanes de su región, pues Lisboa fue conquistada por los cristianos en 1147 y la última posición musulmana, Silves, cayó en 1249. Por otro lado, los reinos de Aragón y Castilla se unificaron políticamente —aunque no administrativa o culturalmente— en 1469, con la boda de Isabel y Fernando. Con todo, el origen portugués del explorador español Magallanes, así como la trayectoria portuguesa del propio Colón, refleja en buena medida la estrecha relación entre los reinos ibéricos.

Según el relato que mantenían los Reyes Católicos, la conquista de Granada estaba justificada por ser ellos los legítimos herederos de los últimos reyes visigodos. Siguiendo esa narrativa, el avance cristiano sería posteriormente conocido como Reconquista y justificado en términos de «guerra de religión», si bien se trata de un concepto anacrónico y que jamás fue formulado de tal manera por los contemporáneos.[43]

Los asaltos a las zonas musulmanas no se limitaban a la península, sino que comenzaron a producirse también en el norte de África incluso mucho antes de la conquista final de Granada. Ceuta, por ejemplo, fue conquistada por Portugal en 1415. Los exploradores y conquistadores cristianos también se adentraron en las costas del

Sáhara y en las islas del Atlántico. Estas iniciativas fueron englobadas posteriormente como «continuación de la Reconquista», pues se justificaron como una prolongación de la lucha contra los musulmanes.

Sin embargo, la expansión continuó mucho más allá del mundo musulmán. Fernando amplió el territorio de la monarquía española con la conquista del reino cristiano de Navarra en 1512, zonas de África del Norte, del sur de Italia y de islas en el Atlántico. En estas últimas no había musulmanes y, sin embargo, los conquistadores también reprodujeron allí las prácticas de asalto que llevaban siglos desplegando en la península. Todo ello sugiere que el entusiasmo religioso no era lo único que se encontraba detrás de aquella ansia expansionista y que quizá, como dice Wallerstein, era más bien «una racionalización, sin duda internalizada por muchos de los actores».[44] Para explicar aquellas aventuras militares, el historiador Bartolomé Yun Casalilla apunta más bien a que su «objetivo era también asegurar el acceso al oro, los esclavos y las tierras de África, sobre todo para la producción de azúcar», al tiempo que recuerda que aquellas nuevas conquistas venían marcadas por «la necesidad y la ambición de consolidarse y expandirse que tenían las élites, y en particular las necesidades de la nobleza»,[45] especialmente de los hijos menores sin tierras y sin herencias.

El primer país que inició una expansión territorial fuera de Europa fue Portugal. Enrique de Portugal, conocido posteriormente como Enrique el Navegante, fue el promotor de las primeras expediciones contra las fuerzas musulmanas en el norte de África y de las primeras exploraciones a lo largo de la costa africana. La ruta del oro conocida estaba en África, y una manera de sortear el control de Marruecos era a través de la costa occidental africana. Lo que se

buscaba era oro y esclavos, aunque los portugueses también estaban seducidos por la idea de encontrar el reino cristiano de John el Predicador, un supuesto descendiente de uno de los tres Reyes Magos, cuya colaboración se esperaba en la lucha contra los musulmanes.[46] Desde 1442, además, las expediciones fueron consideradas una cruzada por parte de varias bulas papales, las cuales además justificaban la captura de esclavos con la condición de su conversión religiosa.[47]

Los territorios más codiciados fueron los que formaban los archipiélagos de las Azores, Madeira y las Canarias. Estas islas situadas en el Atlántico fueron disputadas por franceses, portugueses y españoles desde comienzos del siglo xv y resultaron, en palabras de los historiadores Jean-Baptiste Fressoz y Fabien Locher, «el laboratorio para la colonización del Caribe, el modelo para una colonización basada en el azúcar, la deforestación, el trabajo forzado de la población indígena y las importaciones de esclavos africanos».[48]

En 1402, una expedición francesa bajo la Corona española había tomado la isla de Lanzarote, que albergaba una población nativa de unos centenares de personas. Durante los casi cien años siguientes, los españoles lucharon para conquistar el resto de las Canarias, si bien tuvieron que enfrentar no solo la dura resistencia de los guanches nativos de las islas, sino también la competencia militar de los portugueses. Esas disputas entre reinos ibéricos desataron varias guerras a lo largo del siglo xv y fueron tan notables que, en la sucedida entre 1475 y 1479, los castellanos tuvieron que acordar una tregua con el emir de Granada para asegurarse la retaguardia mientras las tropas enfrentaban las hostilidades portuguesas.[49] Uno de los principales atractivos de las Islas Canarias era precisamente la alta disponibilidad de nativos que podían convertirse en esclavos,

puesto que existía una demanda importante para el mercado ibérico y para el emergente y creciente mercado de las plantaciones esclavistas de Madeira. Como ocurría con los prisioneros, los esclavos también eran usados de manera creciente como remeros en las galeras de los cada vez más imponentes ejércitos.

En 1420 habían llegado los primeros colonos portugueses a las islas de Madeira y Porto Santo, lugares que estaban completamente deshabitados. A pesar de que pronto descubrieron que la fertilidad de aquel suelo volcánico era enorme y las condiciones climáticas excelentes, la orografía hacía muy difícil sacarle provecho agrario. Acondicionar el terreno para el cultivo iba a implicar un durísimo esfuerzo físico para el que resultaba improbable encontrar mano de obra libre y dispuesta, razón por la cual finalmente esas tareas las ejecutaron los esclavos.

Para entonces, todavía Portugal no se había involucrado por completo en el sistema de la trata de esclavos —cosa que haría unas pocas décadas después—, pero sí tenía capacidad de proveer de mano de obra forzada gracias a las prácticas de las cabalgadas, razias o asaltos en las que sus soldados estaban bien entrenados. Sin embargo, ahora el rescate no era la prioridad, sino que lo era el esclavo en sí mismo, por su valor como mano de obra barata. Como dice el historiador Antonio Espino, «si en la guerra contra los musulmanes en la península ibérica la esclavitud y el rescate podían alternarse, no ocurrió lo mismo en el caso de los canarios y de los aborígenes americanos».[50] Por otro lado, la mayoría de los esclavos que finalmente acondicionaron las islas portuguesas fueron guanches, un pueblo que desde comienzos del siglo XV había sido capturado y esclavizado por los reinos ibéricos.

Los esclavos fueron fundamentales no solo para adecuar las islas, sino también para la producción agrícola y ganadera. Y si bien en las

islas atlánticas se criaban cerdos y ganado bovino, así como también se cultivaba trigo y vino, la producción principal pronto sería la de azúcar, por entonces un producto de lujo. No se conoce bien de dónde es originaria la caña de azúcar, pero sí sabemos que llegó a Occidente procedente de la India y que en el siglo x ya estaba introducida en los territorios de la península ibérica controlados por los musulmanes, y también en el reino de Valencia.[51] Esas regiones iban a sustituir las producciones de mejor calidad, pero todavía de muy pequeña escala, que habían tenido lugar a lo largo del Mediterráneo oriental en las zonas de Siria, Palestina, Egipto y Chipre.[52] En la década de 1440 los portugueses habían intentado cultivar el azúcar de caña en las Azores, pero las frías condiciones climáticas dieron al traste con el experimento.

Sin embargo, a partir de mitad de siglo quedó claro que la isla de Madeira era un lugar ideal para hacer crecer aquel cultivo que proporcionaba ingentes beneficios. En solo unos pocos años, en 1456, se estaba exportando el primer barco de azúcar con destino a Inglaterra.[53] Por entonces había en la isla más de 2.000 esclavos, los cuales fueron los responsables de convertir aquella isla portuguesa en el productor de azúcar más grande del mundo, a cambio de una vida más dura y corta.[54]

Debe tenerse presente que el cultivo del azúcar es muy exigente, ya que necesita mucha agua y además requiere atención durante todo el año, siendo especialmente delicadas las cuarenta y ocho a setenta y dos horas de las que se dispone para completar la fase de cocción del jugo a partir del momento en que se corta la caña. Transcurrido ese tiempo la concentración sacarífera se pierde de manera natural. Debido a estos requerimientos, la producción exige un intensivo uso de mano de obra. El trabajo que mejor se adecuaba a esas condiciones era el trabajo esclavo, cuya provisión

proporcionaban los cautivos procedentes de las cabalgadas. Por otra parte, el éxito de la producción azucarera demandó mucha más fuerza de trabajo esclava y supuso un estímulo crucial para el desarrollo de nuevos sistemas de capturas de esclavos. Además, conforme la producción azucarera se desplazó desde las islas atlánticas hacia América, también lo hizo la esclavitud. Podemos decir, con Wallerstein, que «la esclavitud siguió el rastro del azúcar».[55]

Siendo el azúcar una actividad tan rentable, también los españoles quisieron sumarse haciendo uso de sus nuevas posesiones en las Islas Canarias. Para ello, se sirvieron de la financiación que proporcionaron los genoveses, quienes habían también facilitado las expediciones de Portugal. La ciudad Estado de Génova, en su pugna contra la ciudad Estado de Venecia, había desplazado su actividad financiera y comercial hacia la península ibérica a comienzos del siglo xv y se había integrado en las redes familiares de los reinos portugués y español. Uno de esos genoveses era Cristóbal Colón, quien en 1470 estaba afincado como mercader en Lisboa y tenía que visitar ocasionalmente Madeira con objeto de adquirir azúcar. Se casó con la hija de uno de los capitanes de Enrique el Navegante, que era además gobernador de Madeira. Fue precisamente en Madeira donde pasó la luna de miel y vivió un tiempo, y desde donde zarpó para conocer otras islas y puestos comerciales portugueses del Atlántico. En aquellas islas aprendió no solo el papel fundamental de las producciones azucareras en sus economías y el lugar que ocupaban los esclavos, sino también el efecto que estaba teniendo la deforestación sobre el clima local.[56]

La invasión de América

Cristóbal Colón estaba influenciado por el filósofo Paolo del Pozzo Toscanelli, quien pensaba que la distancia entre Europa y Asia por el oeste era mucho más reducida de lo que afirmaban los geógrafos de la corte portuguesa. Usando ese argumento, Colón intentó persuadir a los gobernantes portugueses de que establecer una ruta comercial con Asia a través del Atlántico era un proyecto viable. Tanto la monarquía portuguesa como luego, durante un tiempo, la monarquía española, se negaron a financiar tales expediciones.

Colón recurrió a un argumento adicional que terminó convenciendo a Isabel la Católica: prometió que la riqueza obtenida por la expedición serviría para financiar la recuperación de Jerusalén para la cristiandad. La reina quedó seducida por esa idea y, a pocas semanas de la victoria sobre los musulmanes en Granada, en agosto de 1492, aprobó el apoyo de una pequeña expedición de tres naves y una tripulación de noventa personas. A pesar de lo que creía Colón, la expedición arribó a una isla de las Bahamas, y poco después alcanzaron la isla La Española (actualmente Haití y República Dominicana). Colón mantuvo hasta su muerte la convicción de haber llegado a las costas asiáticas, razón por la que llamó indios a los aborígenes, si bien los castellanos pronto comprendieron que se encontraban ante un «Nuevo Mundo».

Desde su llegada, los castellanos reprodujeron en el territorio invadido las instituciones con las que estaban familiarizados en la península, tales como las cabalgadas, el esclavismo y las plantaciones azucareras. No solo eso, también fueron «importadas» las prácticas violentas aprendidas durante siglos de guerrear constante y aplicadas sobre los indios. El etnólogo Carl Georg Eduard Friederici señaló que en la conquista de las Canarias ya se podían observar prácticas que se repetirán en América, tales como «el colgar y empalar a la víctima, el descuartizarla, el cortarle las

manos y los pies, haciendo luego correr al mutilado, el ahogar a los infelices prisioneros y esclavizar a las poblaciones indígenas».[57]

El interés de los colonizadores fue desde el principio la extracción de recursos, principalmente oro, plata y fuerza de trabajo esclavizada. De hecho, Eric Wolf señaló que «la guerra y el apoderamiento de pueblos y recursos, no el desarrollo comercial e industrial, llegó a ser el modo dominante de reproducción social»[58] de la monarquía española. Los castellanos esclavizaron a las poblaciones indígenas prácticamente desde que desembarcaron y, como había sucedido en la península, las cabalgadas fueron el mecanismo principal por el que se abastecieron de cautivos. Los castellanos zarpaban desde las islas previamente controladas hacia las islas vecinas para capturar esclavos —procesos que eran gráficamente llamados *vendimias*—,[59] tras lo cual los marcaban a hierro con el distintivo del rey de España. Con la excusa de que los indígenas se resistían, cuestión no siempre cierta, «cualquiera de los habitantes de las islas inútiles, denominadas tan despectivamente por no haberse encontrado oro en ellas, era susceptible de ser esclavizado».[60]

Estas tempranas operaciones estaban apoyadas por la Corona española y, además, permitían financiar las propias exploraciones, en tanto que los prisioneros capturados eran posteriormente vendidos para su empleo sobre todo en las Antillas Mayores —principalmente La Española, Cuba y Puerto Rico—. Fue aquí adonde, ya desde 1507, llegaron miles de esclavos indígenas para trabajar en las plantaciones de azúcar. Se calcula que en el período entre 1515 y 1542 se capturaron más de 200.000 indígenas solo en Nicaragua, con destino a las Antillas.[61] Si bien se recurría a los esclavos para tareas domésticas, el grueso se empleó en la minería de oro y plata y en las primeras plantaciones azucareras.

Cristóbal Colón había introducido la caña de azúcar en La Española tan pronto como 1493, y para 1515 ya partían las primeras embarcaciones con cargamentos de azúcar con destino a España.[62] A partir de 1520 se construirán los primeros ingenios —verdaderas «fábricas» donde se producía y se trataba el azúcar— y para mediados de siglo el 80 por ciento del azúcar americano que llegaba a España procedía de esta isla.[63]

Para organizar a los esclavos fue de especial relevancia la *encomienda*, un sistema por el cual los indios eran cedidos temporalmente por la Corona a un propietario —el encomendero— para pagarle tributos o para su empleo como mano de obra. En este segundo caso, los indígenas estaban obligados a realizar un amplio abanico de tareas que iban desde el trabajo doméstico hasta el trabajo en las minas, pasando por la construcción de barcos e ingenios azucareros. La mayoría de las encomiendas eran privadas, pero también había de la Corona, de la Iglesia y de instituciones benéficas. Como ha dicho Fernández Buey, «los abusos de los encomenderos en la obtención de tributos y las humillaciones y vejaciones contra los indios que prestaban servicios como los enumerados fueron la nota habitual desde el inicio de aquel sistema».[64]

Con todo, la mano de obra indígena pronto se mostró insuficiente y, sobre todo, extremadamente vulnerable. De hecho, se estaba produciendo una despoblación debida a la violencia de la conquista y también a la proliferación de enfermedades para las cuales los indígenas no eran inmunes, lo cual empeoró la disponibilidad de mano de obra para los colonos. La mayoría de las estimaciones de los historiadores establecen que, por el choque con los colonizadores europeos, la población indígena se redujo entre un 50 y un 70 por ciento.[65] No obstante, otras estimaciones hablan de incluso una

reducción del 90 por ciento para el primer siglo tras la invasión.[66] Como ha dicho Robin Blackburn, «los estragos de las enfermedades deben de haber sido agravados por la destrucción de las comunidades indianas, la disrupción de los patrones establecidos de agricultura y el reclutamiento de trabajadores indianos para el trabajo mortalmente duro en las minas de oro, mercurio y plata, y las plantaciones de azúcar o cacao».[67]

Esta violencia de la conquista, así como la propia idea de esclavizar a pueblos mayormente indefensos, causaron conmoción en una parte importante de la élite española. Como resultado de la indignación de los religiosos por el trato a los indios, en 1542 se aprobaron las Leyes Nuevas, por las cuales se establecía la desaparición progresiva de la encomienda. El teólogo Bartolomé de las Casas, con una influencia notable sobre la Corona hasta mitad de siglo, pensaba que lo que los españoles estaban haciendo en América era «injusto, inicuo, tiránico y digno de todo fuego infernal, y, por consiguiente, nulo, inválido y sin ningún valor ni elemento de derecho».[68] Sin embargo, como dice Fernández Buey, «dada la situación realmente existente en América, se comprende también que las nuevas leyes fueran papel mojado desde su misma promulgación».[69]

Aunque su alcance fuera modesto, pues como dice Yun Casalilla, «la legislación camufló, pero no impidió, los abusos en un mundo lejano en el que la capacidad de imponer la ley de los tribunales reales —y, por tanto, sus posibilidades de acabar con los abusos— era muy limitada»,[70] también es cierto que significó una amenaza clara a la provisión de mano de obra para la actividad colonial. De hecho, aquellas nuevas leyes fueron una excusa para estimular el comercio de esclavos africanos, que había sido autorizado por Carlos V en 1518. Como ha explicado Wallerstein, los nuevos esclavos eran

africanos como consecuencia del «agotamiento del suministro de trabajadores indígenas en la región de las plantaciones, porque Europa necesitaba una fuente de trabajo en una región razonablemente bien poblada que fuera accesible y relativamente cercana a la región donde había de ser utilizada».[71]

El comercio de esclavos africanos

El comercio de esclavos africanos fue una ominosa actividad llevada a cabo por las principales potencias europeas entre los siglos XV y XIX. Aunque los registros escritos infravaloran, y seguramente en mucho, la cantidad de personas trasladadas a la fuerza desde el continente africano, hay constancia del desplazamiento de más de 12 millones de personas. Muchas más habrán muerto desde el momento de la captura hasta el lugar de embarque, mientras que otro buen puñado formaría parte de expediciones irregulares de las que no hay constancia alguna. De los algo más de doce millones de esclavos de los que se tienen suficientes datos sobre embarque y bandera del barco de transporte, se pueden extraer los siguientes datos:

Esclavos embarcados entre 1501-1866

Bandera del barco	Esclavos embarcados	Porcentaje del total
Portugal	5.848.274	46,71 %
Gran Bretaña	3.259.427	26,03 %
Francia	1.381.413	11,03 %
España	1.061.529	8,48 %
Países Bajos	554.336	4,43 %
Estados Unidos	305.334	2,44 %

Dinamarca	111.041	0,89 %

Fuente: Elaboración propia a partir de Slaves Voyages (2025).[72]

A lo largo de esos casi cuatrocientos años, muchas cosas cambiaron en este tráfico de personas: los métodos de captura en los países de origen, los medios de transporte, los destinos predominantes, las banderas de los barcos y las nacionalidades de las tripulaciones, e incluso las justificaciones que los teóricos europeos daban a un fenómeno tan horroroso. Pero en esencia se trataba de un sistema por el cual los europeos se dotaban de mano de obra barata para producir bienes que, en su mayoría, eran exportados a los mercados internacionales para beneficio principal de una incipiente clase de propietarios.

Aunque se trataba de mano de obra predominantemente empleada en la producción agraria, y por lo tanto destinada a capturar energía del entorno, hay una gran diferencia respecto al sistema propio de las sociedades agrarias que hemos visto en el capítulo cuatro. Mientras que en aquellas sociedades la finalidad principal era el abastecimiento de alimentos para mantener a la población, quedando solo pequeños excedentes para ser comercializados, los esclavos africanos se incorporaban a un sistema de producción principalmente destinado a la exportación. Ese hecho configuró en las economías americanas, sobre todo en las islas del Caribe donde proliferaron más las plantaciones, su marcado carácter de monocultivo.

En todo caso, los historiadores prefieren diferenciar dos fases en el largo período de comercio de esclavos africanos. La primera tiene lugar hasta 1807, cuando el Reino Unido prohibió la trata —aunque no la esclavitud—, y la segunda desde ese momento hasta 1886, cuando el comercio de esclavos se terminó definitivamente en el

último país europeo: España. Irónicamente, es en esta segunda fase —bajo la ilegalidad— cuando el comercio de esclavos alcanza su auge. Por sus características en el modo de producción, la disciplina requerida a los trabajadores y su alcance mercantil global, esta segunda fase representa un tipo de esclavitud totalmente capitalista.

Durante la primera fase, fueron los portugueses los primeros en arbitrar el comercio directo de esclavos africanos. Esto sucedió así porque en la firma del Tratado de Alcazobas (1479) se ponía fin a la guerra luso-castellana y se acordaba que Portugal reconocía a Isabel en el trono de Castilla a cambio del reconocimiento de las posesiones portuguesas en el Atlántico. Dichas posesiones incluían a las Azores y Madeira, como ya hemos visto, pero también islas como Cabo Verde y otras zonas de la costa africana. Aprovechando esa privilegiada ubicación geográfica, y como ha dicho el historiador Piqueras, desde finales del siglo XV, «los portugueses llevan a cabo una verdadera revolución en el comercio de seres humanos»[73] mediante el establecimiento de factorías a lo largo de toda la costa y el desarrollo de redes comerciales y militares de aprovisionamiento y traslado de esclavos.

En su estrategia de expansión territorial, Portugal había aprovechado sus grandes conocimientos en navegación para ir bordeando África por su costa occidental. Según avanzaba, iba construyendo enclaves fortificados desde los que establecía relaciones con las autoridades locales. Estas *feitorias* se convirtieron en los puntos nodales del tráfico de esclavos y de otros recursos entre el continente africano y las colonias americanas. Estados africanos como Benín, Oyo y Kongo establecieron relaciones comerciales con los portugueses por las cuales estos les proporcionaban ropa de seda, herramientas y armas a cambio de oro, ropa de algodón, marfil y, claro está, esclavos. Se calcula que

solo entre 1450 y 1500 los portugueses hicieron esclavos a unos 150.000 africanos, que fueron distribuidos entre sus posesiones o vendidos a otros países.[74]

A medida que iban aumentando las plantaciones en América también se elevó la demanda de mano de obra barata, lo que implicó una presión adicional sobre los Estados africanos para proporcionar esclavos. Los traficantes de esclavos se adentraron cada vez más en el continente para capturar o comprar más personas que pudieran ser embarcadas hacia las plantaciones americanas. Muchos intermediarios se beneficiaron de ese comercio en auge, lo que estimuló nuevas guerras que justificaran la captura de más esclavos.

Portugal no se limitó a la costa occidental, sino que sus navegantes y barcos de guerra alcanzaron el cabo de Nueva Esperanza y continuaron hasta llegar a la India. Vasco de Gama fue el primero en alcanzar Calicut, en la costa occidental de la India, en 1498. La expedición portuguesa tuvo problemas importantes de comunicación y fue recibida con mucha reticencia por los comerciantes musulmanes que dominaban el mercado de especias en la ciudad. Aquel primer encuentro no fue bien, y Gama se volvió antes de un año llevándose rehenes con él. Sin embargo, el rey Manuel interpretó aquella hazaña exploradora como una señal divina que confirmaba su papel como conquistador, con lo que en 1501 se proclamó «señor de la conquista, navegación y comercio de Etiopía [que quería decir África del Este y del Sur], Persia y la India».[75]

Vasco de Gama volvería a Calicut unos años más tarde, en 1502, en lo que sería la cuarta flota que enviaba Portugal. El objetivo de Gama era recuperar el puesto comercial que habían construido los portugueses en Calicut tras el primer encuentro, y que había sido destruido poco tiempo después por la población local. En represalia,

la ciudad fue bombardeada por la flota militar de Gama, y definitivamente cayó en sus manos. Además, los portugueses establecieron otros puestos comerciales en Asia, desde los que comerciaban con todo tipo de recursos, incluyendo esclavos, que luego vendían en Europa.

Si bien los esclavos se emplearon en muy diferentes actividades, el vínculo más estrecho de la esclavitud se da con las plantaciones de azúcar, principalmente en el Caribe y Sudamérica, y de algodón, en el sur de Estados Unidos. Como ha dicho Jason Moore, «el crecimiento firme (aunque discontinuo) del mercado del azúcar fue la fuerza de impulso detrás de la expansión masiva de la esclavitud africana, el desarrollo del denominado *comercio triangular* y el crecimiento del transporte transatlántico de bienes».[76] Habitualmente, y de manera simplificada, se conoce como comercio triangular el sistema constituido por los países occidentales responsables de la planificación del comercio de esclavos. Dicho sistema comienza con barcos occidentales que zarpaban desde Europa cargados de bienes manufacturados que se intercambiaban en las costas africanas por esclavos, los cuales luego eran trasladados a sus regiones de destino —principalmente, plantaciones azucareras— en América. Finalmente, los barcos volvían a Europa con los productos agrícolas procedentes de las colonias.

Como he dicho antes, las plantaciones esclavistas dependían enormemente de las redes internacionales de comercio y de una incipiente división internacional del trabajo. Las economías de las colonias eran de monocultivo, lo que significaba que se dedicaban a la producción de un único producto —normalmente el azúcar—, o de pocos cultivos —por ejemplo, índigo, café o algodón—. Eso significaba que todo lo demás que era necesario para el

metabolismo de la sociedad tenía que ser importado. Eso daba su racionalidad al comercio triangular que ya hemos comentado, pues los mismos barcos que llevaban esclavos a América volvían con azúcar en bruto para Europa. Ese azúcar era convertido en azúcar blanco en los países más desarrollados, como Países Bajos o Inglaterra. Lo mismo ocurriría más tarde con el algodón y las prendas de vestir.

La demanda de productos tropicales, fundamentalmente azúcar, por parte de los países más desarrollados de Europa creció durante el siglo XVIII a mayor velocidad que la que podían satisfacer las plantaciones preexistentes en las colonias americanas. El cuello de botella principal se encontraba en la mano de obra, ya que no había suficientes trabajadores libres o sirvientes por contrato para las tediosas tareas de la plantación. La solución fue aumentar las importaciones de esclavos africanos, los cuales proporcionaban una mano de obra más barata que los trabajadores libres y que incluso los sirvientes por contrato. Además, al haber sido desarraigados y separados de sus comunidades, eran más fácilmente explotables, especialmente en un tiempo en el que las plantaciones adquirieron un carácter plenamente capitalista, orientado a la maximización de la producción y del beneficio privado.

La servidumbre por contrato

Hasta ahora me he centrado en el papel que desempeñó el trabajo esclavo como fórmula para conseguir elevar la rentabilidad de las producciones coloniales. No obstante, el trabajo esclavo convivió en muchas ocasiones con otras fórmulas contractuales que se sitúan lejos de lo que podríamos llamar *trabajo libre*. En particular, los contratos por servidumbre (*indentured servants*) fueron sumamente

importantes en el despliegue inicial de las producciones coloniales europeas.

La situación de un siervo por contrato era intermedia entre la del trabajador libre que recibía un salario y la del esclavo que estaba condenado de por vida. Asumía la obligación de trabajar para el propietario durante un período establecido, de entre cuatro a diez años, a cambio de refugio, comida y ropa y, en ocasiones, del pasaje del transporte. En general, las mujeres tendían a realizar trabajo doméstico mientras que los hombres trabajaban en las plantaciones. Sin embargo, en ambos casos afrontaban durísimas condiciones, lo que en la práctica generaba confusiones con la situación legal de los esclavos.

La generalización de los contratos por servidumbre estuvo motivada por la necesidad de encontrar trabajo barato en las primeras plantaciones de las colonias. De hecho, fueron la primera forma de mano de obra barata en muchas de ellas, especialmente en las que se experimentaba prácticamente desde cero. Según fue creciendo la importación de esclavos africanos, los siervos por contrato fueron asignados a tareas de supervisión o a otros empleos. Fue un recurso habitual en las colonias británicas y francesas, aunque lo adoptaron todos los países, ya que también eran una forma eficaz de poblar los nuevos territorios con personas que, al término del contrato, serían libres y podían defender las colonias frente a incursiones enemigas.

Casi todas las personas que llegaron a las colonias británicas en las primeras décadas fueron siervos por contrato, más de la mitad con destino a América del Norte y un tercio a las islas del Caribe. De todos ellos, la mayoría eran jóvenes que iban desde los quince hasta los veinticinco años, aunque entre un 5 y un 10 por ciento eran menores de catorce años.[77]

La mayoría de los siervos por contrato eran personas que firmaban voluntariamente el traslado, casi siempre empujadas por la pobreza y la falta de oportunidades en Gran Bretaña. En la literatura sobre los contratos de servidumbre se habla de la voluntariedad de los británicos para acogerse a este modelo, pero esto es equívoco. Las situaciones vitales de la mayoría de ellos, sometidos a la más vil de las pobrezas, hacía prácticamente obligatoria esta opción. Además, en muchos casos, los contratistas engañaban a los británicos pobres acerca de lo que iban a encontrarse en las colonias.

La servidumbre por contrato fue también un recurso útil para los gobernantes británicos, dado que les permitía deshacerse de vagabundos, mendigos y pobres en general, pero también de criminales, aunque fueran culpables de delitos menores. El precedente obvio eran las Leyes de Pobres de 1601, que establecieron la obligatoriedad de realizar trabajos forzados a cambio de recibir ayuda de la beneficencia. De este modo, las autoridades y los legisladores ingleses, que en muchos casos eran al mismo tiempo los inversores de las plantaciones americanas, lograban estimular sus colonias y reducir presiones demográficas internas, así como conflicto social.

También los rebeldes y los disidentes políticos que se oponían a la Corona británica eran carne de cañón para engrosar las filas de los enviados a las colonias bajo esta fórmula legal. Hay constancia, por ejemplo, de que en 1715 se transportaron 112 jacobitas escoceses a la colonia de Virginia. Pero quizá sea más representativo que tras la matanza de soldados irlandeses en Drogheda, en Dublín, en 1649, el general Oliver Cromwell escribiera al Parlamento explicando que «cuando se rindieron, sus oficiales fueron ejecutados a golpes, uno

de cada diez soldados fue asesinado, y el resto enviado a Barbados».[78]

Finalmente, tanto las autoridades británicas como los contratistas privados también recurrieron al secuestro de personas pobres para embarcarlas hacia las colonias en calidad de siervos por contrato.[79] Entre ellas se incluía también a niños, en cuyo caso eran los padres los que iniciaban demandas legales con objeto de recuperarlos. En cierta ocasión, la búsqueda permitió rescatar a ciento cincuenta niños que habían sido secuestrados, si bien casi nunca fue ese el resultado.

Como he mencionado, el comercio de siervos por contrato fue disminuyendo según creció el comercio de esclavos africanos. Como dijo en 1680 el gobernador de Barbados, «desde que la gente ha descubierto la conveniencia y lo barato del trabajo esclavo, no tiene interés en mantener a los hombres blancos, quienes solían hacer todo el trabajo en las plantaciones».[80] Eso pone de manifiesto que, a pesar de los parecidos entre ambas fórmulas, había diferencias fundamentales.

La principal de todas residía en que los siervos por contrato tenían un horizonte preestablecido de libertad y disfrutaban de derechos reconocidos como siervos de la Corona británica. Este último hecho facilitaba que ante abusos pudieran demandar en los tribunales a sus propietarios. Entre esos derechos, se reconocía una mayor protección física, por ejemplo, prohibiendo su asesinato, los latigazos sobre cuerpo desnudo y cualquier tipo de daño permanente. Por otro lado, en caso de tener hijos durante el ejercicio del contrato, los niños eran separados de sus madres, si bien estas tenían garantías para saber adónde eran llevados y bajo la responsabilidad de quién. En el caso de los esclavos, nada de todo esto era así y la permisividad de la ley contra los esclavos negros era total. Los

propietarios tenían impunidad absoluta para causar daño a sus esclavos, e incluso para matarlos si lo consideraban necesario.

Un ejemplo de cómo el racismo se fue anteponiendo incluso a la condición servil fue que los siervos por contrato tenían permitido llevar armas, un extremo que incluso promovían las autoridades de las colonias con el fin de disponer de más efectivos contra incursiones enemigas. Sin embargo, los negros tenían prohibido portar armas, ya fueran esclavos o personas libres. Esa diferenciación racial fue la que impulsó los esfuerzos de las autoridades para distinguir legalmente a los siervos por contrato de los esclavos africanos.

Las condiciones de trabajo de los siervos por contrato eran durísimas. Además, y sobre todo al inicio del período colonial, el viaje a las colonias era equivalente a una sentencia de muerte. Durante la década de 1640, la tasa de mortalidad de los siervos por contrato en Virginia era del 40 por ciento, si bien tasas tan altas eran también aplicables a la población libre. Por otro lado, a pesar de la existencia de leyes que protegían los derechos de los siervos por contrato, era habitual que fueran contravenidas por los señores de las plantaciones y que, en consecuencia, proliferaran abusos laborales, físicos y sexuales.

6.1.2. *Las guerras por los recursos y la influencia del mercantilismo*

Los castellanos y los portugueses fueron los primeros en entrar en guerra por las posesiones coloniales, en este caso de las Canarias, pero fue solo el inicio de las contiendas que, a lo largo de los siglos siguientes, sumarían a otras muchas potencias europeas. Lo que se buscaba no era solo trabajo barato, sino también acceso a las rutas

comerciales que garantizaban mejores precios para los recursos naturales que necesitaban o deseaban.

La competencia interimperial alimentó así una dinámica de guerras de conquista no solo en Europa y sus alrededores, sino también a escala planetaria, impulsada en gran medida por las nuevas concepciones económicas asociadas al mercantilismo. No obstante, el mercantilismo no fue una doctrina teórica coherente ni uniforme. Se trató más bien de un conjunto de prácticas y discursos desplegados por los incipientes Estados nación con el fin de conseguir poder para garantizar riqueza y conseguir riqueza para preservar el poder. En todos los casos, el comercio y la guerra aparecen como medios complementarios para garantizar el acceso a recursos, de modo que se disuelven las fronteras entre economía y geopolítica. A través de la guerra, el bloqueo o el monopolio comercial, los imperios intentaban asegurar ventajas estructurales en un mundo donde el crecimiento todavía era percibido como un proceso que no podía durar para siempre.

Aunque Adam Smith, el crítico más influyente del mercantilismo, lo caracterizó como una escuela bastante homogénea y coherente de pensadores, lo cierto es que el conjunto de argumentos reunidos bajo esa etiqueta tenía un carácter contradictorio. Por ello, la historiografía actual del pensamiento económico evita hablar del mercantilismo como una auténtica «escuela» en sentido estricto. De hecho, el consenso subraya que resulta más apropiado emplear el término con cautela: si bien se reconoce que los autores que escribieron entre los siglos XVI y XIX compartieron preocupaciones, prácticas, métodos y discursos, sus planteamientos eran heterogéneos y, en ocasiones, difícilmente compatibles.[81]

Esa diversidad no debería sorprender: un cuerpo de escritos que se extiende a lo largo de tres siglos refleja necesariamente las

transformaciones y tensiones de cada coyuntura histórica. En este proceso evolutivo, uno de los rasgos más relevantes —y que aquí interesa destacar— es la noción de riqueza. Todos los autores mercantilistas coincidían en que el objetivo fundamental de los reinos e imperios era acrecentar la riqueza, normalmente a través de la intervención del Estado. Sin embargo, lo que estaba lejos de ser evidente era qué significaba exactamente «riqueza»: ¿en qué consistía esa riqueza que se pretendía incrementar?

En el primer capítulo examinamos el desplazamiento que sufrió la noción de riqueza desde los fisiócratas del siglo XVIII hasta los primeros economistas clásicos, subrayando la progresiva desvinculación respecto a la tierra y los recursos naturales. Una transformación semejante puede rastrearse entre los pensadores mercantilistas, estrechamente vinculada a la transición desde un metabolismo agrario hacia un metabolismo industrial.

En términos generales, es posible identificar dos concepciones de riqueza en constante tensión dentro del pensamiento mercantilista. Por un lado, los primeros autores compartían la presuposición de que el mundo estaba caracterizado por una disposición de recursos naturales finitos, lo que implicaba una competencia y una beligerancia feroz entre países. Por otro lado, poco a poco fue asentándose la creencia de que la riqueza podía conseguirse también a través de la industria y no solo a través del comercio y de las actividades bélicas. Los dos planteamientos sugerían estrategias comerciales proteccionistas, así como una intervención activa por parte del Estado, aspectos ambos que han caracterizado la práctica mercantilista, pero respondían a cosmovisiones diferentes. El historiador Steve Pincus identifica la primera aproximación con la ideología *tory*, y a la segunda con la ideología *whig*, ambas en

continuo conflicto a lo largo de los siglos de gestación del moderno Estado inglés —y luego británico.[82]

Lo cierto es que la mayoría de los historiadores han identificado el mercantilismo con la idea de que los recursos naturales eran finitos y que, por lo tanto, el comercio era necesariamente un juego de suma cero. Como ha recordado Pincus, detrás de esta idea se encuentra el supuesto de que «dado que la tierra y las materias primas derivadas de ella eran la medida última de la riqueza en el período moderno temprano, la riqueza era necesariamente finita».[83]

Como ha recordado Andrea Finkelstein, «el oro y la plata eran considerados casi universalmente la forma más deseable de riqueza y, por una amplia mayoría (al menos en la primera mitad del siglo [XVII]), la única forma de riqueza».[84] Evidentemente, los pensadores de la época sabían que las minas de oro y plata eran limitadas, de manera que la riqueza —tal y como ellos la consideraban— también tenía que serlo. Una de las críticas más penetrantes de Adam Smith a los autores mercantilistas fue su acusación de que confundían dinero y riqueza. Para estos últimos lo realmente importante eran los metales preciosos, mientras que Smith consideraba que la riqueza era algo más amplio (crítica idéntica a la aplicada a los fisiócratas).

No obstante, no solo los metales preciosos eran percibidos como limitados. En general, toda la propiedad era finita porque dependía de la tierra y de los productos que esta rendía. Si los fisiócratas identificaban la riqueza con la capacidad generadora de la tierra cosecha tras cosecha, los primeros mercantilistas centraban su atención en las minas en las que se explotaban metales preciosos. Pero en ambos casos la riqueza era una función de la naturaleza, un aspecto que, como ya recordé, desaparecería en el análisis económico posterior.

En todo caso, para los mercantilistas esta interpretación de la riqueza como algo finito justificaba los monopolios comerciales y la expansión territorial, ambas planteadas como fórmulas a través de las cuales acumular recursos. El mercantilismo se convirtió de ese modo en una coartada teórica para justificar las prácticas coloniales y de conquista de otras zonas del planeta, así como de la subyugación de sus pueblos y su conversión en áreas económicas dependientes de los países coloniales.

En un mundo cerrado —limitado por la superficie de la tierra cultivable y las rutas marítimas accesibles—, la prosperidad de unos solo podía lograrse a expensas de otros. La economía vista así no era una esfera de cooperación, sino un campo de batalla. La noción de *juego de suma cero* no era una metáfora retórica, sino una lógica estructural: si los recursos productivos eran limitados, la única manera de asegurar el crecimiento económico y la expansión del poder nacional era capturando recursos ajenos.

De hecho, y como hemos visto en el capítulo cuarto, hasta la aplicación de los combustibles fósiles en el sector agrario esto fue exactamente así. Las sociedades agrarias tenían que elegir a qué dedicaban las limitadas áreas disponibles de tierra —entre madera, alimentos para humanos y animales, o cultivo de fibras para prendas de vestir—. Las innovaciones y mejoras en el rendimiento y la productividad de la tierra terminaban siendo absorbidas por la creciente población, de manera que, al final, el bienestar por persona se mantenía igual. Es la ya mencionada trampa malthusiana.

La conciencia de que se vivía bajo aquella trampa malthusiana, aunque no fuera teorizada como tal, estructuró el pensamiento estratégico de los imperios europeos. Las colonias no se justificaban como «nuevos mercados», como haría más tarde el liberalismo

económico, sino como territorios donde encontrar tierras más fértiles, minas más ricas, rutas más rentables y poblaciones explotables. El comercio, bajo esta lógica, debía ser cuidadosamente controlado: las exportaciones eran deseables porque generaban la entrada de metales preciosos (considerados el principal indicador de riqueza nacional), mientras que las importaciones eran vistas como drenajes de esa riqueza. El Estado tenía la responsabilidad de intervenir activamente para asegurar una balanza comercial positiva, garantizar el control de rutas y mantener su acceso a materias primas estratégicas.

Además, aunque no se formulaba todavía explícitamente de este modo, la idea de rendimientos decrecientes operaba como un motor ideológico del expansionismo. Si la productividad de la tierra en Europa era incapaz de sostener el crecimiento deseado, había que buscar fuera los medios de sostener el metabolismo económico emergente. Por eso se ha insistido tanto en que la expansión colonial hacia América, Asia y África no fue solo una empresa evangelizadora o militar, sino una respuesta material a los límites de la producción europea. Como hemos visto anteriormente, la apropiación de tierras indígenas, el establecimiento de monocultivos esclavistas en las colonias y la captura de metales en las minas fueron expresiones concretas de esta lógica.

A pesar de que las prácticas mercantilistas continuaron hasta bien entrado el siglo XIX, de manera creciente fue imponiéndose entre los principales pensadores una noción más amplia de riqueza que rompía con la idea del juego de suma cero. De manera gradual fue aceptándose entre los mercantilistas que la industria tenía la capacidad de crear una riqueza que no estaba limitada por los recursos naturales y que generaba más valor añadido que la agricultura. Eso permitiría generar riqueza sin necesidad de expandir

fronteras, y otorgaba más importancia a la capacidad productiva para exportar productos a otros países.

Estos autores mercantilistas tardíos también defendían una fuerte intervención del Estado en la economía, el establecimiento de monopolios comerciales, el respaldo de una marina de guerra y, por supuesto, las prácticas imperialistas. Sin embargo, su concepción de la riqueza como resultado del desarrollo industrial surgía de la reflexión crítica sobre la experiencia fallida de España —que, pese a disponer de minas en sus colonias, no logró consolidar una base productiva sólida— frente al éxito de las Provincias Unidas y de ciudades Estado como Venecia o Génova, carentes de recursos naturales pero prósperas gracias al comercio de manufacturas. Esta línea fue precursora de las políticas de desarrollo y del industrialismo, y fue también recogida por la escuela histórica alemana, que reivindicó el mercantilismo como una estrategia de crecimiento económico y modernización.

El conjunto de prácticas mercantilistas perduró incluso durante buena parte del siglo XIX, antes de que el discurso del libre comercio lo desplazara parcialmente. No obstante, incluso bajo el liberalismo británico, con su retórica de paz comercial y ventaja comparativa, subsistía el legado mercantilista en la forma en que el comercio internacional estaba sostenido por la fuerza militar, el dominio marítimo y la capacidad de extraer valor de regiones periféricas.

Así, el mercantilismo no fue una doctrina equivocada sobre el comercio, como la retrató Adam Smith, sino una expresión racional —aunque profundamente violenta— de una economía en expansión que se basaba en una concepción de un mundo materialmente limitado. De hecho, tampoco fue una teoría consistente, sino un conjunto de prácticas reales que, como dice Wallerstein, «han sido utilizadas por algunos Estados en casi todos los momentos de la

historia de la economía-mundo capitalista, aun cuando las justificaciones ideológicas hayan variado».[85] La visión de un planeta finito, en el que la riqueza debía ser conquistada y no compartida, se convirtió en la base ideológica de siglos de guerra, colonización y explotación. Pero también del proteccionismo comercial, que caracterizó especialmente a Gran Bretaña hasta bien entrado el siglo XIX y más tarde a Estados Unidos y a otros países que, como veremos en el siguiente capítulo, recorrieron la senda de la industrialización recurriendo a las prácticas mercantilistas.

En todo caso, más allá de su impacto inmediato en la política económica de las monarquías absolutas, el mercantilismo tuvo un papel clave en la legitimación ideológica del colonialismo y de la explotación de territorios y pueblos fuera de Europa, contribuyendo a trazar las líneas maestras del orden económico mundial que comenzaba a gestarse. Y solo comprendiendo el papel que desempeñó la concepción de un mundo limitado por los recursos naturales estaremos en condiciones de entender las relaciones internacionales contemporáneas que se despliegan con el telón de fondo de la crisis ecosocial.

Las primeras guerras imperialistas

Las posesiones de los reinos ibéricos eran demasiado atractivas como para no ser objeto de disputa. El papa Alejandro VI (1431-1503) había dado legitimidad a la distribución de las colonias entre los países católicos de España y Portugal, y en el Tratado de Tordesillas, firmado en 1494 por ambos países, se delimitaban las regiones correspondientes a cada parte. Sin embargo, ni los países protestantes, en especial Inglaterra y las Provincias Unidas, ni la católica Francia iban a respetar tales reconocimientos.

Desde el siglo XVI se inició una cruenta sucesión de guerras imperialistas que, bajo el ropaje de motivaciones religiosas o sin él, modificaron el reparto colonial. La mayoría de los países europeos se sentían atraídos por los nuevos mercados y los productos que procedían de las colonias, especialmente por el azúcar, y por supuesto también por la mano de obra esclava que tan útil era para mantener bajos los precios de tales productos. La guerra por aquellas colonias y por el negocio que suponían fue despiadada. El reinado de Felipe II, que duró cuarenta y dos años, solo estuvo en paz durante seis meses, mientras que el cambio de propiedad de algunas colonias era bastante común y, por ejemplo, la pequeña isla de San Martín cambió de manos dieciséis veces antes de ser dividida entre franceses y neerlandeses.[86]

En 1549, el emperador Carlos V (también Carlos I de España) unificó antiguos territorios con la nueva división administrativa de las Diecisiete Provincias, que abarcaban los territorios actuales de Países Bajos, Bélgica y Luxemburgo. Tras la abdicación de Carlos V, su hijo Felipe II heredó en 1556 los territorios correspondientes a las Diecisiete Provincias. Sin embargo, la parte norte de estas provincias se convirtió al protestantismo, lo que desembocó en una guerra de ochenta años. De allí emergió el nuevo Estado de las Provincias Unidas, precursor histórico de los Países Bajos actuales.

Las Provincias Unidas estuvieron dominadas por una oligarquía mercantil, y son consideradas actualmente pioneras del capitalismo, debido a la gran cantidad de instituciones capitalistas que desarrollaron desde su independencia —declarada en 1581—. Además, se beneficiaron de la llegada de cristianos protestantes procedentes de las regiones católicas del Imperio español y también de los judíos expulsados por los reinos de Portugal y España. Las Provincias Unidas destacaron en el comercio, razón por la que

Ámsterdam se convirtió en el centro financiero del mundo durante dos siglos.

Como la guerra entre España y las Provincias Unidas duró casi un siglo, el objetivo de estas últimas fue expandirse territorial y económicamente y desgastar tanto como fuera posible al Imperio español. Su fortaleza residía en el poderío naval, resultado en parte de ser los protagonistas del comercio de grano entre el Báltico y el resto de Europa. La flota comercial era inmensa, y mucho más ligera que la de otros países competidores, razón por la cual debía ir escoltada por otros barcos de guerra. Cuando en 1580 el rey Felipe II se hizo con el trono de Portugal, las Provincias Unidas aprovecharon su fuerza militar para iniciar la conquista de las importantes posesiones portuguesas en Asia, África y América.

Para lograr ese propósito, los neerlandeses realizaron una innovación institucional que se convertiría en un hito del capitalismo: la sociedad por acciones. En 1602, los Estados Generales de las Provincias Unidas crearon la Compañía Neerlandesa de las Indias Orientales (VOC, por sus siglas en neerlandés) con el propósito de acumular más recursos y distribuir los riesgos. Los beneficios de la compañía serían repartidos en función del volumen de negocio anual, y no según expediciones individuales. Como han dicho los economistas Maarten Prak y Jan Luiten van Zanden, con la creación de la compañía «se formó una megaempresa moderna que disponía de una capacidad sin precedentes de obtener beneficios y que, con el tiempo, daría trabajo a decenas de miles de personas».[87]

Cualquiera con dinero suficiente podía ser accionista y participar de los beneficios de la compañía. De hecho, «la emisión de acciones resultó ser un gran éxito y, según los registros, parece que participó gente no tan rica y no perteneciente a la clase mercantil».[88] Sin embargo, se trataba de una compañía muy particular, en la que el

negocio se basaba en la creación de una flota bien armada, la construcción de fuertes y puestos comerciales a lo largo de las rutas comerciales y el pago de los correspondientes soldados y empleados. Por lo tanto, era una combinación única de poder político y comercial. Como afirmó el director y general neerlandés Jan Pieterszoon Coen, «no podemos hacer la guerra sin comercio ni comercio sin la guerra».[89]

La Compañía de las Indias Orientales tuvo un gran éxito en esta tarea y en pocos años lograron conquistar todas las posesiones portuguesas en Asia y África. La violencia que acompañó a dicho proceso fue enorme. En no pocas ocasiones los neerlandeses se instalaban en las islas asiáticas mediante pactos con las autoridades locales, a las que traicionaban más tarde. En 1619 capturaron el puerto de Yakarta, renombrada Batavia, y establecieron allí la sede de la compañía. También conquistaron muchos pequeños estados en las Indias Orientales, Ceilán —actual Sri Lanka— y la costa de la India, donde las especias se producían o se comerciaba con ellas.

El atractivo original eran las especias. Una de ellas, la nuez moscada, se podía encontrar únicamente en las islas de Banda, en Indonesia. Sus habitantes, los bandaneses, no se plegaban a las exigencias de los neerlandeses, de manera que, como ha recordado Amitav Ghosh, en 1637 la compañía firmó una resolución para enviar fuerzas armadas a fin de «quemar sus viviendas allá donde estén, a confiscar o destruir los barcos que les queden y a dejar a los bandaneses sin otra opción que venir a nosotros o abandonar el país».[90] Así, el general neerlandés Coen «llevó a cabo una total e implacable campaña de "limpieza étnica" contra los bandaneses, matando o deportando casi a la población entera y reemplazándola con esclavos importados y colonos neerlandeses para proveer la nuez moscada».[91]

El colonialismo neerlandés también usó mano de obra esclava. Se estima que los esclavos constituían entre un tercio y dos tercios de la población en las ciudades neerlandesas de las Indias Orientales.[92] De hecho, las especias eran el producto estrella del comercio asiático, de manera que las Provincias Unidas pusieron en marcha plantaciones en muchas de sus posesiones. Para ello se sirvieron de mano de obra libre, pero muy barata, procedente de los pueblos nativos o de otros países asiáticos, como China. La relación con esta mano de obra no fue fácil, y no se privó de episodios de violencia extrema, como la matanza de unos 10.000 chinos en Batavia.[93] Otra práctica habitual de la Compañía de las Indias Orientales fue merodear por islas vecinas para secuestrar y esclavizar trabajadores para sus plantaciones, lo que incluía a hombres, mujeres y niños. La demanda de mano de obra forzada era tan grande que «cuando una hambruna asoló el sur de la India, varios barcos de la VOC zarparon para emplear a la desdichada población como esclavos».[94]

Esta relación con la mano de obra forzada es especialmente irónica en el país más liberal de la época, cuyos gobernantes se enorgullecían de estar construyendo una nación tolerante en la que no existía la esclavitud. Sin embargo, pronto se justificó legalmente que fuera del territorio original de las Provincias Unidas las personas negras y esclavas eran realmente poco más que una mercancía, por lo tanto, sin derechos y con muchos deberes respecto al propietario legal.

Las Provincias Unidas también pusieron en marcha una Compañía Neerlandesa de las Indias Occidentales, con la que llegó a controlar durante un tiempo parte de Brasil y de su boyante negocio de azúcar. Pero no pudieron o no supieron gestionarla, y los portugueses recuperaron sus posesiones a los pocos años. Brasil

había sustituido a Santo Tomé y las islas atlánticas como principal productor de azúcar del mundo. Para ello, necesitó a una gran cantidad de esclavos extraídos desde el continente africano. Brasil fue, de hecho, el último país occidental en prohibir la esclavitud, cosa que hizo tan tarde como en 1887.[95] Con todo, las Provincias Unidas retuvieron el control de Surinam, cuya economía dependía de las plantaciones de azúcar mantenidas por esclavos hasta tal punto que, en 1800, el 90 por ciento de la población de la colonia lo era.

La cima del poder de las Provincias Unidas ocurrió tan pronto como finalizaron las hostilidades con España, en 1648. A partir de ese momento, los ingleses empezaron a desafiar su hegemonía, lo que se tradujo en una serie de guerras anglo-neerlandesas. La primera comenzó en 1652 y la tercera terminó en 1674.

De hecho, la Compañía Neerlandesa de las Indias Orientales de las Provincias Unidas no había sido la primera de su tipo. Dos años antes los británicos habían fundado la Compañía Británica de las Indias Orientales, aunque debido a la presión neerlandesa al principio limitó su radio de acción a la región de la India. Allí, se centraron menos en el comercio de especias y más en el de los nuevos bienes de consumo demandados desde Inglaterra y otros países avanzados, como eran el algodón, la seda, el nitrato de potasio (para la pólvora), el té y el opio.

El proceso de expansión de Inglaterra había comenzado primero con la absorción de las tierras escocesas, irlandesas y galesas, lo que terminaría dando lugar al Reino Unido de Gran Bretaña. En el caso de Irlanda, por ejemplo, la atrocidad de la conquista estaba alimentada por la creencia de que se trataba de un pueblo inferior y bárbaro. La colonización sirvió, como ha dicho el historiador J. H. Elliott, «como Andalucía para los españoles, como un laboratorio útil para el desarrollo de ideas y técnicas que harían posible el posterior

establecimiento del Imperio de ultramar».[96] Al inicio del siglo XVII, los ingleses intentaron convertir Irlanda en una región de plantaciones, pero el plan no prosperó. Aunque los habían vencido en batalla, los irlandeses no tenían intención de contribuir a los objetivos ingleses, de modo que los colonos encontraron más atractivo ir a las islas del Caribe.

Entre 1600 y 1632, los ingleses tomaron posiciones en algunas de aquellas islas. Las primeras colonias prosperaron gracias al descubrimiento de que allí podía cultivarse tabaco, que era ansiado por la metrópoli. Los colonos eran pocos y no podían abordar la ingente cantidad de trabajo que exigía poner en marcha plantaciones de azúcar, pero el tabaco crecía fácilmente y sin altos requerimientos de equipo. También se comenzaron a producir algodón y otros cultivos, para lo cual se recurría a los contratos por servidumbre ya mencionados.

Los colonos fueron primero miles, después decenas de miles y finalmente centenares de miles de personas preparadas para trabajar. En total, entre 1610 y 1660 emigraron de Inglaterra entre 170.000 y 225.000 personas.[97] No obstante, esas cifras palidecen ante los 22,6 millones de británicos que emigraron entre 1815 y 1914 hacia las colonias que les quedaban entonces.[98] Ahora bien, al principio también «caían como moscas» debido a las enfermedades como la malaria, la fiebre amarilla o el dengue. Por ejemplo, de los 50.000 europeos que llegaron a Jamaica entre 1700 y 1750, solo quedaba el 20 por ciento en 1752.[99] Aunque los colonos al principio buscaban minas de oro, luego se conformaron con el contrabando y la piratería, y finalmente con el cultivo. Fueron probando e identificando las mercancías que podían ser producidas en las Américas y vendidas a Europa, buscando los mayores beneficios posibles.

La primera gran plantación de azúcar inglesa que prosperó fue la de Barbados, en el Caribe, isla deshabitada en la que se instalaron los ingleses en la década de 1620. Se trataba de una isla bien protegida de manera natural y suficientemente lejos de las rutas comerciales de los españoles con Europa. En 1638, la población era de unas 6.000 personas, de las cuales 2.000 tenían contratos por servidumbre y apenas unos 200 eran esclavos africanos. Sin embargo, para 1652, los esclavos eran 20.000, los contratos por servidumbre eran 8.000 y había unos 10.000 ingleses libres.[100] Los plantadores ingleses sabían que las demandas del mercado eran muy superiores a lo que podría cubrirse con los contratos de servidumbre, por lo que aceleraron el tráfico de esclavos africanos.

En 1655, los ingleses capturaron Jamaica a los españoles, y pusieron en marcha las primeras plantaciones de azúcar con esclavos africanos. De nuevo, la evolución demográfica de las colonias dependía en gran medida de la demanda de mano de obra de las plantaciones. En 1650, los negros eran el 25 por ciento de la población en las islas británicas del Caribe, alcanzando ya el 78 por ciento en 1700, y un máximo del 90 por ciento en 1770.[101]

Jamaica se convirtió también en un lugar desde el que lanzar expediciones de saqueo contra las flotas españolas o sus posesiones en la costa. En 1670, la isla tenía 20 barcos y unos 2.000 hombres dedicados a esta actividad tan lucrativa, cuyos beneficios fueron reinvertidos en las plantaciones azucareras.[102] Se trata de un ejemplo paradigmático de acumulación primitiva, en la que el saqueo y el expolio proporcionaron el capital necesario para poner en marcha las producciones agrarias destinadas a exportación. Se ha calculado que las plantaciones azucareras en Jamaica proporcionaban más de un 10 por ciento de beneficio, que es superior a la tasa de interés de ese tiempo en

Inglaterra.[103] Además, muchos plantadores hicieron valer sus inmensas fortunas para convertirse en miembros de la Cámara de los Comunes en Inglaterra.

Como he mencionado, entre 1652 y 1678, los británicos y los neerlandeses lucharon en una serie de guerras, durante las cuales los primeros arrebataron gran parte de sus posesiones a los segundos en África y Norteamérica. Inglaterra emergió de esas guerras como primera potencia naval, pero pronto tuvo que enfrentarse a un nuevo actor internacional.

Los franceses se incorporaron como tercer jugador principal a partir de la segunda mitad del siglo XVII, con bastante retraso frente al resto. El suyo fue un colonialismo promovido por el Estado, a diferencia del inglés, que había sido impulsado por actores privados. Sus asentamientos coloniales en América del Norte se situaban en zonas del actual Canadá, incluyendo Montreal y Quebec. Los franceses mantuvieron una actitud paternalista con los nativos americanos, a los que buscaban cristianizar, y tenían prohibido hacer esclavos. Sin embargo, eso no impidió que Francia participara de forma activa en el comercio de esclavos africanos.

En el Caribe, ocuparon algunas islas como Martinica y Guadalupe, y finalmente también Santo Domingo. En todas ellas se pusieron en marcha plantaciones de azúcar con mano de obra esclava, que en el caso de Santo Domingo fueron particularmente rentables. Como en el caso inglés, los franceses contaron con mano de obra por servidumbre de contrato que posteriormente fue reemplazada por esclavos africanos. Así, mientras que en 1645 había en las islas unos 3.500 franceses libres, unos 3.500 contratos por servidumbre y unos pocos esclavos, diez años más tarde había 13.000 franceses blancos y 10.000 esclavos africanos.[104]

Los franceses también se dedicaron activamente a la piratería de las flotas y posesiones españolas, un negocio impulsado por la monarquía, pero llevado a cabo por agentes privados. Como en el caso inglés, también el botín se reinvertía en las plantaciones azucareras, que se demostraron mucho más rentables. Estas plantaciones fueron las que hicieron florecer las economías de las islas a partir de 1650.

Los franceses también estaban resentidos por el crecimiento de los neerlandeses, y en 1664 iniciaron una guerra comercial contra ellos elevando los aranceles de los productos importados desde las Provincias Unidas, especialmente sobre el azúcar y las especias. La monarquía francesa buscaba proteger así las importaciones procedentes de sus propias colonias en Asia y América. El azúcar que no provenía de las colonias francesas llegó a tener un arancel del 50 por ciento.[105] La guerra comercial terminó desencadenando una guerra militar justo en 1672, cuando estaban terminando las hostilidades entre las Provincias Unidas e Inglaterra. Para finales de siglo, unas debilitadas Provincias Unidas terminaban aliándose con Inglaterra para poder hacer frente al empuje de una crecientemente poderosa, sobre todo en tierra, Francia.

De los 126 años que van desde 1689 a 1815, Francia e Inglaterra estuvieron en guerra durante más de 64. Francia tenía superioridad militar en tierra, pero Inglaterra la tenía en el mar. Se disputaban la hegemonía mundial a lo largo de todo el planeta. De todos los conflictos, el más relevante a efectos de repartos de territorios fue la guerra de los Siete Años (1756-1763). Como resultado de su derrota, Francia perdió gran parte de sus posesiones coloniales. Las colonias norteamericanas pasaron a Inglaterra, que también recibió Florida de manos de los españoles. Francia cedió a cambio Luisiana a España. A pesar de todo, y aunque habían sido conquistadas por

los ingleses durante la guerra, las colonias más rentables del Caribe, como Santo Domingo, fueron devueltas a Francia.

La Compañía Francesa de las Indias Orientales fue fundada en 1664, pero tuvo su auge a partir de 1723, cuando Nantes comenzó a disputar a Liverpool el control del negocio esclavista. Según indica el historiador Gonzalo Pontón, «de noventa y nueve barcos que contaba la ciudad en 1735, pasó a disponer de doscientos treinta en 1791 gracias al tráfico negrero».[106] La Compañía Francesa de las Indias Orientales también estableció puestos comerciales en la India, y sus asentamientos en Pondicherry en 1674 y Chandernagore en 1688 proporcionaron altas tasas de beneficios, que en la década de 1730 llegaron a ser del 25 por ciento.[107]

Entre 1770 y 1790, la población esclava de las Antillas francesas creció desde 379.000 personas hasta 650.000. Santo Domingo fue la colonia más grande y productiva, con 465.000 esclavos en 1789, frente a 30.000 blancos y 28.000 negros libres.[108] En ese contexto, cuando estalló la Revolución francesa, sus ideales pronto se extendieron también entre los líderes esclavos. En 1791 una parte del norte de la isla se rebeló, sin respuesta efectiva por parte de las autoridades. Esos eventos condicionaron que en 1794 Francia aboliera la esclavitud en las colonias, si bien Napoleón la restauraría años más tarde e intentaría recuperar el control de una isla que seguía funcionando al margen de la metrópoli desde la rebelión. En 1804, los franceses fueron definitivamente derrotados y los revolucionarios cambiaron el nombre de la isla por el de Haití.

Los recursos en disputa

Antes de la expansión territorial de los reinos ibéricos, que ya hemos comentado, las rutas comerciales más concurridas entre Asia y Europa seguían trayectorias que pasaban por el mar Rojo, el golfo

Pérsico o la Ruta de la Seda, conectando con ciudades clave como Venecia, Constantinopla, El Cairo o Alepo. El transporte terrestre era muy costoso, por lo que el comercio marítimo resultaba generalmente más atractivo. El Mediterráneo se convirtió en una ruta en la que tanto cristianos como musulmanes comerciaban con todo tipo de productos, pero también con animales y esclavos.

Como he mencionado, el mercantilismo fue el conjunto de ideas económicas que predominaron en Europa entre los siglos XVI y XVIII. Uno de los principios defendidos por los autores mercantilistas era la necesidad de mantener una balanza comercial positiva: exportar más de lo que se importaba. Bajo esta lógica, los gobiernos consideraban esencial fomentar las exportaciones, limitar las importaciones y controlar estrechamente el comercio exterior. El Estado asumía un papel activo en la economía, promoviendo la expansión colonial, regulando las rutas marítimas y protegiendo a sus productores nacionales frente a la competencia extranjera.

En este marco, Inglaterra promulgó en 1651 la primera de las Leyes de Navegación (*Navigation Acts*), diseñadas explícitamente para reforzar el control del comercio marítimo. Esta legislación establecía que todas las mercancías importadas a Inglaterra debían ser transportadas exclusivamente en barcos ingleses o en barcos pertenecientes al país productor de la mercancía, lo que implicaba una restricción directa a la actividad de los comerciantes neerlandeses, que hasta entonces dominaban gran parte del comercio entre Europa, América y Asia como intermediarios. Con ello, se buscaba debilitar su hegemonía comercial y consolidar una marina mercante inglesa sólida y autónoma.

Las leyes se reforzaron en décadas posteriores, imponiendo además que ciertos productos estratégicos —como el azúcar, el tabaco, el algodón o el añil— solo pudieran exportarse desde las

colonias británicas directamente a Inglaterra, incluso si su destino final era otro país. Este sistema, conocido como *comercio de exclusividad imperial*, aseguraba que las colonias funcionaran como proveedoras de materias primas para la metrópoli, alimentando su industria, mientras que al mismo tiempo se les prohibía comerciar libremente con otras potencias. Así, el mercantilismo británico articuló un sistema comercial jerárquico que subordinaba los intereses coloniales a las necesidades económicas del Estado inglés y de su emergente clase mercantil.

Sin duda, las mercancías más atractivas eran las especias, como la pimienta, el clavo, la nuez moscada, la canela o el jengibre. Estas especias eran útiles como condimento para los alimentos, pero también como ingredientes en perfumes, analgésicos o bálsamos. Además, ayudaban a preservar la carne e incluso, en caso de que esta empezara a descomponerse, a disimularlo. Muchas de estas especias provenían de las llamadas «Islas de las Especias», en el archipiélago de las Molucas, actual Indonesia. Eran productos sumamente caros y, por eso, especialmente rentables para los mercaderes. En el siglo XVI fueron objeto de disputa entre españoles y portugueses, hasta que el Tratado de Zaragoza de 1529 resolvió el conflicto en favor de Portugal.[109] Posteriormente, en los siglos XVII y XVIII, las disputas por el control del comercio de especias se trasladaron al ámbito anglo-neerlandés.

En los epígrafes anteriores he hablado del papel del azúcar, pero la materia prima que más relacionada estuvo con el despegue de la Revolución Industrial fue el algodón. De hecho, ya vimos en el capítulo cuarto cómo los desarrollos tecnológicos tuvieron lugar particularmente en la industria textil británica. Sin embargo, una pregunta que inmediatamente emerge es cómo fue posible que Inglaterra, que no produce algodón, fuera la que finalmente se

adelantara a todas las demás naciones en la producción de prendas de vestir.

A comienzos del siglo XVII, el comercio internacional de prendas de vestir estaba dominado por los productores asiáticos, especialmente la India. La tecnología más vanguardista y los mejores artesanos estaban allí, de manera que ningún otro país estaba en condiciones de competir. De hecho, en 1600 la mayoría de los europeos continuaban vistiéndose con prendas de lino y lana, mientras que el mundo asiático estaba ya acostumbrado a vestirse con las más sofisticadas prendas de algodón y seda. La diferencia era abismal, y se explicaba en parte por el hecho de que tanto la India como China disponían de las materias primas, el algodón y la seda.

Los europeos, y en particular los británicos, comenzaron a desarrollar sus industrias del algodón a finales del siglo XVII apoyándose en formas de producción dispersa como el sistema del *putting-out*, que describimos en el capítulo anterior. Para ello, recurrieron al algodón importado del Imperio otomano y de algunas colonias en América, cuya producción aún era marginal comparada con la del azúcar. Incluso así, la tecnología era muy inferior y el producto final era de menor calidad que el procedente de la India.

En realidad, tanto los neerlandeses como los ingleses llegaron a Asia al principio como simples comerciantes, pero su intervención fue cada vez más activa, y violenta, con el paso del tiempo. La Compañía Británica, por ejemplo, llegaba a acuerdos con los gobernantes locales indios gracias a los cuales podía establecerse en ciertos puertos comerciales y desde allí negociar con los intermediarios cantidades y precios de productos que consideraban útiles. En aquellos primeros momentos, los tejedores indios todavía tenían un control total sobre sus medios de producción y sobre los

precios de sus productos, y podían incluso rechazar vender los materiales a los ingleses.

Los primeros pasos de la Compañía Británica de las Indias Orientales tuvieron lugar en la India, en su mayor parte controlada entonces por el Imperio mogol. Los ingleses establecieron su primer puesto comercial en 1607 en Surat, en la costa occidental de la península. Aunque la intención era que sirviera de base para el comercio de especias con la región de Indonesia, al final se dedicó principalmente a la exportación desde el interior de la India hacia Inglaterra de productos como el algodón, el índigo y el salitre —necesario para la pólvora—. Como la compañía escoltaba a los mercaderes indios en sus viajes por el mar Rojo y el golfo Pérsico, le dio buena imagen en el Imperio mogol. Eso les permitió construir otros puestos comerciales, como el de Madrás en 1639, al sureste, y el de Calcuta en 1690, en la rica región de Bengala, al este de la península. Junto a Bombay, obtenido en 1668 y muy cercano a Surat, esos asentamientos comerciales se convirtieron en los centros de mando ingleses en la India. Los beneficios obtenidos por el comercio fueron siempre muy importantes, superiores al 8 por ciento.[110]

Según avanzaba el siglo XVII, la presión sobre los ingleses fue en ascenso debido a que las plantaciones coloniales demandaban más y más mano de obra esclava. Como he mencionado ya, esa mano de obra se obtenía en los puertos comerciales africanos, y se compraba mediante el pago de manufacturas a los traficantes. Pero tal y como ocurría en Europa, la demanda de prendas de vestir indias estaba en ascenso. Los mercados africanos y europeos demandaban las bellas muselinas, telas estampadas brillantes *(chintzs)* y telas de algodón rústico (calicós). Eso empujó a los británicos y a otros europeos a tratar de asegurarse más cuota de mercado de los productos indios,

lo que lograron a través del recurso a la violencia. Las mucho más potentes flotas europeas permitieron un dominio cada vez mayor sobre los mares asiáticos.

Así, y como ha destacado John Darwin, «en la década de 1740 el patrón de la actividad inglesa en Madrás (y en la India) fue transformado violenta e inesperadamente».[111] Durante esos años, en el contexto de las guerras europeas trasladadas al subcontinente, los británicos comenzaron a reforzar su presencia militar y a involucrarse cada vez más en los asuntos políticos locales. Unos años después, en 1756, el nabab de Bengala, Siraj-ud-Daulah, alarmado por la creciente autonomía de la Compañía Británica de las Indias Orientales, su negativa a pagar impuestos y su fortificación ilegal de Calcuta, decidió expulsarla de la ciudad. Como respuesta, la compañía envió una expedición militar bajo el mando de Robert Clive, que primero recuperó Calcuta y luego, aprovechando una conspiración interna, derrotó al nabab en la batalla de Plassey (1757). La compañía impuso en el poder a Mir Jafar, un gobernante subordinado a sus intereses, marcando así el inicio del control británico sobre Bengala. Con este giro, los británicos dejaron de ser únicamente comerciantes para convertirse, *de facto*, en los gobernantes de buena parte del este de la India.

Como consecuencia del dominio sobre Bengala, los ingleses dispusieron de mayor control sobre las manufacturas de algodón, lo que significaba también tener más control sobre los tejedores. La compañía era una especie de Estado dentro de otro Estado, e incluso recurría al castigo corporal de los trabajadores indios si estos no satisfacían sus exigencias.

Mientras tanto, la naciente industria británica del algodón clamaba por el proteccionismo frente a los productos indios. En 1685, Inglaterra impuso aranceles del 10 por ciento sobre algunas prendas

indias, y en 1721 llegó a prohibirse que la gente pudiera vestir calicós pintados procedentes de la India. Finalmente, en 1774, el Parlamento obligó a que toda la ropa de algodón tuviera que ser hilada y tejida en Inglaterra, permitiéndose únicamente la ropa india para la reexportación. Como ha dicho Sven Beckert, con estas medidas «los europeos podían tanto incrementar las compras de ropa en la India como proteger sus propias industrias no competitivas —un milagro que fue solo posible por el capitalismo de guerra que había permitido a los europeos dominar las redes globales de algodón—».[112] Este concepto de *capitalismo de guerra* alude a un sistema basado en el uso de la violencia, la esclavitud y el control militar para forzar la integración de regiones periféricas en el comercio global en términos coloniales.

El proteccionismo inglés funcionó porque los empresarios lograron apropiarse de la tecnología india, aprendieron a producir telas de calidad similar y, finalmente, lograron implementar innovaciones tecnológicas que permitieron reducir los costes finales. Si hacia 1750 las llamadas *indianas* habían llegado a venderse en Europa a mitad de precio que los productos europeos,[113] después de 1830, los tejidos de algodón de Inglaterra eran superiores y más baratos que los indios, por lo que comenzaron a sustituirlos en los mercados internacionales.

Las consecuencias para los productores indios fueron desastrosas, pues estaban cada vez más obligados a producir productos baratos y tenían vetado el acceso al mercado inglés. Como ha dicho Fontana, «el resultado de esta política y de la corrupción de los dirigentes de la compañía fueron diez millones de muertos a causa de la hambruna en Bengala en la década de 1770».[114] La gran ironía es que, tras estos acontecimientos, fueron los indios los que compraban algodón a los ingleses. Hobsbawm ha recordado que «la India fue

sistemáticamente desindustrializada y se convirtió a su vez en un mercado para los algodones de Lancashire: en 1820, el subcontinente asiático compró solo 11 millones de yardas; pero en 1840 llegó a adquirir 145 millones».[115] Este incremento fue resultado tanto de la superioridad tecnológica británica —recordemos que sostenida por los combustibles fósiles— como de la marginación deliberada de los productores locales —sostenida, a su vez, por la violencia colonial—, a quienes se les impuso producir bienes más baratos y se les cerró el acceso al mercado inglés. Beckert ha dicho con acierto que «el dominio europeo de la industria mundial del algodón resultó en una ola de desindustrialización a través de la mayor parte del resto del mundo, dando lugar a un nuevo y diferente tipo de integración en la economía mundial».[116]

Aun así, la industria textil británica seguía requiriendo algodón en bruto para desarrollar sus actividades, y además cada vez en mayores cantidades. La solución la aportaron las colonias europeas en el Caribe, hasta 1820, y, tras esa fecha, muy especialmente las plantaciones esclavistas de Estados Unidos. Antes de 1780, el 65 por ciento de todas las importaciones de algodón provenían de las colonias británicas de Dominica, Granada y Jamaica. Las fuentes fueron cambiando, y a partir de 1820 procedía, mayoritariamente —llegando en ocasiones a representar el 90 por ciento—, de las plantaciones esclavistas de Estados Unidos.[117] No es de extrañar, en consecuencia, la afirmación de Eric Hobsbawm según la cual «la esclavitud y el algodón marcharon juntos».[118] De ese modo, gracias al trabajo esclavo, los empresarios británicos pudieron continuar produciendo prendas de vestir más baratas a la población mundial y, en particular, a su clase trabajadora.

En efecto, el algodón y su relación con la ropa es el precedente inmediato de las actuales cadenas globales de valor del mundo

textil, y tiene los mismos resultados: las condiciones materiales de vida en los países del centro mejoran sobre la base de la explotación laboral y ambiental en los países de la periferia. Hoy, países como Bangladés, Vietnam o Etiopía desempeñan el mismo papel subordinado que la India tuvo durante la industrialización británica.

La segunda esclavitud

Muchos historiadores prefieren hablar de *segunda esclavitud* para referirse a los regímenes de esclavos que florecieron en el siglo XIX, especialmente en Estados Unidos, Brasil y Cuba, en un período en el que la trata estaba ya prohibida y en el que las colonias de América del Norte, Centroamérica y América del Sur habían declarado su independencia frente a los poderes europeos. Según Dale Tomich, la idea de una segunda esclavitud enfatiza la importancia que tuvo esta en la contribución a la financiación de la industria, el transporte en la era de vapor y la expansión de nuevas prácticas consumistas en los países desarrollados.[119] Según este autor, «la segunda esclavitud representó un régimen esclavista más autónomo, más duradero y, en términos de mercado, más productivo, capaz sin embargo de resistir el ataque violento de la era de la revolución y de satisfacer la creciente demanda de productos de plantación»,[120] al tiempo que consolidaba la acumulación primitiva.

En efecto, el modelo de la segunda esclavitud es puramente capitalista, con una mano de obra completamente disciplinada y organizada según criterios científicos y una producción orientada a un mercado mundial de exportación. Los principales territorios de la segunda esclavitud fueron Cuba —produciendo azúcar—, Brasil —café— y Estados Unidos —algodón—. La magnitud del crecimiento la proporciona el hecho de que en 1820 había en Estados Unidos 1,5 millones de esclavos, mientras que en 1860 eran ya 3,5

millones.[121] Para entonces, había 1,1 millones de esclavos en Brasil y 400.000 en Cuba, en un momento histórico en el que habían pasado más de cincuenta años desde la prohibición de la trata.

Los esclavos africanos habían sido considerados desde el principio un activo capitalista, con el que los propietarios buscaban un retorno económico lo más alto posible. Pero los desarrollos financieros de mediados del siglo XIX permitieron esta concepción más que nunca, lo que refuerza que «la élite mercantil y banquera de Londres y París, Nueva York y Boston, Nueva Orleans y Río de Janeiro, de Madrid y La Habana, tuvo una responsabilidad específica en el surgimiento de la esclavitud».[122]

La revolución de los esclavos de Santo Domingo había provocado el colapso de su economía azucarera, ante lo cual los intereses españoles en la región salieron beneficiados. Lejos de replantearse el modelo, los esclavistas españoles aprovecharon el mercado perdido por Francia y convirtieron a las islas antillanas, sobre todo Cuba, en la principal productora azucarera del mundo. A pesar de que en 1820 España suscribió tratados internacionales que prohibían el comercio de esclavos, los españoles siguieron traficando —ahora ilegalmente— hasta que en 1886 el gobierno liberal de Mateo Sagasta declaró la abolición de la esclavitud en Cuba.

Justo cuando retrocede el comercio de esclavos en el resto de América, a partir de 1790, toma velocidad en las colonias antillanas de España. En efecto, en la América española, uno de cada dos esclavos introducidos fue desembarcado entre 1790 y 1867.[123] Esto fue, en parte, el resultado de que en 1789 la Corona española declarara la trata de esclavos una actividad libre, por lo que serían los adinerados comerciantes individuales de la península y las colonias quienes financiasen y pusieran en marcha las inversiones en el comercio de esclavos. Entre ellos se encuentra la propia casa real

española, quien, a través de intermediarios en representación de María Cristina de Borbón, participó de los beneficios económicos de la trata de personas.[124]

Cuba, que hasta entonces producía fundamentalmente tabaco y café, aprovechó la desaparición de la oferta azucarera de Haití y tomará su lugar como potencia productora y exportadora de azúcar. Para 1868, suministraba el 30 por ciento del consumo mundial de azúcar,[125] para lo cual tuvo que importar más de un millón de esclavos africanos, los cuales llegarían a suponer un 43 por ciento de la población total.[126] Como ha dicho Fontana, «los esclavos de los ingenios azucareros cubanos trabajaban unas veinte horas diarias, ya que se consideraba que con cuatro horas de sueño ya tenían suficiente».[127] Así que tenía razón Humboldt respecto a las condiciones de trabajo en las plantaciones de Cuba cuando afirmaba que «cada gota de jugo de caña de azúcar cuesta sangre y gemidos».[128]

En el caso de España, el comercio de esclavos solo terminó en 1866, aunque se cree que siguieron llegando barcos españoles a América durante más tiempo. En 1870 se aprobó una ley de abolición, pero la abolición de la esclavitud no llegó a Puerto Rico hasta 1873 y a Cuba hasta 1886. Como ha dicho Piqueras, «España se convertiría en el último país de Europa, el penúltimo del mundo occidental, en abolir la esclavitud».[129]

7

El imperialismo contemporáneo

La Revolución francesa había generado una profunda inquietud en el resto de las potencias europeas, casi todas monarquías con la excepción del Reino Unido. Temiendo la expansión de las ideas revolucionarias, Austria y Prusia preparaban una intervención contra la Francia republicana, pero fue esta quien se adelantó y declaró la guerra a Austria en 1792. Al año siguiente, tras la ejecución de Luis XVI y la proclamación de la República, España, Nápoles, las Provincias Unidas y el Reino Unido se unieron a la coalición contra Francia. Estas llamadas guerras revolucionarias concluyeron en 1802 con la Paz de Amiens, pero apenas un año después estallaron las guerras napoleónicas, que se prolongaron hasta 1815 y culminaron con la derrota definitiva de Napoleón Bonaparte en la célebre batalla de Waterloo y su exilio en la remota isla atlántica de Santa Elena. En el caso de la relación entre Francia y el Reino Unido, en la que me centraré aquí, ambos países permanecieron enfrentados durante casi todo ese largo y convulso período.

Aquel largo enfrentamiento fue una calamidad en términos humanos, y «se calcula que perdieron la vida unos cinco millones de personas», que es «proporcionalmente semejante, si no superior, a la de los muertos de la primera guerra mundial».[1] En términos económicos, paralizó buena parte de la economía mundial, pues interrumpió las redes comerciales que desde hacía varios siglos

articulaban los intercambios entre los países europeos y sus colonias.

Al iniciarse la guerra, Francia prohibió las importaciones de bienes británicos, mientras que la superioridad naval de Gran Bretaña le permitió imponer un férreo bloqueo a los puertos continentales (dominados por los franceses en su gran mayoría). En los años siguientes, todos los Estados europeos —y sus posesiones coloniales — se vieron forzados a elegir bando. Los franceses vetaron el acceso a cualquier barco procedente del Reino Unido o de sus colonias, incluso si navegaba bajo bandera neutral, bajo amenaza de captura. Los británicos respondieron exigiendo que todo navío que transportara mercancías francesas pasara previamente por sus puertos. Los países neutrales quedaron así atrapados en una situación imposible para el comercio, con sus economías gravemente dañadas. Los buques estadounidenses, que desempeñaban un papel esencial como intermediarios, se vieron especialmente afectados, y Thomas Jefferson se vio obligado a decretar en 1807 un embargo general que prohibía zarpar hacia Europa. La tensión llegó a tal punto que, en 1812, Estados Unidos declaró la guerra al Reino Unido.

La interrupción del comercio internacional —que había florecido desde el siglo XVI y alcanzado su apogeo a finales del XVIII— golpeó con especial dureza a las economías europeas. Como se ha visto en capítulos anteriores, el sistema colonial y la apertura de nuevas rutas marítimas habían impulsado una creciente orientación exterior de las economías del continente, concentrando sus principales centros de actividad en las regiones costeras y portuarias. El comercio exterior, y en particular el que se realizaba con América, era el sector más dinámico de la economía europea. Por ejemplo, el comercio colonial

francés se multiplicó por diez entre 1716 y 1787.[2] Toda esa actividad se interrumpió con motivo de los bloqueos navales.

Los grandes puertos del continente quedaron prácticamente paralizados, las ciudades costeras perdieron población y la actividad económica se desplazó progresivamente hacia el interior. Una de las consecuencias de los bloqueos fue que las industrias nacionales dejaron de enfrentarse a la competencia exterior, lo que actuó como una forma de proteccionismo involuntario. En el continente, menos desarrollado industrialmente que el Reino Unido, comenzaron a surgir nuevas manufacturas destinadas a sustituir los bienes que antes se importaban desde las islas británicas. Al mismo tiempo, los agricultores británicos se beneficiaron de la ausencia de competencia extranjera, obteniendo beneficios extraordinarios gracias a los altos precios de los alimentos. Ni el conjunto de terratenientes y agricultores británicos ni los nuevos industriales continentales estarían dispuestos, tras la guerra, a renunciar a las ventajas que les había proporcionado aquella coyuntura.

Además, el comercio exterior y las redes coloniales habían funcionado como válvula de escape frente a la presión demográfica sobre la tierra. Con el colapso de esos flujos —particularmente el de alimentos—, economías como la británica, dependiente de las importaciones, comenzaron a sufrir gravemente. La coincidencia de malas cosechas a comienzos del siglo XIX provocó una aguda escasez de víveres en las islas británicas. La hambruna habría resultado devastadora si en 1810 Napoleón no hubiera aliviado el bloqueo mediante la autorización de la exportación de grano desde Francia hacia Gran Bretaña, permitiendo alimentar a la población del país enemigo.

Aquel gesto, a veces interpretado como un acto de nobleza, respondía en realidad a un cálculo económico y político

perfectamente racional. El bloqueo comercial no solo perjudicaba a los británicos, importadores netos de alimentos, sino también a los productores franceses, que acumulaban excedentes agrícolas sin salida y sufrían un desplome de precios. Mientras los primeros se enfrentaban al hambre, los segundos veían peligrar su sustento. Napoleón optó entonces por una decisión pragmática: evitar una crisis social interna antes que profundizar el desgaste de su adversario.

Así, la política interna condicionó la estrategia comercial en tiempos de guerra. Y también volvería a hacerlo una vez finalizó la contienda. Como acabo de decir, los nuevos capitalistas continentales y los agricultores y terratenientes británicos se convirtieron en grupos de presión muy poderosos que buscaban preservar la protección involuntaria que les había proporcionado el bloqueo naval, aunque ahora en forma de una política comercial deliberadamente proteccionista. En el caso del Reino Unido, esto se expresó en las famosas Leyes del Maíz (*Corn Laws*) que se aprobaron en 1815 y que implicaban la prohibición de importar grano extranjero cuando el precio estuviera por debajo de un determinado nivel. Medidas similares se podían encontrar en toda Europa en lo que era claramente una ola de proteccionismo posbélico.

Con la finalización de las guerras napoleónicas, el Reino Unido emergió como la potencia económica y geopolítica indiscutible del mundo moderno. Como ha dicho Richard J. Evans, tras las guerras napoleónicas,

> China estaba volcada en solventar sus propios asuntos internos, lo mismo que Rusia y Estados Unidos; ninguno de ellos aspiraba a desempeñar un papel global en el siglo XIX, aunque todos fueran capaces de hacerlo. Francia se hallaba agotada por las continuas guerras, mientras que su economía, camino de la industrialización en el siglo XVIII, en 1815 había quedado hecha añicos. Lo

mismo que España y Portugal, Francia había perdido la mayor parte de su imperio ultramarino.[3]

Evans concluye que «en 1815, los ingleses no tenían ningún rival serio».[4] Como hemos visto en capítulos anteriores, su supremacía se apoyaba en tres pilares fundamentales: la ventaja tecnológica derivada de la Revolución Industrial y del uso masivo de combustibles fósiles; el dominio marítimo, garantizado por la Royal Navy; y el control de las redes comerciales globales que vertebraban el nuevo sistema económico mundial. A partir de 1815, la historia política y económica europea entró en una etapa cualitativamente distinta de las anteriores.

En realidad, la primacía británica se había ido forjando a lo largo de los siglos bajo las políticas y prácticas mercantilistas. Mediante aranceles protectores, monopolios coloniales y el uso sistemático de la violencia imperial, el Reino Unido había logrado proteger y desarrollar su industria manufacturera frente a la competencia extranjera. Los orígenes de esta estrategia pueden rastrearse hasta el reinado de Enrique VII, a finales del siglo XV, cuando se impulsaron medidas para fomentar la industria textil nacional.[5] Sin embargo, fue durante el siglo XVII cuando Gran Bretaña desplegó de manera más coherente y sostenida una política mercantilista integral, que sentó las bases de su posterior hegemonía industrial y comercial.

Hacia 1815 la superioridad económica británica era tan evidente que empezaron a imponerse las voces que reclamaban abrir los mercados internacionales. Comenzaría así en la historia global una dinámica por la cual los países con industrias más fuertes se convertirían en los máximos defensores del libre comercio, aun cuando ellos mismos hubieran alcanzado esa situación de dominio como resultado de las prácticas mercantilistas que incluían al

proteccionismo. En la década de 1820, la industria británica ya no necesitaba protección y podía imponerse «naturalmente» gracias a su productividad y escala.

Fue entonces cuando las ideas mercantilistas fueron cediendo terreno a una nueva concepción del comercio internacional, de carácter liberal, articulada teóricamente por el economista político David Ricardo. Enriquecido durante las guerras napoleónicas mediante préstamos al gobierno y operaciones especulativas en la Bolsa de Londres,[6] Ricardo se retiró a escribir su obra más influyente, *Principios de economía política y tributación* (1817). En ella formuló la célebre teoría de la ventaja comparativa, que sigue siendo la base de la teoría comercial contemporánea. Su planteamiento sostenía que incluso las naciones menos desarrolladas podían beneficiarse del intercambio si se especializaban en aquellos bienes en los que fueran relativamente más eficientes. Así, el comercio dejaba de concebirse como un juego de suma cero —con ganadores y perdedores inevitables— para presentarse como un juego de suma positiva, en el que todas las partes saldrían ganando y el conflicto económico dejaría de ser una necesidad estructural.

Como ha dicho Marc-William Palen, a partir del segundo cuarto de siglo, «el libre mercado se estaba convirtiendo rápidamente en una ideología nacional en Gran Bretaña».[7] Fue defendido con particular devoción por los empresarios industriales, que se sabían imbatibles en un hipotético mercado libre internacional. No por casualidad fue en Manchester, una ciudad industrial, donde más importancia tuvo este movimiento, razón por la cual también recibió la etiqueta de *escuela de Manchester* o *liberalismo manchesteriano*.

Este nuevo discurso pro-libremercado se vinculó estrechamente con una retórica pacifista, lo que facilitó su aceptación entre amplios sectores progresistas de la época. Si el comercio permitía que las

naciones obtuvieran los bienes que necesitaban sin recurrir a la guerra, entonces la expansión del libre mercado podía interpretarse también como una vía hacia la paz perpetua. El movimiento, de hecho, creía que el libre comercio traería consecuencias tan beneficiosas como la prosperidad, la industrialización, la devolución de los imperios, la erradicación del hambre, la democratización de los gobiernos y el socavamiento del poder político de las élites mercantilistas.[8]

El pensador que mejor encarnó esta visión fue probablemente Richard Cobden, liberal radical y principal líder del movimiento en favor del libre comercio, que consideraba inseparable de la causa de la paz y de la disolución del colonialismo. El primer gran triunfo de este movimiento se produjo en 1846, cuando el Parlamento británico aprobó la abolición de las Leyes del Cereal (*Corn Laws*), que, como ya he mencionado, hasta entonces habían protegido a los productores de trigo frente a la competencia extranjera. Antes de esa fecha, el proteccionismo británico ya se había ido debilitando gradualmente: en 1825 se levantó la prohibición que impedía desde 1719 la emigración de trabajadores especializados, y en 1833 se redujeron ligeramente los aranceles sobre el trigo.[9] No obstante, fue la abolición total de las *Corn Laws* en 1846 la que marcó el verdadero punto de inflexión hacia el libre comercio en el Reino Unido.

El siguiente hito del movimiento pro-librecomercio fue el tratado Cobden-Chevalier, firmado entre Francia y el Reino Unido en 1860. De acuerdo con los historiadores O'Rourke y Williamson, la firma de este tratado «fue precursora de un decisivo cambio hacia el libre comercio en Europa».[10] Como veremos a continuación, este tratado fue una piedra angular del nuevo orden económico liberal que imponía el Reino Unido como nación hegemónica.

El período comprendido entre 1846 y 1914 suele describirse como una etapa de «antiimperialismo» y paz, y entre otras cosas se alude a un hecho probado: las muertes en el campo de batalla como proporción de la población europea habían sido siete veces más altas en el siglo XVIII que en el XIX, por lo que se ha dicho que «el siglo XIX fue de hecho marcadamente pacífico en el contexto de la sangrienta historia europea».[11]

No obstante, el comercio mundial siguió sostenido por la fuerza y la jerarquía imperial, bajo una apariencia de paz y cooperación. Muchos *cobdenitas*, además, tenían una relación ambivalente con el esclavismo, el sistema colonial e incluso el imperialismo. De hecho, el bombardeo de Canton, en el marco de la guerra del Imperio británico contra China en 1856, fue responsabilidad de John Bowring, quien había sido un estrecho colaborador de Cobden durante las décadas anteriores.[12]

La historiografía posterior ha mostrado hasta qué punto ese supuesto «antiimperialismo» era más ideológico que real. En su influyente ensayo *The Imperialism of Free Trade* (1953), John Gallagher y Ronald Robinson argumentaron que el Imperio británico no desapareció con la abolición de los monopolios coloniales, sino que se reconfiguró bajo nuevas formas. Lejos de renunciar a la dominación, Gran Bretaña pasó a ejercer un imperialismo de libre comercio, basado en la apertura forzosa de los mercados extranjeros, el control financiero y la dependencia comercial. La amenaza militar y los tratados desiguales sustituyeron en protagonismo a las antiguas compañías coloniales —que, no obstante, siguieron existiendo—, permitiendo a Londres mantener su hegemonía mundial bajo la apariencia de un orden pacífico.

Un siglo más tarde, el economista Arghiri Emmanuel, en su obra *El intercambio desigual* (1969), retomó esta crítica desde una

perspectiva marxista y estructural. Emmanuel demostró que el comercio internacional, lejos de generar beneficios mutuos, reproduce una transferencia sistemática de valor desde las economías con salarios bajos hacia las de salarios altos. La desigualdad global no era, por tanto, un accidente del desarrollo, sino una consecuencia inherente al funcionamiento del mercado mundial. Su análisis permitió reinterpretar el régimen de libre comercio como una nueva forma de subordinación estructural. El imperialismo económico se había transformado, pero no había desaparecido.

Décadas más tarde, autores como Alf Hornborg y Joan Martínez Alier ampliaron esta crítica en clave ecológica, desarrollando la noción de intercambio ecológico desigual. Según esta perspectiva, los flujos comerciales globales implican también una transferencia neta de energía, materiales y capacidad de carga ambiental desde el Sur global hacia el Norte. Los países periféricos exportan recursos naturales, trabajo y energía incorporada en materias primas y bienes de bajo valor añadido, mientras importan productos manufacturados de alto contenido tecnológico. De este modo, el Norte global sostiene su prosperidad material a costa del deterioro ecológico y la degradación ambiental del Sur, ocultando tras el ideal ricardiano del «intercambio entre iguales» unas asimetrías energéticas, tecnológicas y laborales que siguen siendo el núcleo invisible del sistema económico mundial.

De hecho, lo que Gallagher, Robinson, Emmanuel y autores posteriores describieron desde perspectivas distintas converge en una misma constatación: el orden liberal que emergió tras 1846 no abolió las relaciones de poder, sino que las trasladó al terreno del comercio, la energía y la producción. El libre comercio operó como una nueva gramática de la dominación, capaz de integrar la coerción

dentro de la propia estructura de los intercambios. Las rutas marítimas, las finanzas y la tecnología se convirtieron en los instrumentos invisibles de un imperio que ya no necesitaba conquistar territorios para extraer valor.

Se trata de un metabolismo global profundamente desigual en el que las economías industriales del Norte global siguieron importando flujos masivos de energía y materiales del Sur, externalizando los costes ecológicos y sociales de su propio crecimiento. El saqueo propio del primer imperialismo —el de la era mercantilista— simplemente había mutado en sus formas. En esta fase, el capitalismo industrial, alimentado por los combustibles fósiles, amplió su radio de acción a escala planetaria, transformando el metabolismo de las sociedades humanas y empujando al planeta hacia los límites biofísicos que hoy conocemos.

7.1. Un juego de suma cero

Alexander von Humboldt llegó a Lima en 1802, tras haber atravesado una buena parte del territorio sudamericano gracias al pasaporte que le había concedido el rey Carlos IV en 1799. En Perú, Humboldt se escandalizó por la gestión que se hacía de las minas, sobre todo por las técnicas aplicadas, las cuales consideraba muy arriesgadas para los trabajadores, ya que solían implicar graves accidentes.[13] También se opuso al tipo de trabajo realizado por las poblaciones indígenas bajo el sistema de la mita, por ser altamente coercitivo y casi esclavo.[14] No obstante, estando en Lima, Humboldt también tomó una importante decisión que alteraría la agricultura y la geopolítica del siglo xix: envió a Europa unas muestras de guano.

El guano es el excremento de algunas aves costeras; existen depósitos significativos en varias ubicaciones del planeta, sobre todo en islas del mar Caribe, en el suroeste de África y en el Pacífico. El análisis químico realizado a partir de las muestras remitidas por Humboldt demostró que el guano peruano «era más rico en nitrógeno y fosfatos que cualquier otro fertilizante utilizado hasta la fecha y que, sin duda, revitalizaría los terrenos agrícolas afectados por una larga e intensiva explotación».[15] El científico químico Justus von Liebig lo recomendó como fertilizante en sus publicaciones, y el científico inglés John Nesbitt realizó experimentos que confirmaron que «una tonelada de guano equivalía a treinta y tres toneladas del excremento animal que habían venido utilizando».[16] La mirada de las grandes potencias económicas y militares se volvió hacia Perú.

El «descubrimiento» del guano por Humboldt, y su posterior análisis químico —que demostró que había un 15 por ciento de nitrógeno en los mejores depósitos—,[17] cambió radicalmente la agricultura y la geopolítica. En esas condiciones, en la década de 1840, Gran Bretaña, seguido por otros países europeos y por Estados Unidos, comenzó a recurrir al guano como fertilizante para mejorar el rendimiento de la tierra. Y los mejores depósitos de guano estaban en las islas Chincha de Perú, por lo que en muy pocos años el guano se convirtió en el principal producto de exportación de Perú.

No obstante, en un período de cuatro décadas el depósito de Chincha se agotó, y sus nutrientes acumulados durante milenios fueron empleados en la producción agraria de las principales economías del mundo. Otros depósitos, como los de las islas Ichaboe, corrieron muy pronto la misma suerte. Debido a la calidad del guano como fertilizante y a su escasez relativa, estos excrementos se convirtieron en un material muy codiciado y

disputado. Entre 1850 y 1860, Estados Unidos importaba dos veces más guano que café y cinco veces más guano que té, lo que proporciona una señal gráfica de la importancia del material.[18] Sin embargo, los agricultores se quejaban de la inestabilidad en el suministro y, sobre todo, del precio. No estaban dispuestos a aceptar las reglas del libre comercio.

A comienzos de la década de 1850, el secretario de Estado de Estados Unidos, y también agricultor, Daniel Webster, animó un complot para asaltar militarmente las islas Lobos de Afuera, otra ubicación bendecida con grandes cantidades de guano y que estaba bajo jurisdicción peruana. Aunque muchos barcos estaban ya en disposición de ocupar la isla, el presidente estadounidense Millard Fillmore declaró que las tierras en disputa eran de Perú, abortando la invasión.

Sin embargo, en 1856 el Congreso de Estados Unidos aprobó la Guano Islands Act, una norma según la cual Estados Unidos reclamaba para sí 103 islas en el Pacífico y el Caribe, y, antes de que el presidente del país la ratificara, varias embarcaciones de Estados Unidos habían tomado posesión de las dos primeras. La Guano Islands Act, aún en vigor, establece que, si un ciudadano estadounidense encuentra guano en un territorio fuera de la jurisdicción de otro país y lo reclama, puede ser considerado suelo estadounidense y se permite el empleo de la fuerza militar para proteger los derechos del descubrimiento.

En junio de 1857, el capitán Peter Duncan reclamó la isla de Navaza, cerca de Haití, tras encontrar depósitos de guano. Al año siguiente, el gobierno de Haití, que reivindicaba dicha isla, envió dos buques de guerra para recuperarla, si bien no tuvieron éxito porque la muy superior marina estadounidense los detuvo. Posteriormente, el gobierno de Estados Unidos reconoció oficialmente la isla como

parte de su territorio, estatus que aún sigue en vigor, y hasta 1898 explotó los depósitos de guano mediante el empleo de trabajadores afroamericanos con duras condiciones laborales. Era una ironía de la historia que una isla que pertenecía a Haití, primera nación de esclavos libres que había conquistado su independencia apenas unas décadas antes, fuera ahora una nueva colonia para la exportación de un recurso que necesitaban los países desarrollados. Finalmente, con el agotamiento de los depósitos, la isla se convirtió en un nodo militar y científico de Estados Unidos en la región.

A partir de la década de 1870, el guano perdió importancia debido al agotamiento de los depósitos y al creciente interés por los nitratos del desierto de Atacama, ubicados en territorios entonces pertenecientes a Bolivia y Perú. Estos recursos, más abundantes y versátiles como fertilizantes y explosivos, atrajeron la atención internacional y se convirtieron en el centro de una nueva disputa geopolítica. La pugna entre Chile, por un lado, y Bolivia y Perú, por otro, desembocó en la Guerra del Pacífico (1879-1884). La victoria chilena le permitió anexionarse la provincia peruana de Tarapacá y ocupar el litoral boliviano de Antofagasta, lo que dejó a Bolivia sin salida al mar, una reivindicación que persiste hasta la actualidad.

La importancia del guano venía marcada por su calidad como fertilizante, pero también porque todavía entonces se entendía que los recursos eran limitados y, en consecuencia, hacerse con ellos era también una forma de evitar que las naciones rivales dispusieran de ellos. Con el tiempo, y como ya hemos comentado, la química industrial proporcionó fertilizantes sintéticos que hicieron desaparecer el debate por completo para el caso del guano. En ese contexto, la innovación humana y tecnológica se presentaba como una solución a todos los problemas que habían asolado a la humanidad, incluyendo los de la escasez de recursos. Es como si

nadáramos en la abundancia, y para las mentes más liberales ninguna guerra más era necesaria, porque el comercio y la producción industrial permitían que todas las naciones tuvieran lo que necesitaban. Como hemos dicho antes, fue el economista David Ricardo quien modelizó y popularizó por primera vez la noción de las ventajas comparativas y la idea de que el comercio era beneficioso para todas las partes.

No obstante, la idea de que el comercio internacional puede ser un juego de suma positiva no era una innovación de David Ricardo. Como expliqué en el capítulo anterior, ya durante la primera fase del mercantilismo hubo autores, como John Locke, que pensaban que el trabajo humano también era capaz de crear riqueza a través de la industria. Incluso antes que el filósofo inglés, autores mercantilistas como Antonio Serra ya ponían de relieve la importancia de la industria en el desarrollo de las ciudades y reinos.[19] Esta posición, como ya he mencionado, se hizo dominante entre los autores mercantilistas según avanzaba el siglo XVII. Como consecuencia, se rechazaba la concepción de un mundo finito y limitado por los recursos naturales, y se abría paso la idea del crecimiento ilimitado.

¿Quién tenía razón: los autores que concebían el comercio como un juego de suma cero o quienes lo entendían como un juego de suma positiva? La respuesta, aunque pueda parecer desconcertante al inicio, es que ambos enfoques captaban una parte de la verdad. Por un lado, vivimos en un mundo finito, y la competencia por recursos escasos entre múltiples pretendientes puede derivar fácilmente en conflictos militares —como vimos en el capítulo anterior—. Por otro lado, sin embargo, ciertos bienes pueden ser lo suficientemente abundantes como para que, durante largos períodos de tiempo —considerables en la escala de la vida humana—, se

perciban como prácticamente infinitos, permitiendo relaciones de intercambio mutuamente beneficiosas.

Esta reflexión enlaza con la innovación conceptual del economista ecológico Herman Daly, quien distinguió entre un «mundo vacío» y un «mundo lleno».[20] Con la primera expresión se refería al largo período histórico en el que la humanidad era relativamente pequeña frente a la inmensidad de la biosfera: había abundancia de recursos, espacio y sumideros, de modo que el crecimiento económico podía expandirse sin chocar de inmediato con límites biofísicos. En ese «mundo vacío», los principales factores limitantes eran internos a las sociedades humanas —la escasez de capital, de trabajo o de conocimiento técnico— más que externos.

El «mundo lleno», en cambio, describe nuestra situación actual: el metabolismo de las sociedades ha alcanzado tal escala que se superpone a los ciclos fundamentales de la biosfera y los empuja hacia el colapso, como vimos en el primer capítulo. Los límites ya no provienen de la escasez de capital o de trabajo, sino de la finitud de la propia Tierra: agotamiento de recursos, pérdida de biodiversidad, cambio climático y desbordamiento de los sumideros planetarios. En este escenario, cada nueva unidad de crecimiento económico se logra a costa de una presión creciente sobre sistemas naturales que ya están en el límite de su resiliencia.

Hoy, múltiples recursos clave para el metabolismo de las sociedades industriales forman parte de este «mundo lleno» descrito por Daly. El caso paradigmático son los minerales críticos, cuya disponibilidad limitada, concentración geográfica y dificultad técnica de extracción los convierte en objeto de disputa geopolítica y de nuevas formas de mercantilismo. Igual que en los siglos XVII y XVIII, cuando las potencias competían ferozmente por territorios y rutas que aseguraran el acceso a recursos escasos, las economías

contemporáneas pugnan por garantizar el suministro de minerales indispensables para la transición energética y digital. La analogía con el primer mercantilismo, por tanto, no solo es evidente: también ilumina hasta qué punto el debate sobre la riqueza y el poder sigue girando en torno a la distribución de recursos materiales finitos en un planeta lleno.

Pero esto significa también algo más profundo: la nueva visión de un mundo de crecimiento ilimitado solo fue posible en condiciones históricas específicas, a saber, una expansión constante de recursos, energía abundante y crecimiento económico sin límites aparentes. Aunque las guerras por los recursos nunca desaparecieron —como demuestra la historia del petróleo—, durante buena parte del siglo XX las potencias buscaron garantizar el acceso a recursos críticos mediante mecanismos comerciales, alianzas estratégicas o intervenciones indirectas. Los economistas ya no hablaban de *escasez absoluta*, y solo se referían a la *escasez relativa*, lo que quería decir que en caso de que un país no tuviera acceso a un recurso siempre lo podía obtener de otros a través del comercio. Esto es lo que nos ha hecho percibir que los imperialismos descarnados descritos en el capítulo anterior habían desaparecido para siempre. Pero era una ilusión creada por el convencimiento de que la energía y los recursos materiales ya no eran limitantes del metabolismo de las sociedades.

Hoy, en cambio, en el contexto de crisis ecosocial y de desestabilización del sistema Tierra, asistimos a una reaparición de la lógica de suma cero. La escasez evidente de materiales críticos, la fragilidad de las cadenas globales de suministro, el agotamiento energético y el impacto del cambio climático sobre el rendimiento agrícola están reactivando una lógica de competencia entre Estados que remite, en muchos sentidos, al viejo imaginario mercantilista. En

un mundo nuevamente percibido como cerrado, con recursos limitados y ventanas de oportunidad que se estrechan, la expansión pacífica parece menos viable, y la política internacional se reconfigura, una vez más, como una lucha por el control de los medios materiales de la vida.

Un ejemplo de esta nueva realidad lo aporta el suceso que tuvo lugar en el año 2010 en las costas de las islas Senkaku. Aquellas islas habían sido ocupadas por Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial y, a pesar de que eran reclamadas por China, se las terminó ofreciendo a Japón, que es el país que las administra desde entonces. En septiembre de 2010, un barco pesquero chino fue retenido durante semanas por la guardia costera japonesa acusado de navegar en las inmediaciones de las islas. La respuesta no oficial de China consistió en detener la exportación de tierras raras a Japón, que dependía de ellas para su industria electrónica. La disputa duró poco, porque Japón liberó rápidamente al capitán y China nunca reconoció formalmente que había maniobrado para retrasar y frenar las exportaciones de estos minerales críticos. Pero aquel conflicto se convirtió en un hito geopolítico que puso sobre la mesa la enorme dependencia que tenían los países desarrollados del gigante asiático.

El suceso en las islas Senkaku permitió a los países occidentales darse cuenta de que China podría emplear, llegado el momento, su posición de monopolio sobre los procesos de extracción y refinamiento de la mayoría de los minerales críticos como elemento de fuerza en cualquier negociación geopolítica. China se había adelantado al resto de los países en el control de los recursos naturales que eran imprescindibles para la transición energética, de manera que esta se había hecho enormemente dependiente de las importaciones desde el país oriental. Desde entonces, casi todos los

países occidentales, con Estados Unidos a la cabeza, buscan formas de reducir su vulnerabilidad geopolítica mediante la apertura de nuevas minas, la investigación en minerales alternativos y la acumulación de reservas suficientes.

Como ha dicho la experta Sophia Kalantzakos, «la interdependencia, que antes se elogiaba como un activo, se convirtió en un pasivo, una vulnerabilidad que podía ser utilizada como arma por los rivales», todo lo cual ha ayudado a conformar «un panorama geopolítico explosivo centrado en la hipercompetencia sino-estadounidense, que continúa agravándose».[21] Este es un escenario muy diferente al de la Globalización Neoliberal, para la que la intervención del Estado era un anatema y la única solución legítima parecía ser el libre mercado, a través del cual se resolverían la mayoría de los conflictos.

7.1.1. *«Retirar la escalera»*

Desde una perspectiva energética, resulta evidente que el sector primario —y en particular la agricultura— ocupa un lugar central: cuando sentimos hambre, nuestro cuerpo necesita alimentos con baja entropía, es decir, formas de energía ordenada que puedan ser metabolizadas eficientemente. De poco sirve estar rodeados de dispositivos electrónicos si no podemos consumirlos como fuente de energía útil. Sin una base biofísica que provea alimentos, agua y materiales, ninguna otra actividad económica podría sostenerse. Esto es de sentido común.

Sin embargo, desde el punto de vista económico, el principal motor del bienestar material moderno es la industria. Es ella la que ha multiplicado la disponibilidad de bienes que hacen la vida más cómoda y productiva, incluidos aquellos que mejoran la eficiencia del

trabajo agrícola, pero también muchos otros que responden a necesidades no esenciales. La expansión industrial ha permitido transformar profundamente las condiciones de vida, facilitando un aumento sostenido del ingreso per cápita y del consumo material. Así, la lógica biofísica y la lógica económica parecen transitar por caminos distintos, aunque no necesariamente contradictorios.

El «problema» del sector agrario es que, aunque nos da de comer, enfrenta un límite reconocido por todos: la escasez de la tierra y la necesidad de respetar los ciclos naturales (por ejemplo, los tiempos de cosecha). Por el contrario, el sector industrial parece esquivar ese inconveniente. Si hay capital suficiente, la industria únicamente requiere mano de obra, energía y recursos materiales, y hasta ahora los tres han sido tan abundantes que apenas se ha considerado con seriedad que alguno de esos elementos sea realmente escaso. Además, la industria puede producir ingentes cantidades de productos sin necesidad de quedar restringida por los lentos ciclos de la fotosíntesis. Así que si lo que importa es la producción, desde luego, la industria parece un pilar mucho más sugerente para crecer económicamente. Por esa razón todos los países se han sentido atraídos por la idea de industrializarse y «liberarse» así de las ataduras de la escasez y los rendimientos decrecientes de la tierra. Como he dicho, esto solo es posible mientras el mundo no esté «lleno», es decir, mientras los recursos necesarios y los sumideros correspondientes sean relativamente abundantes.

Ya hemos mencionado que la «gran divergencia» entre países ricos y países pobres se produjo a partir de la Revolución Industrial. En efecto, a partir de 1800 los países industrializados se convirtieron en los más ricos y, gracias al sistema colonial, consolidaron su dominio sobre el resto. En particular, el modelo paradigmático de país avanzado era Gran Bretaña, razón por la cual su modelo de

desarrollo basado en la industrialización se convirtió en la referencia para todas las demás naciones desde el siglo XIX. Pero ¿en qué medida podía replicarse un modelo históricamente tan específico como el británico, que había sido tan dependiente de la energía y recursos baratos obtenidos del exterior? ¿Había acaso otras vías para conseguir mayor peso de las industrias? Muchos países lo intentaron.

No obstante, lejos de compartir este modelo con otros países, Inglaterra se esforzó por mantener su ventaja. Por razones tanto geopolíticas —el temor a la competencia de potencias emergentes como Alemania, Estados Unidos o Francia— como económicas —la necesidad de mantener colonias subordinadas que suministraran materias primas baratas y compraran los productos manufacturados —, los británicos obstaculizaron activamente la industrialización del resto del mundo. Como ha dicho el economista Ha-Joon Chang, el abandono de las medidas proteccionistas y la adscripción al libre mercado de Inglaterra justo cuando la economía estaba a la vanguardia tecnológica debe verse «como un acto de "imperialismo de libre comercio" que pretendía frenar el avance hacia la industrialización en la Europa continental ampliando el mercado para los productos agrícolas y las materias primas».[22] El desarrollo industrial se convirtió, así, no en una oportunidad universal, sino en una posición estratégica que proteger.

Una imagen poderosa que ayuda a entender este comportamiento es la que propuso el economista Friedrich List, y que Ha-Joon Chang retomó y actualizó brillantemente en su libro *Retirar la escalera*. Según List, el desarrollo económico puede imaginarse como una escalera por la que los países pueden ascender. Para comenzar dicha ascensión, los países emplean todo tipo de herramientas proteccionistas con las que blindar el desarrollo de sus primeras industrias, que al principio son débiles. Sin embargo, una vez que un

país logra llegar a lo más alto —esto es, a un estadio industrializado —, retira o «patea» la escalera para impedir que otros puedan seguir el mismo camino. Eso sucede precisamente en el momento en el que el país líder ha alcanzado un estadio en el que sus industrias son muy productivas y no tienen rivales en el mundo, por lo cual su nueva demanda de un mayor libre comercio es una forma de asegurarse su ventaja estructural en la economía mundial. En términos históricos, este papel lo representaron a la perfección especialmente Inglaterra y Estados Unidos en los siglos XIX y XX respectivamente.

En efecto, la forma más eficaz de «retirar la escalera» es imponer el libre comercio entre las industrias muy desarrolladas de los países del centro y las industrias débiles de los países de la periferia. En esas condiciones es literalmente imposible que los países periféricos puedan desarrollar sus industrias y, por lo tanto, ascender a otros niveles de bienestar material. La razón reside en que con mejor tecnología los costes unitarios son más bajos, lo que permite vender con precios más competitivos, los cuales son preferidos a los de la competencia. En consecuencia, esta brecha obliga a los países menos competitivos a permanecer en un estadio de subdesarrollo que se caracteriza, en general, por una fuerte dependencia estructural respecto de las economías del centro. Esto lo sabía bien Inglaterra desde el siglo XVII, cuando «instituyó un poderoso conjunto de políticas con el fin de impedir el desarrollo de las manufacturas en las colonias, especialmente en Estados Unidos».[23]

El colonialismo permite ver esta lógica en acción de una manera descarnada, ya que es la fuerza de los cañones lo que impera en la imposición de medidas destinadas a mantener el subdesarrollo de los países periféricos, entonces todavía colonias. Dichas medidas incluían desde la prohibición de importaciones que pudieran

amenazar a las industrias británicas hasta el incentivo de producción de materias primas, pasando incluso por la ilegalización en las colonias de determinadas industrias manufactureras. Por supuesto, las colonias tenían prohibida la utilización autónoma de los aranceles, precisamente el instrumento que la metrópoli había usado extensamente para ascender por la escalera de la industrialización.

Aunque las medidas aplicadas por Inglaterra sobre las colonias americanas fueron paradigmáticas —y, de hecho, dejaron una huella profunda en el pensamiento económico estadounidense, como luego tendremos oportunidad de ver—, quizá el caso más sangrante fue el de la India. Allí, la combinación de medidas políticas y ejercicio de la fuerza sirvió para desmantelar las estructuras productivas locales a fin de convertir el subcontinente en un proveedor de materias primas y un mercado cautivo de manufacturas británicas. Como vimos en el capítulo anterior, antes de la colonización inglesa la India era la principal productora de tejidos del mundo, con calidades superiores a los que ofrecían las industrias británicas. Para blindarse ante esa competencia superior, Inglaterra prohibió las exportaciones de productos textiles de la India. Solo cuando las industrias inglesas se convirtieron en las más competitivas, se promovió el libre mercado con consecuencias desastrosas para la economía india. Para una fecha como 1873, «se calculaba ya que el 40-45 por ciento de todas las exportaciones textiles de algodón británicas se dirigían a la India».[24] Las mismas políticas se aplicaron en otra colonia británica, Irlanda, con resultados similares en lo que se refiere a destrucción del tejido productivo.

No obstante, también hubo formas más sutiles de bloqueo, como los tratados desiguales que se impusieron a infinidad de países. Estos acuerdos, disfrazados de libre comercio, imposibilitaron cualquier tipo de desarrollo autónomo. No solo fue Inglaterra la que

promovía estas fórmulas, pero al ser durante el siglo XIX la principal economía del mundo —y en consecuencia la mayor defensora del libre mercado—, fue también la que más protagonizó este tipo de acuerdos. Estos tratados tenían como objetivo anclar al país periférico al libre comercio, para lo cual neutralizaban su política arancelaria. De esa manera, los países periféricos no podían proteger sus industrias ni crecer como sí habían hecho los países del centro.

La primera vez que se usaron estos tratados desiguales fue con Brasil, en 1810, aunque le siguieron otros muchos en América Latina a medida que estos países se fueron independizando de sus metrópolis. Así, aunque se produjo la liberación política, lo que siguió fue la dependencia económica. Otros países que los sufrieron fueron Tailandia (entonces Siam), Irán (entonces Persia), Japón y el Imperio otomano, entre otros. Pero sin duda el más conocido fue el de China, firmado en 1842 y del que no se pudo deshacer hasta 1929.

A lo largo del siglo XIX, China no mostraba interés alguno por las manufacturas británicas, lo que representaba un grave problema para la clase dirigente del Reino Unido. Mientras Londres importaba grandes cantidades de té, seda y porcelana, las exportaciones británicas hacia el Imperio Qing eran insignificantes, generando un déficit comercial estructural que solo se compensaba gracias a la plata que fluía desde América y la India. Esta situación era inaceptable para los círculos comerciales y financieros británicos, que consideraban intolerable que un país no se integrara en los mecanismos del libre comercio que sustentaban su hegemonía.

Fue en este contexto cuando los británicos recurrieron a una estrategia abiertamente coercitiva, introduciendo de manera masiva opio producido en la India británica en el mercado chino. Cuando el

gobierno Qing trató de prohibir su importación y destruir los cargamentos, el Reino Unido respondió con una ofensiva militar. Las llamadas Guerras del Opio (1839-1842 y 1856-1860) fueron, en realidad, guerras por la apertura forzada del mercado chino y por la subordinación de su economía al orden comercial imperial.

Tras la victoria británica, el Tratado de Nankín (1842) —y los acuerdos posteriores— impuso condiciones draconianas: China se vio obligada a abolir su política arancelaria, ceder Hong Kong al Reino Unido, abrir varios puertos al comercio exterior y otorgar extraterritorialidad a los súbditos británicos. En la práctica, perdió su soberanía económica y parte de su independencia política. Como recuerda Chang, aquello tuvo una simbología enorme, pues incluso «un británico fue el jefe de aduanas durante cuarenta y cinco años, desde 1863 hasta 1908».[25]

Este episodio ilustró con claridad el carácter profundamente desigual del liberalismo comercial del siglo XIX. En efecto, el libre mercado no siempre se extendió mediante la persuasión ni el ejemplo, sino por la fuerza de las armas, garantizando que los países periféricos se integraran en un orden internacional diseñado para servir a los intereses económicos y geopolíticos del Reino Unido.

Los tratados desiguales son parte del repertorio institucional que el Reino Unido utilizaba para sostener el orden económico liberal que estaba configurando bajo su hegemonía. Y, como he dicho antes, el tratado de Cobden-Chevalier de 1860 fue un pilar fundamental que sirvió para empujar a otras naciones desarrolladas, y de manera voluntaria, a la adopción de las políticas de libre-comercio.

Aquel tratado crucial abolió todas las prohibiciones a las importaciones francesas, «redujo los aranceles sobre el vino en más de un 80 por ciento, admitió muchos productos franceses libres de impuestos y abolió las tasas sobre la exportación del

carbón».[26] Pero quizá lo más importante fue que se estableció la cláusula de las naciones más favorecidas (NMF), que obligaba a que cualquier concesión comercial bilateral fuera aplicada a todos los demás países. Ese mecanismo fue un acelerador de los acuerdos a favor del libre comercio, y en los años siguientes se sumaron a este orden liberal países como Bélgica, Prusia, Italia, Suiza, Suecia, Noruega, España, Países Bajos, Austria y, finalmente y de manera significativa, también Alemania.[27] En la década de 1870, Europa era una región económica de libre mercado, gestionada bajo la hegemonía económica, militar e intelectual británica.

7.1.2. *La reacción neomercantilista*

A lo largo del siglo XIX, la expansión de las nuevas infraestructuras de transporte y comunicación —especialmente el ferrocarril, el telégrafo y los barcos de vapor— «estrechó» el mundo, reduciendo drásticamente los tiempos y los costes de traslado. Gracias a ello, muchas transacciones que antes resultaban inviables pasaron a ser rentables, lo que transformó la escala y la naturaleza del comercio internacional. Como consecuencia, emergió un auténtico mercado mundial, no solo de bienes, sino también de personas, capitales e información. Fue en este contexto cuando se produjeron las grandes migraciones voluntarias hacia América y Oceanía, la expansión de las inversiones internacionales de capital —particularmente británicas— y la multiplicación de los flujos comerciales a una escala sin precedentes.

Varios historiadores se refieren a este período como la Primera Globalización (aproximadamente entre 1870 y 1914) y destacan su papel en la convergencia internacional de precios, incluyendo el de los salarios, como consecuencia de la creciente integración de los

mercados y la movilidad de los factores productivos.[28] Lo que ocurrió es que al conectar de una manera mucho más intensa dos regiones tan distintas como el Nuevo y el Viejo Mundo, se produjo un fenómeno de igualación de precios tal y como sugiere tanto la teoría económica convencional como la marxista.

El Nuevo Mundo, particularmente Estados Unidos y Canadá, era abundante en tierra y escaso en mano de obra. Por el contrario, el Viejo Mundo, es decir, Europa, era abundante en mano de obra y escaso en tierra. Eso significa que el precio del trabajo era más alto en América que en Europa, mientras que la tierra era más cara en Europa que en América. Es decir, los salarios se pagaban mejor en el Nuevo Mundo, mientras que las rentas de la tierra (que recibían los terratenientes) eran más altas en Europa. De hecho, en relación con los británicos «los salarios reales de los Estados Unidos eran un 106 por ciento superiores en 1855».[29] Esas diferencias provocaron que, en cuanto se facilitó una red de transporte más barata, los trabajadores se desplazaran desde Europa hacia América en búsqueda de mejores salarios.

¿Cuál fue la consecuencia de esa llegada de mano de obra desde Europa a América? Como era de esperar, los salarios fueron decreciendo en América respecto a los británicos. La superioridad de los salarios reales de Estados Unidos se redujo a solo un 72 por ciento en 1870 y un 44 por ciento en 1880.[30] En lo que se refiere a la tierra, la invasión de alimentos llegada a Europa desde el Nuevo Mundo, donde las tierras eran más abundantes y fértiles, provocó un desplome de los precios. Las rentas de los terratenientes cayeron y en todas partes emergió una corriente que demandaba más protección para el producto nacional, especialmente para aquel que estaba más expuesto a la competencia internacional. Volvían las pulsiones mercantilistas.

En Europa, los terratenientes se convirtieron al nacionalismo económico, buscando formas para proteger sus rentas, y se sumaron así a las filas de la reacción antiglobalización, normalmente en clave conservadora y reaccionaria. En la mayoría de los países los gobiernos escucharon a estos intereses, que eran muy poderosos en sociedades donde «únicamente en el Reino Unido la agricultura era la ocupación de una reducida minoría de la población (aproximadamente una sexta parte); en los demás países empleaba entre el 30 y el 45 por ciento de la población».[31]

Sin embargo, los capitalistas que se encontraban a cargo de las industrias siguieron siendo, sobre todo los británicos, partidarios del libre mercado. La razón es fácil de comprender, ya que las industrias europeas eran mucho más competitivas que las casi inexistentes industrias del Nuevo Mundo. Por su parte, las organizaciones de trabajadores se encontraban en una posición ambivalente, pues por un lado la invasión de alimentos amenazaba sus empleos —sobre todo en el sector agrario— pero, por el otro, se abarataban los alimentos que consumían una gran parte de sus presupuestos. Las reacciones finales dependieron mucho de los contextos específicos y de la estructura económica de cada país.

La situación en América era prácticamente la opuesta. Los propietarios de la tierra eran partidarios del libre mercado, como fue el caso de los esclavistas del sur de Estados Unidos que proporcionaban el algodón barato al resto del mundo. Por el contrario, los capitalistas americanos sabían que no estaban en condiciones de competir contra las industrias europeas, por lo que fueron los principales defensores de las medidas proteccionistas. La victoria del norte industrial durante la guerra civil que terminó en 1865 decantó finalmente la balanza no solo hacia la posición antiesclavista sino también a favor del proteccionismo económico.

No obstante, el proteccionismo había tenido sus importantes precedentes en la joven nación americana.

En 1789, George Washington y su secretario del Tesoro, Alexander Hamilton, habían apostado por un modelo industrial protegido por altos aranceles. Frente a la tradición republicana de Thomas Jefferson y James Madison —quienes veían que la virtud ciudadana solo podía prosperar en comunidades agrarias pequeñas—, Hamilton defendía un gobierno fuerte con capacidad para impulsar la industria nacional. Según él, el problema era que habían sido una colonia del Imperio británico, lo que significaba que la pequeña industria estadounidense era débil y altamente vulnerable, y cualquier desarrollo industrial parecía condenado al fracaso. La industria británica disfrutaba de niveles de productividad muy superiores, de manera que podía colocar en el mercado productos manufacturados mucho más baratos que los estadounidenses. Para sortear esas dificultades, Hamilton ideó un sistema que, en realidad, imitaba lo que los británicos habían hecho durante sus primeras etapas de desarrollo.

Para Hamilton, la promoción de las manufacturas era una forma clave de garantizar la independencia y seguridad de la nueva nación americana. Además, él no confiaba en que el libre comercio fuera una garantía de paz, sino que más bien creía que «las hostilidades entre países serían duraderas porque los hombres son ambiciosos, vengativos y voraces».[32] El pilar del sistema hamiltoniano fue el establecimiento de niveles muy altos de aranceles, lo que encarecía los productos extranjeros y protegía la embrionaria industria frente a la competencia. Hamilton murió en 1804, pero para 1816 su sistema económico seguía intacto y los aranceles suponían el 35 por ciento del valor de los productos importados.[33] Estados Unidos era en el siglo XIX un país inmenso con tierras enormemente fértiles —que

habían arrebatado violentamente a los nativos—, y disponía también de ingentes cantidades de madera, carbón, hierro y otras materias primas que, en consecuencia, no tenían que importar desde otros países. Para mediados del siglo XIX, el sistema de Hamilton había permitido construir una economía industrial que ya rivalizaba con Gran Bretaña.

Otro autor neomercantilista que destacó por defender la necesidad de proteger la industria estadounidense hasta que alcanzara plena competitividad fue Henry Charles Carey. Sus posiciones económicas han sido calificadas como una forma de mercantilismo social, ya que, a diferencia de Alexander Hamilton, Carey no se limitó a analizar el desarrollo nacional en términos de producción o balanza comercial, sino que incorporó una preocupación explícita por las consecuencias sociales del libre comercio.[34] Consideraba que la apertura prematura de los mercados podía generar desempleo y empobrecimiento, debilitando la cohesión social y el bienestar general. Además, Carey introdujo algunas de las primeras advertencias de carácter ecológico en la economía política moderna: advirtió de que el comercio internacional implicaba una pérdida neta de nutrientes del suelo, al exportar materias primas agrícolas sin reponer los elementos esenciales para mantener la fertilidad de la tierra. En este sentido, anticipó debates posteriores sobre el metabolismo social y la transferencia ecológica desigual entre países.

La influencia de Hamilton fue limitada, ya que sus propuestas solo se concretaron en aranceles moderadamente bajos en 1792. El verdadero giro llegó con las ideas de Henry Carey, que a partir de 1860 se tradujeron en niveles arancelarios muy elevados. Además, su pensamiento no solo ganó fuerza en su tiempo, sino que perduró con aún mayor vigor hacia finales del siglo XIX y comienzos del XX.[35]

Otro autor con gran influencia, especialmente internacional, fue el economista germano-estadounidense Friedrich List, a quien ya hemos mencionado como el creador de la célebre metáfora de «retirar la escalera». Formuladas en la década de 1820, sus ideas representaban una crítica frontal al libre comercio británico y una defensa decidida del proteccionismo como condición necesaria para el desarrollo industrial de los países en ascenso. List proponía aranceles elevados a los productos extranjeros, junto con subsidios y apoyo estatal a las industrias nacionales, hasta que estas alcanzaran un nivel de competitividad suficiente.

Al mismo tiempo, fue un firme defensor del orden colonial, al que consideraba imprescindible para asegurar tanto la seguridad nacional como el abastecimiento de materias primas y la expansión de los mercados exteriores. Desde esta perspectiva, List puede entenderse como uno de los primeros teóricos del imperialismo económico, al vincular de manera explícita la protección industrial con la proyección global de poder y la construcción de un sistema económico jerárquico entre naciones.

Gracias a los trabajos de estos autores, así como de muchos otros vinculados a los intereses manufactureros de Estados Unidos, se puso en pie lo que a veces se conoce como Sistema Americano.[36] En consecuencia, e igual que hizo el Reino Unido en los siglos anteriores, Estados Unidos se desarrolló bajo políticas proteccionistas de inspiración mercantilista, que garantizaron la consolidación de su industria nacional frente a la competencia externa. A finales del siglo XIX, la economía estadounidense había alcanzado un grado de madurez tecnológica y productiva que le permitió competir en numerosos sectores industriales, desafiando así la hegemonía británica. De hecho, los salarios reales

estadounidenses (y los de Canadá) volvieron a subir respecto a los británicos.

Un proceso similar tuvo lugar en otros países europeos a partir de 1870, coincidiendo con el estallido de la llamada Larga Depresión y con la inundación de los mercados europeos por el cereal barato procedente de América y Rusia. Este fenómeno provocó una profunda crisis agraria que impulsó a los terratenientes europeos —especialmente en Alemania y Europa del Este— a reclamar el retorno de las barreras arancelarias para proteger sus rentas frente a la competencia exterior.

Sin embargo, el giro proteccionista no fue solo una reacción del mundo rural. También los industriales y los capitalistas urbanos comenzaron a oponerse a la supremacía de la industria británica, cuyas manufacturas seguían dominando los mercados internacionales gracias a su ventaja tecnológica. En consecuencia, estos sectores se alinearon con las corrientes de nacionalismo económico, defendiendo la necesidad de proteger y fortalecer las industrias nacionales mediante políticas activas del Estado.

Alemania protegió su agricultura y su industria en 1879; Francia en 1880 y luego la reforzó en 1892; Suecia en 1888 y luego en 1892; e Italia en 1878 y 1887.[37] Otros países se siguieron sumando a esa lista por aquellos años, demostrando un cambio de dirección bastante contundente como resultado de las consecuencias de la Primera Globalización y de la crisis económica.

En países como Alemania, la influencia de Friedrich List y de sus seguidores resultó decisiva. Su pensamiento inspiró una visión del desarrollo que combinaba proteccionismo, planificación estatal e industrialización acelerada con una proyección imperial hacia el exterior. El expansionismo colonial alemán de finales del siglo XIX —en África y el Pacífico— formó parte de esa misma lógica: asegurar

materias primas, mercados y prestigio internacional para una potencia emergente que aspiraba a desafiar la hegemonía británica. List, por ejemplo, había afirmado que:

> Con la creación del Zollverein [unión aduanera creada en 1834], la nación alemana obtuvo por primera vez uno de los rasgos más importantes de su identidad nacional. Sin embargo, esta medida no puede considerarse completa mientras no abarque toda la costa, desde la desembocadura del Rin hasta la frontera con Polonia, incluyendo a Holanda y Dinamarca. Una consecuencia natural de esa unión debería ser la incorporación de ambos países a la Confederación Alemana y, por tanto, a la nacionalidad alemana. De este modo, Alemania obtendría de inmediato aquello de lo que ahora carece: pesquerías, poder naval, comercio marítimo y colonias.[38]

El resurgimiento del proteccionismo en el continente no solo expresó un cambio económico, sino también una transformación ideológica y geopolítica, preludio de las tensiones que marcarían el cambio de siglo. Hay que tener en cuenta que la Revolución Industrial también había concedido una ventaja militar a los europeos, que no habían dejado de expandirse territorialmente por el planeta. De hecho, los países europeos llegaron a controlar el 37 por ciento del territorio en 1800, el 67 por ciento en 1878 y el 84 por ciento en 1914.[39]

La confluencia de neomercantilismo económico con una identidad nacionalista reforzada, e incluso imperial, espoleó de nuevo la conquista militar y las guerras. Es a partir de 1875 cuando el análisis marxista clásico de Vladímir Lenin, Rosa Luxemburgo o Nikolái Bujarin comienza a hablar del «nuevo imperialismo» que desembocaría en la Primera Guerra Mundial. Como ha dicho John Bellamy Foster, «estos análisis clásicos del imperialismo fueron una respuesta a un período de inestabilidad internacional, marcado por el declive de Gran Bretaña como potencia hegemónica en la economía mundial y el ascenso de naciones competidoras,

especialmente Alemania y Estados Unidos, lo que acabaría desembocando en las luchas que condujeron a la Primera y la Segunda Guerra Mundial».[40] Es por esto por lo que el historiador Eric Hobsbawm llama *era del imperio* al período entre 1875 y 1914, subrayando asimismo que los años comprendidos entre 1880 y 1930 serían «la época de oro, o más bien, de hierro, de la diplomacia de los cañones».[41]

En consecuencia, durante el último cuarto del siglo XIX la globalización continuaba gracias a las nuevas redes de transporte, pero el orden económico liberal y la hegemonía británica estaba siendo socavada por las medidas proteccionistas y el crecimiento de otras potencias industriales, particularmente Alemania y Estados Unidos. Además, la globalización encontró también frenos no solo a la libre circulación de productos sino también de personas. En efecto, «después de la aprobación de las leyes sobre cuotas en la década de 1920, los Estados Unidos no volverán a tener una política de inmigración de puertas abiertas»,[42] a lo que se sumaron más tarde otros países del Nuevo Mundo como Argentina, Australia, Brasil y Canadá.

No resulta difícil identificar paralelismos entre aquella Primera Globalización y la Globalización Neoliberal, tanto en sus dinámicas económicas como en las reacciones políticas que suscitaron. No es casual que Donald Trump se haya reivindicado heredero de las ideas de los autores neomercantilistas, ni que muchos de los malestares sociales y populares que hoy canaliza la extrema derecha encuentren su precedente histórico en el siglo XIX. Este aspecto será analizado con mayor detalle más adelante.

El Reino Unido, por su parte, se mantuvo fiel al libre comercio incluso durante su progresivo declive relativo, aferrándose a un modelo que había servido a sus intereses durante el siglo XIX pero

que resultaba cada vez más insostenible ante la emergencia de nuevos competidores industriales como Alemania y Estados Unidos.

La primera ofensiva significativa contra el libre comercio vino de la mano de Joseph Chamberlain, un político que, pese a su pasado como radical liberal —defensor del sufragio universal, la reforma agraria y la educación pública gratuita—, se convirtió en un imperialista convencido. Chamberlain propuso instaurar un sistema de aranceles preferenciales dentro del Imperio británico, de modo que las colonias y los dominios disfrutaran de ventajas comerciales mutuas, mientras se elevaban los aranceles a las importaciones procedentes del resto del mundo. Su objetivo era reforzar la cohesión imperial y proteger la industria británica frente a la competencia extranjera.

Aunque aquellas ideas no prosperaron políticamente en su momento, dejaron una huella duradera en el debate económico británico. Irónicamente, sería su hijo, Neville Chamberlain, quien tras la Gran Depresión de 1929 pondría fin al largo ciclo del libre comercio británico al implementar políticas proteccionistas y acuerdos de preferencia imperial en el marco de la Conferencia de Ottawa de 1932, cerrando así casi un siglo de hegemonía del libre mercado en el Reino Unido.[43]

En el caso de Estados Unidos, cabe señalar que desde el último cuarto del siglo XIX ya era una potencia industrial y sus gobiernos se sabían competitivos en un mercado internacional. Se considera que es a partir de ese momento que se gestó la idea de una política de «puertas abiertas», es decir, una estrategia que buscaría ampliar el mercado mundial para interés del capital estadounidense. Se trataba de una estrategia racional que subyacía a declaraciones como las del presidente Theodore Roosevelt, quien a principios del siglo XX afirmó que «hemos llegado al punto en el desarrollo de nuestros intereses

en el que no solo somos capaces de abastecer nuestros propios mercados, sino también de producir un excedente en constante crecimiento para el cual debemos encontrar mercados en el extranjero».[44]

Esta aproximación debe ser integrada dentro de lo que se conoce como la *American Grand Strategy*, es decir, un conjunto coherente de principios, objetivos y medios destinados a asegurar la seguridad, la prosperidad y la influencia global de Estados Unidos a largo plazo. Dicha estrategia combinó el control de los flujos comerciales y financieros, la proyección militar y el liderazgo ideológico, sustituyendo el viejo imperialismo de libre comercio británico por una nueva forma de hegemonía que se presentaba, paradójicamente, como garante del libre comercio mundial. Como se ha dicho, «la aparentemente imparcial demanda estadounidense de mercados abiertos —lo que más tarde se conocería como 'igualdad de condiciones' o *level playing field*— siempre se entendió como algo destinado principalmente a beneficiar al capital estadounidense, que era el mejor posicionado para aprovechar estas oportunidades».[45] De nuevo tenemos en Estados Unidos un ejemplo de país que llega al dominio industrial haciendo uso de prácticas comerciales que luego desincentiva —o directamente impide— al resto de los países bajo su influencia. Esto, no obstante, es plenamente consecuente para los autores mercantilistas, quienes, como Carey, Hamilton o List, no defendían que las medidas proteccionistas fueran indefinidas. Más al contrario, en realidad ellos creían en un sistema internacional donde las naciones industrializadas comerciaran libremente entre ellas. Defendían propuestas proteccionistas para facilitar el desarrollo industrial, pero al mismo tiempo entendían que esa protección se iría retirando a

medida que dejara de ser necesaria. Es exactamente lo que ocurrió en Estados Unidos.

Los distintos gobiernos americanos se enorgullecían públicamente de no ser un país imperialista, acusación que, por el contrario, dirigían contra las potencias europeas. Sin embargo, esa afirmación ignoraba que la expansión territorial estadounidense hacia el oeste se había basado en la guerra contra México y en la conquista violenta de los pueblos nativos, y que el recurso a la fuerza siempre estuvo presente cuando se consideraba necesario, como demostraron los casos de Cuba, Filipinas o Puerto Rico a finales del siglo XIX. No obstante, es cierto que, a diferencia de potencias como el Reino Unido o Francia, que se repartieron el control directo del continente africano, Estados Unidos «ascendió gradualmente hasta convertirse en una potencia global, no mediante un dominio político formal como el de los antiguos imperios, sino a través del acceso y control de los mercados extranjeros, integrándolos en un capitalismo global bajo su hegemonía».[46]

Como es conocido, una vez que Estados Unidos emergió tras la Segunda Guerra Mundial como la economía más productiva y competitiva del mundo fue cuando se convirtieron al libre mercado y presionaron al resto a seguir la misma senda. Al principio no funcionó porque, como dice el economista Bill Dunn, «la apertura comercial fue rechazada, lo que no es ninguna sorpresa debido al evidente éxito que habían tenido en el pasado las políticas proteccionistas».[47] No obstante, los intereses de Estados Unidos acabaron imponiéndose en un nuevo orden mundial mucho más liberal.

Aquel nuevo orden pivotaba sobre el sistema de Bretton Woods, puesto en marcha en 1944, que estableció el dólar como la moneda de referencia, que a su vez estaba vinculada al precio del oro. Bajo

dicho sistema se crearon también tanto el Fondo Monetario Internacional (FMI) como el Banco Mundial —con sede en Estados Unidos—, y se aprobó en 1948 el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés) que tenía el objetivo de promover el libre comercio. El sistema de Bretton Woods fue la base de lo que en otros lugares se ha llamado *régimen de acumulación keynesiano-fordista*,[48] y que dio lugar a la llamada *época dorada del capitalismo* en Europa y Estados Unidos. Algunos autores distinguen entre el período de Guerra Fría y el posterior, y claramente neoliberal, pero en general hay acuerdo en que desde la Segunda Guerra Mundial el orden internacional estuvo hegemonizado por Estados Unidos. Primero dentro de una estructura bipolar, junto con la Unión Soviética, y luego ya de manera claramente unipolar tras la disolución de su antiguo rival en 1991.

7.1.3. *Relaciones centro-periferia*

Aunque los judíos en Alemania ya venían enfrentando desde hacía años un creciente y violento antisemitismo social por parte de grupos nacionalistas y paramilitares, las noticias del ascenso al poder de Hitler en 1933 fueron un punto de inflexión aterrador, pues anunciaban el inicio de una persecución sistemática desde el propio Estado. Aquellas familias que se lo pudieron permitir salieron rápidamente del país. Una de ellas se dirigió a Suiza y llevaba consigo a un niño de cuatro años llamado André Gunder Frank.

Pensando que tampoco estarían seguros si continuaban en Europa, la familia de Frank emigró aquel mismo año a California, en Estados Unidos. Allí se crio aquel joven emigrado, cuya capacidad para los estudios lo empujó a realizar un doctorado en la Universidad de Chicago. Uno de sus profesores, al que llamaba «tío Miltie», se

iba a convertir unas décadas después en la figura más prominente del movimiento neoliberal, fundando una escuela de pensamiento económico conocida como escuela de Chicago, en la que se formaron muchos de los grandes consejeros y asesores de gobiernos neoliberales como los de Ronald Reagan en Estados Unidos y Margaret Thatcher en el Reino Unido.

Frank no fue por ese camino. Criticó la visión demasiado abstracta de la economía que se enseñaba en aquel momento (la *Economics*) y se sintió atraído por los trabajos de autores como Thorstein Veblen o Gunnar Myrdal, de modo que fue considerado un institucionalista de izquierdas. Debido a que su tesis versaba sobre la agricultura en Ucrania, tuvo que desplazarse a aquella región, entonces parte de la Unión Soviética, justo cuando comenzaba la Guerra Fría. Retornó a Estados Unidos bajo la sospecha de ser un espía comunista.

En los años sesenta se marchó a América Latina, cuya economía y política le interesaban cada vez más. En 1966 escribió un artículo para la revista *Monthly Review* titulado «El desarrollo del subdesarrollo», en el que exponía su visión de lo que más tarde se ha conocido como *teoría de la dependencia*. Sus trabajos eran reconocidos como cruciales para los movimientos de izquierdas latinoamericanos. Por el contrario, el gobierno de Estados Unidos lo veía con malos ojos, y su fiscal general le mandó una carta en la que le prohibía el retorno al país. André Gunder Frank estaba exiliado, y no volvería a su casa hasta 1979, cuando el senador Ted Kennedy levantó la restricción.

Acabó viviendo en Chile, donde conoció a su esposa Marta, madre de sus dos hijos. Durante más de una década influyó sobre una generación de estudiantes que, en 1973, sufrieron también el golpe de Estado de Pinochet. Frank tuvo que emigrar otra vez, y muchos de sus estudiantes fueron asesinados a manos de los servicios de

represión de la dictadura. Apenas dos años más tarde, Milton Friedman se reunía en Santiago de Chile con Pinochet, al que recomendó un plan de ajuste neoliberal. El libro de Frank *La acumulación mundial, 1492-1789*, publicado en 1978, se dedicó a «la memoria de mi estudiante, compañero y amigo chileno Dagoberto Pérez Vargas y sus compañeros, que dejaron tras de sí sus preocupaciones teóricas para luchar y morir por poner fin a la acumulación basada en la explotación».[49] Dagoberto tenía veintiocho años y era uno de los líderes del Movimiento Izquierda Revolucionaria (MIR) de Chile, como también lo fueron otros cuatro hermanos menores suyos. Todos fueron asesinados por la dictadura.

Inspirado por el ejemplo cubano, el MIR sostenía que la revolución no debía supeditarse al lento y conciliador pragmatismo táctico de los partidos comunistas tradicionales, que —alineados con la política exterior de la Unión Soviética— promovían estrategias gradualistas y de colaboración de clases. Estos partidos argumentaban que, dado el supuesto carácter semifeudal de las economías latinoamericanas, la revolución socialista no era todavía viable. Según esta visión etapista, primero era necesario completar una revolución democrático-burguesa, aliándose con sectores «progresistas» de la burguesía nacional para desarrollar las fuerzas productivas e industrializar el país. Solo después, en una etapa futura, podría plantearse la transición al socialismo.

André Gunder Frank fue uno de los intelectuales más influyentes que impugnaron esta visión, que consideraba inadecuada para comprender la realidad latinoamericana. A su juicio, América Latina no era una región feudal o precapitalista, sino profundamente integrada en la economía mundial capitalista desde la colonización. En consecuencia, su subdesarrollo no era una etapa anterior al desarrollo, sino el resultado estructural de su incorporación

dependiente y subordinada al sistema capitalista global. En otras palabras, los países latinoamericanos no estaban subdesarrollados a pesar del capitalismo, sino a causa de él.

Frank fue uno de los principales autores de la escuela de la dependencia, que emergió en las décadas de 1960 y 1970 como una corriente crítica frente a las promesas incumplidas del desarrollo y los límites estructurales del capitalismo periférico. En efecto, el incumplimiento de las promesas de desarrollo de las teorías convencionales abrió espacio para que avanzaran las críticas más duras al sistema de Bretton Woods y al capitalismo en general.

A medida que se hizo evidente que competir en condiciones de igualdad era prácticamente imposible para los países subdesarrollados, algunos economistas comenzaron a plantear vías alternativas de industrialización. Antes aun que los dependentistas, Raúl Prébisch y Hans Singer elaboraron diagnósticos similares que condujeron a la formulación de la estrategia de *industrialización por sustitución de importaciones* (ISI). Ellos no pensaban que el libre comercio beneficiase a todos los países por igual, sino que, por el contrario, creían que el resultado natural era una creciente distancia entre la riqueza de los países del centro y los de la periferia. En consecuencia, su propuesta alternativa consistía en que, para desarrollarse, los países periféricos debían dejar de depender de la importación de bienes manufacturados y empezar a producirlos internamente. Esto mejoraría su balanza comercial y les permitiría diversificar su estructura productiva.

En lugar de aceptar la narrativa dominante de que el desarrollo era un proceso lineal y universal al que todos los países podían aspirar si seguían las políticas correctas —es decir, si liberalizaban sus economías, integraban sus mercados y se insertaban de forma «competitiva» en el comercio internacional—, los dependentistas

propusieron un marco radicalmente distinto. Como Frank, pensaban que los países del sur no estaban subdesarrollados por retraso interno o falta de modernización, sino porque habían sido y seguían siendo funcionales para el desarrollo de otros: los países del norte.

Para los autores dependentistas, no se trataba simplemente de rediseñar políticas industriales o mejorar la inserción en el mercado mundial, sino de comprender que el propio sistema capitalista global estaba organizado de forma jerárquica y dependiente. El capitalismo, sostenían, no había producido un desarrollo homogéneo ni progresivo, sino un sistema centro-periferia, en el que el crecimiento de unos requería necesariamente el estancamiento de otros. En ese marco, las burguesías locales de América Latina no eran actores autónomos, sino burguesías «compradoras», subordinadas a los intereses del capital internacional e instrumentales para el orden imperialista.

Esta crítica se insertaba en una lectura histórica de largo plazo: los procesos de colonización europea que hemos visto en el capítulo anterior habían dejado cicatrices profundas en las economías, las estructuras sociales y las culturas políticas del Sur global. Tras siglos de conquista, esclavización, extracción de recursos y destrucción de estructuras sociales autóctonas, las independencias políticas no supusieron una ruptura radical con el orden económico colonial, sino más bien su reconfiguración. Las estructuras agrarias concentradas, los sistemas fiscales regresivos, la debilidad de los Estados y la orientación primario-exportadora de las economías persistieron, moldeando las trayectorias de los nuevos países independientes.

En ese contexto, el debate estaba en cómo enfrentar la desigualdad estructural entre el norte desarrollado y el sur subdesarrollado. Para la interpretación dominante, inspirada en el marco keynesiano, la solución era técnica: corregir los desequilibrios

a través de reformas, inversiones públicas, políticas redistributivas y cooperación internacional. Para los dependentistas, en cambio, el problema era político y estructural: sin una transformación profunda de las relaciones internacionales de producción y poder, el desarrollo autónomo era imposible. De ahí que muchas de sus propuestas incluyeran estrategias de ruptura, desconexión o revolución social.

Durante algunas décadas del siglo xx, sobre todo en América Latina, esta estrategia guio políticas de desarrollo económico con resultados mixtos. Si bien logró cierto grado de industrialización y autonomía productiva, también generó cuellos de botella, dependencia de tecnologías foráneas y estructuras industriales poco competitivas. La crisis económica de los años setenta y la posterior imposición de políticas neoliberales supusieron el abandono de esta vía. Como concluyó el economista Pablo Bustelo, «la ISI de los años cincuenta había provocado un aumento de la desigualdad y del desempleo (y de la población marginada), efectos negativos a los que se añadieron la creciente deuda externa y la desnacionalización, cada vez más patente, del sector industrial a manos de grandes empresas multinacionales».[50]

A partir de los años setenta, las tesis dependentistas también comenzaron a enfrentarse con nuevas evidencias históricas que desafiaban algunos de sus supuestos. En particular, la industrialización de las llamadas economías del Este asiático —Corea del Sur, Taiwán, Hong Kong y Singapur— fue interpretada por muchos como una refutación empírica de la teoría de la dependencia. Si algunos países del sur podían desarrollarse en el marco del capitalismo global, ¿no era eso prueba de que el sistema permitía que los países de la periferia se industrializasen sin necesidad de guerrillas ni revoluciones?

Al mismo tiempo que algunas experiencias en Asia demostraban que era posible salir de la pobreza, aunque no siguiendo las recomendaciones neoliberales, los países occidentales se vieron sumidos en una crisis estructural que acabó llevándose por delante el tipo de configuración económica keynesiana que había dominado desde la Segunda Guerra Mundial.

La crisis de la década de 1970 ha sido interpretada por Andrew Glyn como el resultado del conflicto entre el capital y el trabajo en los países desarrollados.[51] La edad de oro del capitalismo (las décadas de los años cincuenta y sesenta) fue testigo de un crecimiento económico enorme, combinado con bajas tasas de desempleo y de inflación, y con mejoras en las condiciones de vida de la población. Sin embargo, en la segunda mitad de los años sesenta ese sistema comenzó a resquebrajarse, principalmente como resultado de su propio éxito.

La razón está en que la combinación de crecimiento económico y bajos niveles de desempleo otorgó a la clase trabajadora una gran capacidad de negociación, que utilizó para mejorar las políticas sociales y laborales de los países desarrollados. A su vez, las huelgas se sucedieron con objetivos múltiples, siendo el principal la exigencia de subida de los salarios. A mitad de los años setenta, el promedio de días de huelga por cada mil trabajadores industriales alcanzó los quinientos, precisamente en una época en la que el peso industrial era todavía significativo y el porcentaje de afiliados a un sindicato alcanzaba el 45 por ciento.[52] Para hacernos una idea, los días de huelga bajaron a menos de cincuenta para finales de la década de los noventa. Aquel contexto socioeconómico de las décadas de los sesenta y setenta conducía de manera generalizada a la subida de salarios y, en consecuencia, a la disminución de los beneficios empresariales.

La situación se volvió más complicada para el capital cuando a principios de la década de los setenta se disparó el precio del petróleo y de las mercancías básicas, lo que contribuyó a un desplome aún mayor de los beneficios. En esas circunstancias, y ante la crisis, las demandas de los trabajadores comenzaron a radicalizarse y a incluir la nacionalización de las empresas. Un caso significativo tuvo lugar en Suecia, cuando en 1975 el principal sindicato aprobó el Plan Meidner, que establecía que las empresas con beneficios estuvieran obligadas a emitir acciones que pasarían a formar parte de los fondos de inversión de la clase trabajadora. El modelo conducía a una progresiva nacionalización de las empresas, y se calculaba que en unos treinta y cinco años los trabajadores podrían ser accionistas mayoritarios de las compañías. Como ha dicho el economista Luis Buendía, «los fondos de asalariados suponían una ruptura evidente del marco de concertación que había presidido las relaciones laborales hasta el momento al atacar el crecimiento de los beneficios y, con ello, cuestionar abiertamente [...] el párrafo 23 de los estatutos de la patronal, puesto que los dueños de las empresas ya no podrían decidir abiertamente qué hacer con los beneficios que obtenían».[53]

La respuesta de las organizaciones empresariales en todos los países desarrollados estuvo guiada por el objetivo de quebrar la capacidad de negociación de la clase trabajadora. Pero como dice Bill Dunn, «lo que ha sido llamado una reorientación neoliberal no fue nunca lineal y se aplicó en algunas zonas mucho menos que en otras».[54] Las fórmulas neoliberales concretas no fueron parte de una planificación *a priori*, sino un juego de ensayo y error que finalmente facilitó que la proliferación de políticas antitrabajadores se expandiera por todos los gobiernos, llevando a un incremento del desempleo y una caída de los salarios reales. Al mismo tiempo, esas

mismas políticas favorecieron el crecimiento del comercio internacional, que pasó de representar un 28 por ciento del PIB mundial en 1970 a un 51 por ciento en el año 2000.[55]

Desde entonces, la narrativa dominante sobre el desarrollo ha girado en torno a la liberalización del comercio y la apertura de los mercados. A partir de los años ochenta, bajo el paraguas del llamado Consenso de Washington, se impusieron recetas que promovían la desregulación, la privatización y la eliminación de barreras comerciales. En teoría, estos cambios debían permitir a los países subdesarrollados integrarse de forma competitiva en la economía global. En la práctica, sin embargo, supusieron la exposición de sectores frágiles a una competencia devastadora con productos extranjeros mucho más baratos y eficientes.

7.2. El consenso neoliberal

El neoliberalismo no es simplemente un conjunto de políticas aisladas, sino una visión del mundo y de la economía basada en la idea de que el mercado es el mecanismo más eficiente para asignar recursos, generar crecimiento y organizar la vida social. Inspirado en las teorías de economistas como Friedrich Hayek y Milton Friedman, y promovido por organismos como el FMI y el Banco Mundial, el neoliberalismo «representa una revuelta contra el rumbo del capitalismo en el siglo XX y muy especialmente contra el que adopta en su segunda mitad, bajo el modelo de desarrollo fordista».[56] En particular, aquí nos interesa destacar que el neoliberalismo promovió la desregulación del comercio y de las finanzas, la privatización de muchos servicios públicos, el cese de la regulación activa del Estado y una fuerte reducción del gasto social estatal.[57]

Sin embargo, más allá de su retórica de eficiencia y libertad, el neoliberalismo ha operado históricamente como un proyecto político al servicio de la restauración del poder del capital. De hecho, el geógrafo David Harvey lo define como un «proyecto político para restaurar las condiciones para la acumulación capitalista y el poder de las élites económicas»,[58] sin que ello signifique necesariamente perseguir la reducción del peso y el papel del Estado.

En el caso de América Latina, su imposición en los años ochenta no fue el resultado de un consenso democrático ni de una evolución natural de las economías, sino la respuesta a una crisis de deuda. Ante la amenaza de impago masivo, el FMI y el Banco Mundial ofrecieron ayuda financiera, pero esta asistencia no fue gratuita. Vino condicionada a la implementación de profundos programas de reforma estructural inspirados en la doctrina neoliberal: los típicos paquetes de reformas que recomendaban los Chicago Boys a los que me he referido en el anterior epígrafe.[59]

El propósito subyacente de estas reformas no era otro que restaurar la rentabilidad del capital privado, especialmente del capital internacional. Para ello, era imprescindible reducir los costos de producción, y entre todos ellos, el salario de la fuerza de trabajo ocupaba un lugar central. Como resultado, las políticas de ajuste generaron graves consecuencias sociales: caída de los ingresos reales, incremento de la pobreza, exclusión social, aumento de la desigualdad y deterioro de los servicios públicos. El Estado fue desmantelado como herramienta de intervención económica y de protección social, al tiempo que aumentaba la volatilidad macroeconómica y la vulnerabilidad ante choques externos. Las consecuencias de esta etapa fueron, en muchos casos, devastadoras.

Lejos de generar prosperidad, la aplicación de estas recetas trajo consigo una década de estancamiento económico, retroceso social y mayor dependencia externa. Es la que ha sido conocida, con razón, como la *década perdida*. El fracaso fue tan obvio, y el enfado de la población tan grande que, hacia finales de los años noventa e inicios de los 2000, surgieron propuestas de corte posneoliberal que, con distinto grado de éxito, intentaron recuperar la capacidad del Estado para orientar el desarrollo económico y social.

La etapa neoliberal debe entenderse también como una reformulación de la *American Grand Strategy*. En el plano global, el neoliberalismo no fue solo un paradigma económico, sino una estrategia geopolítica destinada a reconfigurar el orden internacional bajo hegemonía estadounidense tras la crisis del petróleo y el agotamiento del modelo fordista. A través de la liberalización financiera, la desregulación de los mercados y la apertura comercial, Washington buscó integrar al mundo en una arquitectura global dominada por el dólar, las instituciones de Bretton Woods y las corporaciones transnacionales. En términos estratégicos, esto supuso sustituir la contención militar del comunismo —propia de la Guerra Fría— por la expansión del libre mercado como instrumento de poder, subordinando a los Estados periféricos mediante la deuda, el FMI y los tratados de inversión. La *Grand Strategy* neoliberal, por tanto, combinó poder económico y coerción política. Mientras la retórica celebraba la libertad y la globalización, en la práctica consolidaba una jerarquía mundial favorable al capital estadounidense y a sus aliados, garantizando su acceso a recursos, mercados y circuitos financieros bajo la apariencia de un orden liberal «sin alternativa».

En ese contexto, la *Grand Strategy* neoliberal también tuvo un componente expansivo y seductor: atraer e integrar a los antiguos

rivales geopolíticos en el orden liberal liderado por Estados Unidos. Tras el colapso de la Unión Soviética, Washington promovió la rápida apertura de las economías postsoviéticas mediante programas de «transición al mercado» diseñados por el FMI y el Banco Mundial, con la expectativa de convertir a Rusia en una democracia de libre empresa subordinada al sistema financiero global.

Como veremos a continuación, en el caso de China, la estrategia fue más gradual pero igualmente orientada a la integración: se fomentó su incorporación a las cadenas globales de valor y, finalmente, a la Organización Mundial del Comercio en 2001. Bajo la lógica del *engagement*, Estados Unidos aspiraba a que la interdependencia económica condujera a la liberalización política, creyendo que la prosperidad del mercado mundial reforzaría la hegemonía estadounidense. Sin embargo, esta apuesta contenía una paradoja: al abrir las puertas del capitalismo global a países con fuerte control estatal, como China, la propia estrategia neoliberal sentó las bases de la erosión de la supremacía industrial y tecnológica de Estados Unidos, generando las tensiones que definirían la geopolítica del siglo XXI.

Parte del error de análisis de Estados Unidos tiene que ver con que no todo el mundo se dejó seducir por la receta del Consenso de Washington y su propuesta de reducción del papel del Estado. Durante este mismo período, los llamados *tigres asiáticos* —Corea del Sur, Taiwán, Hong Kong y Singapur— lograron impulsar procesos exitosos de industrialización y crecimiento económico sostenidos a través de fórmulas con cierto parecido a las que habían puesto en marcha Inglaterra y Estados Unidos. Estos países basaron su crecimiento en las exportaciones porque descubrieron que había grandes empresas transnacionales buscando deslocalizarse, y pusieron en marcha políticas para atraer ese capital. Aquellas

empresas transnacionales eran «grandes minoristas y empresas de marca comercial que descubrieron que podían disminuir los costes y aumentar la rentabilidad de la inversión al subcontratar la fabricación en el Asia oriental, empezando por Japón, pero trasladándose posteriormente a la República de Corea y Taiwán (China)».[60]

La narrativa convencional ha atribuido este éxito de estos países asiáticos al seguimiento disciplinado de las recetas neoliberales. Pero investigaciones más rigurosas demuestran que estos países implementaron políticas profundamente intervencionistas:[61] protección arancelaria temporal para industrias nacientes, controles de capital, planes estatales de inversión, políticas industriales activas y una fuerte coordinación entre sector público y privado. Su inserción estratégica en las cadenas globales de valor fue deliberadamente gestionada por el Estado, no abandonada al libre mercado. De hecho, con la ventaja que proporciona el tiempo transcurrido desde entonces, «se pone de manifiesto que el mejor desempeño económico fue conseguido por aquellos países que desafiaron el saber convencional y adoptaron distintos paquetes de política heterodoxa, mientras que aquellos que adoptaron todo el paquete de políticas convencionales experimentaron desindustrialización y volatilidad económica».[62]

En todo caso, la expansión de las capacidades industriales en Asia incentivó la deslocalización de la producción desde los países del centro. Las grandes corporaciones transnacionales comenzaron a transferir sus fábricas a regiones donde los costes laborales eran más bajos, pero donde existía una mínima base industrial, recursos abundantes y Estados dispuestos a garantizar «estabilidad» para el capital. Además, el final de la Guerra Fría y la integración de China, la India y Europa del Este en la economía global incrementaron la fuerza de trabajo mundial de forma inédita: de 1.500 millones a

3.000 millones de trabajadores. Esta expansión intensificó la competencia global y facilitó una nueva fase de globalización liderada por el capital financiero, al tiempo que erosionaba la capacidad de negociación de los trabajadores en los países centrales y debilitaba aún más la posición de los países periféricos que no habían logrado transformaciones estructurales.

7.2.1. *Nueva división internacional del trabajo*

Desde la década de 1960, las grandes empresas transnacionales de los países industrializados comenzaron a externalizar segmentos de su producción para abaratar costes, dando lugar a las primeras cadenas globales de valor: redes fragmentadas en múltiples etapas y repartidas entre distintos países. En ellas, las tareas intensivas en trabajo y con bajo contenido tecnológico se trasladaron a países en desarrollo —en especial en Asia, donde la abundancia de mano de obra barata y la inversión estatal en infraestructura industrial lo facilitaron—, mientras que las funciones más intensivas en capital, conocimiento e innovación permanecieron en el Norte global. De este modo, las economías periféricas se convirtieron en el «taller del mundo», pero sin apropiarse del grueso del valor añadido, concentrado en las empresas matrices que controlaban el diseño, la logística, la financiación y la comercialización.

Debemos tener en cuenta que estas cadenas no se estructuran de forma uniforme, y se suele distinguir entre cadenas impulsadas por los productores y cadenas impulsadas por los compradores.[63]

En primer lugar, las cadenas impulsadas por los productores son típicas de industrias intensivas en capital y tecnología —como la automotriz, la aeronáutica, la informática o la de maquinaria pesada —, donde las grandes empresas transnacionales controlan

directamente el diseño, la fabricación de componentes y el ensamblaje final. La matriz subcontrata partes del proceso, pero conserva el control tecnológico y estratégico.

En segundo lugar, las cadenas impulsadas por los compradores predominan en industrias intensivas en trabajo y bienes de consumo —como la textil, el calzado, los juguetes o los electrodomésticos pequeños—. En estos casos, las empresas del centro no fabrican, sino que diseñan y coordinan redes de producción externalizadas en países periféricos. Actúan como intermediarias entre el consumo de los países desarrollados y las fábricas del Sur global.

Para comprender bien este proceso de deslocalización nos sirve recurrir al ejemplo de las manufacturas textiles en México. En 1993, las empresas mexicanas solo participaban en la costura, pero con el tiempo fueron asumiendo otras funciones, como corte, lavado, acabado y distribución. Sin embargo, «las funciones importantes de diseño y desarrollo del producto, las finanzas, el marketing y la venta al por menor siguen siendo funciones de empresas estadounidenses».[64] Con todo, el ejemplo que nos es más familiar es el de la empresa Apple, donde «las actividades de menor valor añadido —en su mayor parte, la producción— se han externalizado en el Asia oriental, mientras que la empresa matriz estadounidense sigue realizando I+D, diseño de productos, marketing y actividades financieras desde su sede de Estados Unidos».[65]

A través de estrategias de crecimiento orientadas a la exportación y con un papel central del Estado, varios países del sur comenzaron a disputar el viejo reparto internacional del trabajo. Hoy, el mapa de la economía global está en plena reconfiguración. De hecho, «una de las principales dinámicas de modernización en las cadenas impulsadas por el comprador era el intento, por parte de los países en desarrollo, de conseguir más valor fabricando más insumos a

nivel local en lugar de importarlos, y avanzar en la cadena de valor desde la producción hasta el diseño y la marca».[66] Es lo que se ha llamado *industrialización verticalmente integrada*, y es lo que intentan todos los países en desarrollo para mejorar sus niveles de vida.

A comienzos del siglo XXI, un nuevo actor transformó de forma radical el escenario global: como he dicho, China ingresó en la Organización Mundial del Comercio (OMC) en 2001, tras más de dos décadas de reformas económicas iniciadas en 1978. Igual que en otros casos asiáticos, China combinó la apertura progresiva con un firme control estatal. El Estado desempeñó un papel central en la planificación industrial, el financiamiento, la política tecnológica y la formación de capital humano. De hecho, «la propiedad estatal predominó durante la primera mitad de la era de la reforma y siguió siendo una parte importante de la economía durante la segunda mitad».[67]

Como ha explicado Minqi Li, las reformas y aperturas iniciadas por Deng Xiaoping en 1978 en la economía china tuvieron como objetivo la construcción de una economía de mercado socialista que, en realidad, era una reintroducción de las prácticas y lógicas capitalistas. La privatización de los medios de producción tanto en la agricultura como en las frágiles empresas públicas provocó una gran riada de migración de trabajadores que «proveyeron a las empresas capitalistas nacionales e internacionales de una gran cantidad de fuerza de trabajo barata».[68] Li apunta a que fue esto lo que «permitió a los capitalistas chinos recibir altas tasas de beneficio y capturar un porcentaje creciente del mercado mundial».[69]

Gracias a esta transformación estructural, China se convirtió en el «taller del mundo», proveyendo de manufacturas baratas para la exportación, pero también beneficiándose de un vasto mercado

interno y del liderazgo de empresas públicas en sectores clave. Pero China no se conformó con producir bienes de bajo valor añadido, lo que hubiera supuesto aceptar su papel subalterno en la división internacional del trabajo. Al contrario, a través de una estrategia de industrialización dirigida por el Estado, promovió la sofisticación de su base productiva. Con políticas activas en educación, investigación y desarrollo, transferencia tecnológica y aprendizaje industrial, sus empresas escalaron rápidamente en la cadena de valor. Hacia finales de los años 2000, muchas ya competían en sectores de alta tecnología, desde telecomunicaciones hasta energías renovables. Y si en el año 2000 China representaba el 6 por ciento de la capacidad de producción industrial del mundo, para el año 2030 se espera que represente el 45 por ciento.[70]

El objetivo de China durante estas últimas décadas ha sido pasar de ser el «taller del mundo» a ser la vanguardia tecnológica del mundo. El Plan 863, aprobado en 1986, planificaba dicha transición partiendo de la constatación de que China era todavía un país en vías de desarrollo, pero que «tiene la posibilidad de erigirse en líder de ámbitos tecnológicos completamente nuevos, en los que la competencia aún no es tan feroz, si accede a ellos con la prontitud suficiente».[71] En efecto, el plan *Made in China2025* fue una estrategia industrial nacional lanzada por el gobierno chino en 2015 con el objetivo de transformar a China de ser «la fábrica del mundo» —basada en la producción intensiva en mano de obra y de bajo valor añadido— en una potencia tecnológica e industrial avanzada, competitiva en los sectores de alta tecnología y estratégicos del siglo XXI. Algunos de esos sectores iban a ser el de las energías renovables, los vehículos eléctricos, la inteligencia artificial y el de los materiales necesarios para sus desarrollos.

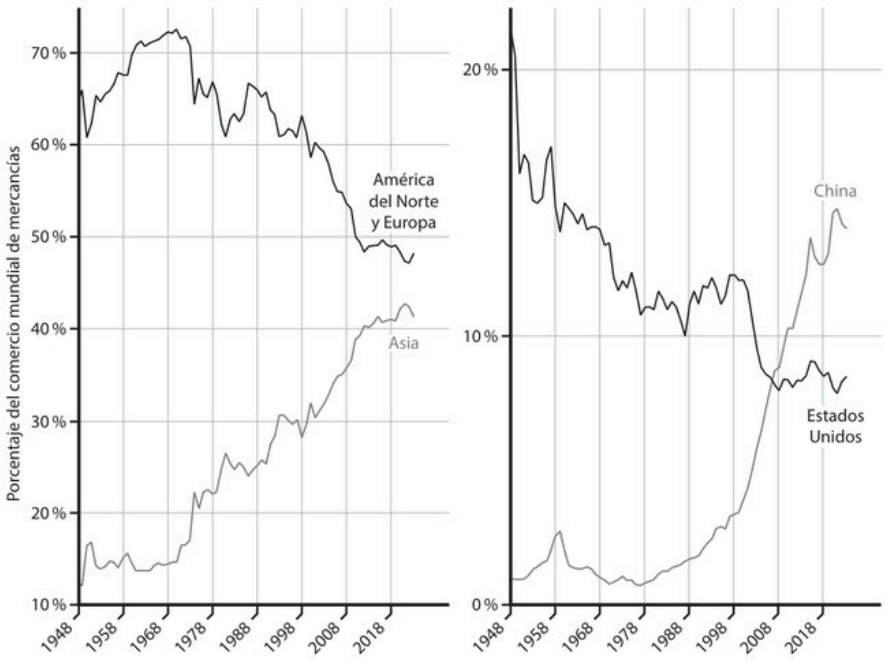
Ese proceso ha sido un éxito. Actualmente, China es la proveedora principal de tecnologías de energías limpias, ubicándose allí el 60 por ciento de la capacidad industrial mundial para la producción de paneles solares, turbinas y baterías.[72] Además, China ha logrado construir y controlar ciertas cadenas de suministros que van desde la mina hasta el procesamiento y la manufactura, como es el caso de los imanes permanentes (que son necesarios para las turbinas eólicas y para los coches eléctricos), mientras que el resto de los países son dependientes de las importaciones en alguna fase de la cadena de suministro.

Este ascenso no ha sido solo industrial o tecnológico, sino también geopolítico. China ha reforzado su mercado interno a través de políticas de redistribución y ha fomentado el comercio regional en Asia, reduciendo así su dependencia de las economías del centro. Paralelamente, ha desarrollado sus propias cadenas de valor con países asiáticos y africanos en posiciones más subordinadas, invirtiendo en infraestructuras, logística y transferencia tecnológica. Además, la expansión global de China se ha intensificado mediante una estrategia deliberada de aseguramiento de recursos. A través de inversiones masivas en todo el mundo, particularmente en África, ha adquirido el acceso preferente a minas, tierras y materias primas clave para sostener su crecimiento industrial. Algunos autores, como Alex Callinicos, consideran a China un actor imperialista sobre todo por este tipo de dinámicas. Esta nueva forma de proyección internacional —más pragmática que ideológica— ha reconfigurado las dinámicas del poder global. Y, como es lógico, ha inquietado a la hasta ahora potencia hegemónica, Estados Unidos.

Uno de los indicadores más reveladores para entender la actual disputa geopolítica entre Estados Unidos y China es la evolución de la participación en el comercio mundial de mercancías. Tras la

Segunda Guerra Mundial, América del Norte y Europa concentraban más del 60 por ciento del comercio global, mientras que Asia apenas alcanzaba el 10 por ciento. Este predominio de las economías desarrolladas se mantuvo e incluso se acentuó hasta la década de 1970, cuando llegaron a controlar más del 70 por ciento del intercambio comercial. Sin embargo, desde entonces, la cuota de América del Norte y Europa ha disminuido de forma sostenida, situándose hoy por debajo del 50 por ciento. En contraste, Asia ha protagonizado un ascenso constante y acelerado, alcanzando ya más del 40 por ciento del comercio mundial.

Figura 3. Participación en el comercio mundial de mercancías



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de UNCTAD (2025).

Como era previsible, esta evolución tiene su correlato en las dos economías más grandes de esas regiones, Estados Unidos y China.

La cuota de mercado de Estados Unidos ha decrecido de manera progresiva hasta llegar al 8 por ciento actual, mientras que China ha ido incrementando su posición y ya domina más del 14 por ciento del comercio mundial. Esta mayor capacidad competitiva de China frente a Estados Unidos también se expresa en los intercambios bilaterales entre ambos países y, por ejemplo, más de la mitad del déficit comercial estadounidense en manufacturas se explica por sus intercambios con China.

En suma, China amenaza la hegemonía de Estados Unidos. Pero ¿a qué precio lo está consiguiendo?

7.2.2. *Superexplotación en el sur*

La mayoría de los libros de historia económica o de historia de la tecnología ningunea, o directamente pasa por alto, el papel que desempeñaron en la Revolución Industrial las materias primas producidas por esclavos. Como ya dijimos, tampoco es habitual incluir el papel de la energía y, en particular, el del carbón aplicado a la nueva maquinaria. Especialmente en aquellas interpretaciones más culturalistas, todo parece deberse al ingenio de unas pocas mentes brillantes y emprendedoras que permitieron una mayor eficiencia en la producción de telas, velas, prendas de vestir y otros textiles, y luego de otros productos. Es como si el proceso productivo comenzara en la aduana, con toda la materia prima cayendo del cielo en el momento de poner a funcionar el capital y el trabajo en el país desarrollado. No hay ni rastro de los procesos previos.

Piénsese, por ejemplo, en la producción contemporánea de textiles. Actualmente, la mayor parte de la ropa que consumimos se elabora en las cadenas globales de valor, es decir, en lugares que

atraen al capital porque la mano de obra es más barata para acometer ciertas tareas —normalmente, las menos cualificadas.

Como he mencionado, las grandes empresas occidentales han deslocalizado las tareas más tediosas y menos cualificadas a países de Asia, donde los trabajadores emplean largas jornadas laborales a cambio de salarios muy bajos y condiciones laborales en muchos casos inhumanas. De hecho, el desarrollo de China ha dependido de que ha «tenido unos costes unitarios bajos y ha conseguido una flexibilidad y una velocidad de respuesta enormes como proveedor dentro de las cadenas de valor mundiales».[73]

El desplome de un taller semiclandestino en Bangladés en 2013 (perteneciente a la cadena de valor de la empresa sueca H&M) puso de manifiesto esta situación también para Occidente. Murieron 1.133 trabajadores y 2.500 resultaron heridos, lo que desveló la situación de enorme precariedad en la que trabajaban. Con todo, también es una cuestión salarial.

En su libro *The China Price*, Tony Norfield descompone el precio de una camiseta producida en Bangladés y vendida en Alemania por 4,95 euros. El primer elemento del precio es el coste de 400 gramos de algodón en bruto importado por la empresa de Bangladés desde Estados Unidos, que se pagan a 0,40 euros. H&M paga a la empresa de Bangladés 1,35 euros por camiseta, y 1,41 euros es lo que cuesta tras transportarla a Hamburgo, en Alemania. Se añaden luego otros 2 euros por el transporte, la venta, el marketing y otros costes, de manera que a la tienda llega costando 3,40 euros. H&M agrega luego un beneficio de 0,6 euros y otros costes adicionales, de manera que antes de impuestos la camiseta vale 4,16 euros. Tras sumar el 19 por ciento de impuestos que hay que pagar al Estado alemán, supone un precio final para la camiseta de 4,95 euros.[74]

Hay dos observaciones relevantes que hacer sobre estas cuentas. La primera es que solo 0,95 euros se quedan en Bangladés y tienen que repartirse entre el propietario de la empresa, los trabajadores, el gobierno de Bangladés y otros participantes en la producción. La segunda es que el ingreso del Estado en calidad de impuestos por cada camiseta —0,8 euros— es incluso superior al beneficio que se otorga H&M —0,6 euros—. Como en otros países, esos ingresos públicos son destinados a la financiación del Estado social alemán, lo que significa que acaban transformándose en servicios públicos y, en definitiva, en un salario indirecto para toda su población. Cuando hay aranceles, la situación es incluso más radical. Por ejemplo, John Smith señala que la cantidad ingresada por Estados Unidos en aranceles sobre importaciones de prendas de vestir de Bangladés excedía todos los salarios recibidos por los trabajadores que producían esos bienes.[75]

Esta división internacional del trabajo significa que en los centros de consumo de los países del centro pueden adquirirse prendas de vestir por unos pocos euros, pero con costes que aparecen invisibles a los ojos de los consumidores. Por otro lado, esto no solo alimenta una serie de puestos de trabajo en el sector de la distribución, la venta, el marketing y la logística, sino que además permite ingresar al Estado recursos para mantener sus servicios e infraestructuras. El resultado es que la población en su conjunto de los países del centro disfruta de mayores salarios reales y de un salario indirecto gracias a la punción que se ejerce sobre los países de la periferia.

Esto no ocurre solo en el sector textil. También los modernos *smartphones* tienen unos precios asequibles para la población de los países más desarrollados gracias al flujo de energía, materiales y trabajo barato. La empresa taiwanesa FoxConn, especializada en electrónica, llegó a emplear en sus gigantescas instalaciones de

China a más de 400.000 trabajadores, que en su mayoría eran inmigrantes procedentes del mundo rural y que participaban en programas de movilidad del gobierno chino. FoxConn ensambla productos electrónicos para empresas como Sony, Apple, Microsoft o HP, y su ventaja respecto a otras empresas del mundo se basa fundamentalmente en el bajo coste de la mano de obra.

La reestructuración de la división internacional del trabajo que indujo el neoliberalismo llevó a que las regiones en desarrollo no fueran vistas más como proveedoras de materias primas baratas, sino como proveedoras de manufacturas baratas. De esa manera, los segmentos de la producción más intensivos en trabajo migraron hacia países en desarrollo a fin de ahorrarse el trabajo caro que existía en los países desarrollados. En 1950, la fuerza de trabajo industrial global estaba compuesta por algo más de 100 millones de trabajadores en los países desarrollados y por algo más de 50 millones de trabajadores en los países de la periferia. En 2010, sin embargo, esta composición era de 150 millones de trabajadores en los países desarrollados y de casi 550 millones en los países de la periferia.[76]

Alessandra Mezzadri ha señalado que con esta reorganización de la división internacional del trabajo, «el crecimiento del neoliberalismo no solo ha llevado a la constitución y expansión de las industrias globalizadas actuales, sino también ha señalado globalmente el final del régimen internacional favorable al trabajo y el crecimiento del régimen desfavorable al trabajo».[77] Se ha constatado que en las fábricas de este tipo los trabajadores generalmente trabajan más de once horas al día, incluyendo fines de semana y vacaciones, especialmente en las temporadas de más demanda. John Smith ha calificado este sistema de «régimen laboral brutal» no solo por las largas jornadas de trabajo y sus bajos

salarios, sino porque además las fábricas tienen informatizados sistemas de control y disciplina que provocan que los trabajadores sientan que han perdido completamente su libertad. Se trata de condiciones laborales muy similares a las que dominaron la primera mitad del siglo XIX en los albores de la Revolución Industrial, aunque modernizadas en la aplicación de tecnología.

En los últimos años se ha documentado ampliamente que las multinacionales se han aprovechado de la actual división internacional del trabajo para incrementar sus beneficios empresariales. Un estudio de 2010 del Banco Asiático de Desarrollo resaltó que el coste de un iPhone era de 178,96 dólares, pero se vendía en el mercado estadounidense por 500 dólares. Se trata de un beneficio del 64 por ciento que iba a ser repartido, como la camiseta producida en Bangladés, entre trabajadores, empresarios y gobierno de Estados Unidos.[78]

Crecientemente, las empresas transnacionales están aprovechando su posición de monopolio para empujar los costes hacia abajo y subir los beneficios que se apropian. De este modo, se produce un fenómeno que ha sido descrito como *superexplotación*, y que es el resultado de que «el poder monopolista de las principales empresas» les haya permitido «asegurarse producción barata mediante redes de provisiones sin tener que invertir en capacidad productiva» y de que «la competición de precios entre las empresas proveedoras» haya tomado la forma de «recortes de costes mediante el incremento de la tasa de explotación a través de varios sistemas complejos de opresión».[79]

En definitiva, podemos concluir que la explotación se ha incrementado tanto en los países centrales como en los países de la periferia. En los países del centro, las nuevas formas de organización del trabajo han implicado un incremento de la flexibilidad y de la

precariedad, conduciendo todas las transformaciones a una acentuada caída de la participación de los salarios en la renta. Eso significa que las ganancias de productividad se han traducido principalmente en incremento de beneficios económicos y no en salarios. Por otro lado, los puestos de trabajo de sectores altamente expuestos a la competencia internacional han sido eliminados, dejando un reguero de desempleo que no siempre ha sido bien atendido por los Estados sociales.

7.3. La guerra por la hegemonía

Actualmente hay analistas que consideran que la relación entre Estados Unidos y China puede caracterizarse mejor como una nueva «Guerra Fría»,[80] aunque con la particularidad de que ambos países compiten y cooperan al mismo tiempo. De hecho, el vertiginoso crecimiento de la economía china no puede entenderse sin la estrategia empresarial de las grandes multinacionales estadounidenses. Uno de los países hacia los que estas empresas deslocalizaron su producción fue China, con la intención de elevar sus tasas de beneficio aprovechando los bajos salarios. Como hemos visto en este capítulo, China aprovechó esa situación para modernizar su economía y, en el medio plazo, incluso para disputar la hegemonía de Estados Unidos.

Tradicionalmente, las relaciones de Estados Unidos con el gran país asiático se basaban en un acuerdo implícito según el cual «América no intentaría abiertamente desestabilizar el orden político interno chino y, a su vez, China no debilitaría intencionadamente el orden internacional dirigido por Estados Unidos».[81] Sin embargo, en las últimas décadas el crecimiento de China como actor económico y

político ha alarmado a las autoridades estadounidenses, que desde la Administración de Obama han desplegado una estrategia de contención de lo que consideran su mayor adversario sistémico.

En realidad, el ascenso de China puede interpretarse como una consecuencia no intencionada de la propia estrategia geopolítica estadounidense tras la Segunda Guerra Mundial. Como he dicho antes, en su empeño por ampliar su influencia global, Estados Unidos invirtió ingentes recursos en integrar al resto del mundo en un orden económico liberal diseñado para favorecer los intereses del capital norteamericano. China representa un caso emblemático: cada paso que dio hacia la transición capitalista estuvo, en mayor o menor medida, acompañado y promovido por Washington. Como dice Zeno Leoni, «Estados Unidos siempre ha actuado como guardián del capitalismo global porque durante décadas ha sido su principal beneficiario político».[82]

Cuando las relaciones entre la Unión Soviética y China se deterioraron gravemente en los años setenta, y ante el miedo a una invasión militar, China buscó un contrapeso en Estados Unidos. En el contexto de la Guerra Fría, los gobiernos estadounidenses vieron aquí una gran oportunidad para sumar al orden económico liberal al país más poblado del mundo. En 1972, el presidente Richard Nixon fue el primer gobernante estadounidense en visitar la República Popular China, y al cabo de unos años las relaciones diplomáticas fueron completamente normalizadas. A final de la década, Deng Xiaoping inició las reformas ya citadas que harían transitar a China hacia un tipo especial de capitalismo, a veces denominado *socialismo de mercado* o *socialismo con características chinas*.

La visión liberal estadounidense fue mejor representada por Bill Clinton, quien se propuso como objetivo la entrada de China en la OMC. El cálculo económico que había detrás se basaba en la idea de

que una potencia económica como Estados Unidos y sus empresas se beneficiarían especialmente de la extensión de las prácticas de libre comercio a lo largo de todo el mundo. El propio Bill Clinton expresó que su política se basaba en que «construimos prosperidad en casa abriendo los mercados en el exterior».[83]

Por otro lado, la Administración de George Bush hijo continuó su hoja de ruta neoliberal y pro-librecomercio, aunque adjetivada con toques militaristas. Su atención estuvo demasiado ocupada en Oriente Medio como para analizar con profundidad el reto que estaba suponiendo, de manera creciente, el desarrollo económico chino.

Fue durante la época de Obama cuando irrumpió el debate sobre el ascenso de China como potencia rival en el plano económico, más que militar. La percepción era que China, más que estar incorporándose al orden económico liberal dirigido por Estados Unidos, lo estaba desafiando con sus políticas neomercantilistas y de desarrollo industrial dirigido por el Estado. Tal como sugiere la teoría del *blowback* ('efectos contraproducentes'), esta apuesta por la apertura global no solo reforzó el poder hegemónico de Estados Unidos, sino que también sembró las condiciones para el surgimiento de un nuevo competidor sistémico. Como ha explicado Zeno Leoni, fue Barack Obama quien «defendió una postura de equilibrio externo y buscó —con cierto éxito— reorientar las prioridades geoestratégicas de Estados Unidos hacia la región Asia-Pacífico, en particular hacia China».[84]

Con la primera presidencia de Trump, el gobierno de Estados Unidos adoptó una política proteccionista y de confrontación comercial. En 2018 impuso nuevos aranceles a las importaciones chinas, tras culpar al país asiático de prácticas «desleales». Además, Washington acusó a Pekín de manipular su moneda, subsidiar

masivamente a sus empresas estatales y forzar la transferencia de tecnología a compañías chinas. La medida buscaba reducir el déficit comercial y reindustrializar Estados Unidos, pero también contener el ascenso tecnológico chino, especialmente en sectores vinculados al plan *Made in China2025*.

Este giro proteccionista supuso también un replanteamiento geopolítico más amplio. Por primera vez desde la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos cuestionaba abiertamente las reglas del libre comercio que él mismo había promovido dentro del orden internacional liberal, reintroduciendo el lenguaje del «interés nacional» y la «seguridad económica» como ejes de la política comercial. Bajo la retórica de *America First*, la Casa Blanca impulsó una estrategia de desacoplamiento (*decoupling*) parcial con China, lo que implicaba limitaciones a la inversión extranjera, control de exportaciones tecnológicas y repatriación de cadenas de suministro estratégicas. Con ello, el trumpismo sentó las bases de un nuevo paradigma neomercantilista estadounidense, que ha sido en buena medida continuado —aunque con otro tono— por la Administración Biden.

De hecho, en el año 2021, fue el demócrata Joe Biden quien sintetizó esta nueva relación al reconocer:

> China tiene un objetivo general —y no la critico por tenerlo—: convertirse en el país líder del mundo, el más rico y el más poderoso. Eso no va a suceder mientras yo esté al mando.[85]

Lo que resulta novedoso es que el movimiento MAGA *(Make America Great Again)* y el propio Trump considera que el proyecto de orden liberal de los presidentes anteriores fue un fracaso, y que el multilateralismo oficial sentó las bases del desgaste del poder estadounidense. Para él, todo este diseño debido a los *globalistas* es parte del problema. En consecuencia, Trump ha recuperado la

tradición neomercantilista de Alexander Hamilton y Henry Carey, que ya hemos analizado. Como entonces, Estados Unidos ya no defiende multilateralismo alguno, sino solo un bilateralismo que permita crear condiciones de privilegio a su país. Como consecuencia, la era del libre comercio y de las instituciones globales ha dado paso a un proteccionismo nacionalista, sostenido por sanciones y chantajes bilaterales. Lo que antes se llamaba *multilateralismo* hoy se reduce a la imposición de Washington sobre aliados cada vez más humillados. La hegemonía liberal se ha transformado en hegemonía coercitiva.

Esta reacción puede entenderse, en el contexto de crisis ecosocial, como un intento de preservar el acceso privilegiado a los recursos estratégicos que históricamente le han permitido sostener su hegemonía. No se trata únicamente de una disputa comercial o tecnológica, ni de un choque meramente ideológico entre dos modelos de desarrollo. Lo que está en juego en el fondo es quién tendrá acceso —y en qué condiciones— a los flujos de materiales, energéticos y financieros que sostienen las bases del metabolismo económico moderno. El conflicto entre grandes potencias expresa una lucha por el reparto global de recursos escasos en un planeta cuya biocapacidad ya ha sido ampliamente sobrepasada, con el telón de fondo del cambio climático.

Desde mediados del siglo xx, la hegemonía de Estados Unidos ha estado profundamente anclada en su capacidad de controlar el acceso a la energía y a los recursos naturales a escala global. Su metabolismo —altamente consumidor de materias primas y basado en la expansión de deuda y consumo— ha dependido tanto de acuerdos geopolíticos como de una arquitectura internacional diseñada a su medida: el comercio mundial dolarizado, las instituciones financieras multilaterales, las rutas marítimas protegidas, los tratados bilaterales desiguales y el respaldo militar.

Este entramado le ha permitido externalizar sus costes ecológicos e importar bienes y energía a precios artificialmente bajos.

Pero a medida que los límites biofísicos del planeta se hacen más evidentes —agotamiento de fuentes fósiles convencionales, declive de minerales estratégicos, pérdida de fertilidad del suelo, tensiones alimentarias—, ese modo de vida imperial se vuelve cada vez más difícil de sostener. En este contexto de creciente escasez y competencia global, lo que antes era hegemonía se transforma en defensa de privilegios: ya no se trata de expandir el orden mundial, sino de blindarlo para que no se desmorone.

Volvemos a ver cómo los grandes jugadores retornan a las viejas visiones del juego de suma cero. El comercio sigue siendo importante, pero más aún es garantizar de manera efectiva —militar — los suministros. Por eso, lo que estamos presenciando no es simplemente una política exterior más agresiva, sino una vuelta hacia una política de apropiación y exclusión. Estados Unidos está liderando un viraje hacia un modelo de país fortaleza, en el que el poder militar, económico y tecnológico se moviliza para asegurar el acceso a recursos críticos, controlar territorios estratégicos y aislarse de los efectos colaterales del deterioro sistémico. Ya no se apela a ideales universales como el desarrollo, el crecimiento o la libertad: ahora el discurso dominante es el de la seguridad, entendida casi exclusivamente en clave militar y energética. Este giro no es exclusivo de Estados Unidos, pero es allí donde alcanza su forma más acabada y explícita.

En este sentido, el proyecto de Trump de «comprar» Groenlandia no es un capricho absurdo, sino una señal precoz de este nuevo horizonte: el Ártico, con su deshielo acelerado y sus reservas minerales, se ha convertido en un nuevo campo de disputa geoestratégica.

Si el guano fue durante décadas un pilar de la economía estadounidense, los llamados *minerales críticos* que se esconden en Groenlandia son su equivalente para las economías digitalizadas del siglo XXI. Tanto los dispositivos electrónicos pequeños, como los *smartphones*, como los más grandes, como los motores eléctricos y los generadores, necesitan diferentes cantidades de estos minerales para ser producidos. Estos recursos críticos (como litio, cobalto, níquel, cobre y neodimio) junto con otros más abundantes (como acero, cemento, plástico y aluminio) son necesarios para las tecnologías renovables y sus infraestructuras.

De la misma manera que el nitrógeno limita el crecimiento de las plantas —y consecuentemente la alimentación disponible—, estos minerales son críticos porque su ausencia condiciona el crecimiento de la producción de tales productos. Además, la transición energética depende igualmente de ellos, ya que las turbinas de los aerogeneradores y otros conversores energéticos renovables también necesitan minerales críticos para su producción. En consecuencia, se han convertido en productos altamente codiciados; exactamente como el guano en el siglo XIX.

El capricho de la geología ha concentrado los minerales críticos en muy pocos lugares del planeta, configurando así un nuevo tablero geopolítico. La República Democrática del Congo, por ejemplo, suministra el 70 por ciento del cobalto mundial, China controla el 60 por ciento de las tierras raras, e Indonesia aporta el 40 por ciento del níquel. En cuanto al litio, el 55 por ciento procede de Australia y el 25 por ciento de Chile. Sin embargo, la fase de procesamiento está aún más concentrada: China procesa el 90 por ciento de las tierras raras y más del 60 por ciento del litio y del cobalto.[86] Además, encabeza las inversiones mineras en regiones como África y América Latina, al tiempo que despliega nuevas

infraestructuras para facilitar el transporte de materias primas hacia los centros de procesamiento.

De hecho, si tenemos en cuenta las inversiones planificadas, entonces la importancia de China en el abastecimiento de ciertos recursos crece aún más. Por ejemplo, se espera que para 2030 China eleve al 28 y 62 por ciento su participación en el minado y procesamiento de litio, respectivamente. No obstante, las inversiones previstas por otros países, como Estados Unidos o Australia, elevan su participación en otros mercados como el de tierras raras, aunque a niveles aún relativamente pequeños (Estados Unidos espera procesar el 7 por ciento de las tierras raras).[87]

Si bien la extracción y el procesamiento de estos recursos es indispensable para el desarrollo de las energías renovables, su impacto ambiental no es menor. Este proceso conlleva emisiones de gases de efecto invernadero, pérdida de biodiversidad, sobreexplotación hídrica y contaminación del suelo y del aire. Por ejemplo, producir una tonelada de litio requiere en promedio 330 metros cúbicos (m^3) de agua (630 m^3 en el caso del neodimio), y para obtener un solo kilogramo de platino es necesario remover unas 830.000 toneladas de roca (en comparación con 250 kilos para el níquel y 860 kilos para el cobalto). Esto significa que para extraer los 6 kilogramos de platino que requieren 50 celdas de combustible para camiones se genera un volumen de residuos suficiente para llenar una piscina olímpica.[88]

La escasez actual estará acentuada en el corto plazo por el hecho de que la transición energética es urgente y se está acelerando, en gran parte propulsada por los menores costes de las tecnologías gracias a China, lo que elevará la demanda de estos recursos críticos. Según la Agencia Internacional de la Energía, «para 2030, la demanda mundial de tecnologías e infraestructuras de energía limpia

para cada uno de los cinco principales minerales críticos —cobre, litio, cobalto, níquel y neodimio— será entre tres y catorce veces superior a la de 2021», lo que impulsará «un aumento de la demanda total de todos los usos para cada uno de estos materiales de entre 1,5 y 8 veces».[89] Solo en el año 2024, la demanda de litio creció un 30 por ciento, muy por encima del crecimiento del 10 por ciento anual desde 2010, mientras que la demanda de níquel, cobalto y tierras raras se incrementó entre un 6 y un 8 por ciento en el mismo año.[90]

En este contexto, como señala Sophia Kalantzakos, «la respuesta a la crisis climática se ha convertido en el disparo de salida para una nueva carrera: por recursos, por cadenas de suministro diseñadas geopolíticamente y por la construcción de barreras tecnológicas y del conocimiento que generan nuevas exclusiones y desigualdades, dando lugar a soluciones protegidas militarmente frente a los desafíos globales».[91]

Por eso debemos considerar que el presidente estadounidense no es un ser irracional, ni mucho menos un tipo enloquecido que ha perdido su brújula, como lo dibujan muchas veces los analistas progresistas y conservadores en Europa. Trump tiene un plan para su país que aúna una agudización del imperialismo y una guerra comercial contra el mundo. Pero esta estrategia no es solo económica, sino ideológica: se construye sobre una narrativa de darwinismo social, en la que solo los países fuertes, tecnológicamente avanzados y militarmente protegidos podrán garantizar la seguridad de sus poblaciones. La idea de que no hay suficiente para todos se convierte en justificación para un mundo organizado como una gran zona de exclusión.

El propio magnate Elon Musk, apoyo fundamental de Trump en las elecciones de 2024, dijo que sus proyectos tecnológicos para

trasladar seres humanos a otros planetas tienen que ver con la aspiración de salvar a la humanidad, asumiendo un escenario catastrófico para el planeta Tierra. Lo que probablemente no se atreve a decir es que, dentro de su propia narrativa distópica, los que se salvarán serán unos pocos, probablemente todos millonarios y blancos. Y es aquí donde está la verdadera esencia del proyecto Trump-Musk: su marcado darwinismo social. Trump y Musk no quieren luchar contra el cambio climático debido a su desconfianza en la ciencia. Eso es irrelevante. Lo que no quieren es que se detraigan recursos que ellos creen que deben destinarse a proyectos que tienen como objetivo «salvar» a una parte de la humanidad; su parte.

En realidad, las derechas tienen una idea bastante precisa de lo que está ocurriendo con el planeta y de cuáles son las dislocaciones del orden social que está ya produciendo la crisis ecosocial. Las derechas pueden ser retrógradas e incluso iliberales, pero no son estúpidas. Saben, por ejemplo, que la tendencia del calentamiento global hará que numerosas zonas del planeta sean inhabitables. También saben que para mantener el nivel de consumo asociado al estilo de vida occidental es un requisito mantener continuos flujos de entrada de recursos naturales que se encuentran en otros países, muchos en Oriente Medio y África. En consecuencia, saben que las guerras y la pobreza seguirán enviando seres humanos desesperados a las puertas de los países ricos.

La derecha lo que hace es prometer una respuesta antidemocrática y contraria a los derechos humanos, pero plenamente consecuente con el ideario del darwinismo social tamizado con discursos económicos ultraliberales. El cierre de fronteras, la deportación masiva y la defensa de una etnicidad específica son rasgos todos que caracterizan el intento de dividir a la

población en función de los que se merecen salvar y los que no. Como las naves espaciales de Musk, pero en política terrestre. El darwinismo social justifica el resto: los que se han quedado atrás, los países del Sur global y con menos acceso a recursos, realmente se lo merecen.

El nuevo imperialismo energético ya no opera bajo la máscara del desarrollo, como en los tiempos neoliberales, sino como un proceso explícito de apropiación por desposesión. En esto también hay un retorno al mercantilismo. Las inversiones en minería, energía, agroindustria y agua en el Sur global ya no se presentan como colaboración o ayuda, sino como parte de una estrategia nacional de seguridad. Las grandes corporaciones transnacionales, respaldadas por sus Estados de origen, funcionan como brazos ejecutores de este nuevo colonialismo de recursos. Las poblaciones locales, campesinas, indígenas o urbanas empobrecidas son desplazadas, criminalizadas o silenciadas si interfieren con la lógica de extracción y acumulación.

En este marco, lo que emerge es una forma avanzada de *barbarie fortaleza:* una arquitectura global que no promete bienestar colectivo, sino seguridad para unos pocos. Las fronteras se militarizan para frenar los movimientos migratorios, pero también para controlar los flujos materiales esenciales para la vida: alimentos, agua, energía, minerales. La gestión de la crisis ecosocial se convierte en privilegio, y los Estados más ricos construyen una nueva versión del *apartheid* ecológico global. Como señalaba el escenario de la barbarie fortaleza desarrollado en los trabajos del Global Scenario Group en 1997, estamos frente a una respuesta autoritaria y elitista a la crisis ecosocial, en la que las élites gestionan el declive con violencia y blindaje, mientras las mayorías quedan relegadas a la intemperie de un mundo degradado.

Frente a este panorama, la disputa por el futuro no se reduce solo a una elección entre crecimiento o decrecimiento, ni entre democracia o autoritarismo: se trata, fundamentalmente, de una lucha por la redistribución del acceso a los bienes esenciales de la vida. Es una lucha por la limitada energía disponible en el entorno. Lo contrario a la barbarie no es el progreso entendido como más consumo, sino una reorganización material y política del metabolismo social. No basta con imaginar una transición energética: hay que imaginar quién, cómo y con qué propósito accederá a la energía. No basta con hablar de sostenibilidad: hay que hablar de justicia.

La gran transición que necesitamos no puede ser un giro moral ni cultural desligado de las condiciones materiales. Debe ser una transformación radical de las relaciones de poder que organizan el reparto de la energía, del territorio y del tiempo. Se trata, en última instancia, de decidir si vamos a organizarnos para garantizar la vida o para blindar los privilegios. Porque, si no nos enfrentamos colectivamente a esta lógica de país fortaleza, lo que nos espera no es un futuro colapsado, sino uno cuidadosamente gestionado por la barbarie.

7.4. LAS RUINAS DEL NEOLIBERALISMO

Si la Globalización Neoliberal ha devastado a muchos países del Sur global, es imprescindible subrayar que también ha reconfigurado de forma sustancial las estructuras económicas, políticas y culturales de los países centrales. Esta transformación ha operado de manera desigual entre clases, territorios y generaciones. Aunque en términos agregados ha generado nuevos centros de dinamismo económico —

como las clases medias urbanas del Sudeste Asiático—, en Europa y Estados Unidos ha tenido consecuencias mucho más ambivalentes: los ingresos reales de amplios sectores populares se han estancado o incluso reducido, mientras que la precariedad y la inseguridad vital se han extendido a capas sociales que durante décadas gozaron de estabilidad y protección. El resultado ha sido una descomposición del tejido social que sostenía el pacto keynesiano-fordista, con la consiguiente sensación de pérdida y desclasamiento entre aquellos que, durante el siglo xx, fueron considerados el «motor» del desarrollo occidental.

La deslocalización de industrias, la financiarización de la economía, la automatización del trabajo y la primacía del capital transnacional han socavado los cimientos materiales sobre los cuales se erigía el contrato social de las democracias liberales. El empleo estable, con derechos y dotado de sentido colectivo, ha sido sustituido por formas laborales más fragmentadas, precarias y subordinadas a la lógica de la competitividad global. Para millones de personas, la globalización ha significado no una promesa de progreso, sino la experiencia concreta de la pérdida: pérdida de estatus, de horizontes, de comunidad. Esta sensación de deterioro subjetivo, más que la pobreza material en sí, ha incubado una subjetividad marcada por el resentimiento, el miedo y la desconfianza. Son precisamente esos sectores —ni completamente excluidos ni plenamente beneficiarios del nuevo orden global— los que se perciben como los grandes perdedores de la modernidad tardía, aunque objetivamente sigan formando parte de sociedades cuyo bienestar depende en gran medida de la extracción de riqueza en la periferia. Pero en política, las percepciones pesan tanto o más que los datos, y la frustración acumulada se convierte en un potente combustible emocional.

En la literatura académica se ha debatido extensamente sobre las transformaciones políticas y sociales derivadas de la Globalización Neoliberal, cuyo correlato más visible ha sido el cambio del comportamiento electoral y, en particular, el ascenso de los partidos populistas de extrema derecha en buena parte del mundo occidental. No existe consenso respecto a las causas dominantes de este fenómeno: mientras que unos autores destacan los factores económicos —como la desindustrialización, la precarización laboral o el estancamiento salarial—, otros subrayan los factores culturales —la reacción frente a la inmigración, el multiculturalismo o la pérdida de referentes identitarios—, y algunos adoptan explicaciones híbridas, que vinculan ambas dimensiones en un marco de crisis de representación democrática. Lo que sí parece ampliamente aceptado es que el orden económico liberal promovido durante las décadas de hegemonía neoliberal ha generado efectos no previstos y crecientemente desestabilizadores: fracturas territoriales, resentimiento social y una percepción de pérdida de control sobre el destino colectivo.

Como ya he señalado, existen notables paralelismos entre la Primera Globalización y la Globalización Neoliberal, ambas caracterizadas por generar reacciones de signo mercantilista por parte de gobiernos que canalizaron profundos malestares sociales. Dichos malestares suelen ir acompañados de discursos racistas y valores ultraconservadores, factores que han contribuido al notable ascenso de los movimientos reaccionarios en diversos países. Como observa Paolo Gerbaudo, lo más significativo de estos nuevos populismos es que han abandonado por completo el cosmopolitismo característico del neoliberalismo, con su retórica de fronteras abiertas y libre circulación de capitales, bienes y personas.[92] Eso también sucedió en la reacción a la Primera Globalización.

Uno de los efectos más profundos del ciclo neoliberal global ha sido la reconfiguración identitaria de las clases populares en clave nacionalista. La promesa cosmopolita de un mundo abierto, digital y meritocrático no solo ha fracasado para las grandes mayorías, sino que ha generado una contrarreacción defensiva frente a toda apertura: al comercio internacional, a la migración, a la cooperación regional, al multiculturalismo. Esta reacción ha sido canalizada políticamente por proyectos que, bajo el ropaje de la soberanía nacional, en realidad vehiculan discursos autoritarios, racistas, xenófobos y misóginos. Todo ello en un contexto donde, paradójicamente, el estilo de vida del ciudadano medio occidental sigue siendo materialmente dependiente de la explotación energética, ecológica y laboral del Sur global.

En realidad, incluso la teoría convencional del comercio internacional, inspirada en David Ricardo, reconocía implícitamente que, aunque el libre comercio podía generar ganancias agregadas a escala global, dentro de cada país habría ganadores y perdedores. El modelo Heckscher-Ohlin precisó esta idea al sostener que los países tienden a especializarse en la producción que utiliza de forma intensiva su factor más abundante. En consecuencia, los propietarios del factor escaso —por ejemplo, los trabajadores no cualificados en los países industrializados— serían los perdedores del proceso de liberalización comercial. Esta tesis sería reforzada por el teorema de Stolper-Samuelson, que demostró cómo el libre comercio tiende a aumentar las rentas del factor abundante y reducir las del escaso, ampliando así la desigualdad interna.

Siguiendo este razonamiento, Hanspeter Kriesi ha afirmado que el nuevo marco de competición económica globalizado ha favorecido a los sectores con más cualificación formal y que están mejor preparados para un mercado de trabajo global, mientras que ha

perjudicado a los de menor cualificación y a los que hasta entonces estaban protegidos por las políticas del Estado nación (por ejemplo, por la vía de la protección industrial a sus empresas). Como ha dicho también Ronald Inglehart, «la población menos educada en las economías industriales más avanzadas han sido los perdedores de los mercados globales» y, como consecuencia, «los "dejados atrás" en las sociedades desarrolladas, sufriendo la lenta creación de trabajo, los salarios estancados y el deterioro de los servicios públicos, parecen los más vulnerables a las llamadas del populismo autoritario».[93]

También Dani Rodrik, estudioso del fenómeno de la globalización, ha insistido en que la globalización ha provocado nuevas divisiones entre «capital y trabajo, trabajadores cualificados y trabajadores no cualificados, empleados y empleadores, profesionales que se desplazan globalmente y productores locales, regiones e industrias con ventajas comparativas y aquellas que no las tienen, ciudades y campos, personas cosmopolitas y personas comunitaristas, élites y gente común».[94] En su opinión, todo ello sería consecuencia del desigual reparto de los beneficios del comercio, y causa de la reacción populista.

El trabajo del profesor Rodríguez-Pose[95] ha demostrado que la extrema derecha populista de Europa está siendo más votada en las zonas desindustrializadas y en las regiones que se han quedado atrás en el desarrollo económico. También Inglehart ha subrayado lo mismo para el caso de Estados Unidos, al demostrar que «el porcentaje de votos emitidos hacia los partidos o líderes populistas en las áreas locales está correlacionado con la pérdida de empleos en las industrias manufactureras que son más vulnerables a las importaciones baratas chinas».[96] Es decir, en el ascenso de la ultraderecha parece importar mucho el carácter geográfico-espacial.

Estas dinámicas teóricas se materializaron con la Globalización Neoliberal de las últimas décadas, caracterizada por la liberalización de capitales, la deslocalización industrial y la erosión de la negociación colectiva. Los gobiernos occidentales, lejos de mitigar estos efectos distributivos, profundizaron en políticas que desprotegieron a las clases trabajadoras y medias, alimentando un malestar social cada vez más visible. A ello se sumó la crisis financiera de 2008, que actuó como detonante de las contradicciones del modelo neoliberal, abriendo espacio político a las fuerzas populistas que canalizaron la frustración y el resentimiento hacia las élites globalistas. La pandemia de 2020, al poner de relieve la fragilidad de los seres humanos y facilitar la extensión del miedo, terminó de catapultar a estos movimientos, que comenzaron a articular un discurso proteccionista y nacionalista frente a la apertura global.

Las fuerzas populistas de derechas comparten una serie de rasgos distintivos que explican buena parte de su capacidad de movilización en el contexto actual. En primer lugar, se caracteriza por un fuerte componente identitario, construido en torno a nociones étnicas, culturales o nacionales que definen quién pertenece —y quién queda excluido— de la comunidad política. Este discurso identitario suele ir acompañado de una retórica de «reconquista» o «defensa» frente a enemigos percibidos, ya sean inmigrantes, minorías o élites cosmopolitas, lo que refuerza una narrativa de amenaza y agravio.

En segundo lugar, estas fuerzas articulan una reclamación al Estado como garante de protección económica, rompiendo con el dogma neoliberal del mercado autorregulado. Reclaman medidas proteccionistas, subsidios o restricciones a las importaciones en nombre de los trabajadores nacionales, pero sin cuestionar las jerarquías de clase ni las relaciones de propiedad. Es una forma de

«mercantilismo social», que promete seguridad económica dentro de un marco nacionalista y excluyente. Eso sí, la mayoría de las fuerzas reaccionarias —como el propio *trumpismo*— han roto con el neoliberalismo únicamente en el área del comercio internacional, mientras siguen defendiendo las virtudes del mercado autorregulado a nivel nacional.

Por último, mantienen un componente fuertemente conservador en materia de valores y moral pública. Promueven una visión tradicional de la familia, el orden y la autoridad, oponen resistencia a las reivindicaciones feministas y de diversidad sexual, y presentan sus propuestas como una defensa de la civilización frente al relativismo cultural o el «globalismo progresista». En conjunto, este triple eje —identitario, proteccionista y moral— explica su atractivo entre sectores sociales que perciben la globalización como una amenaza tanto a su bienestar material como a su identidad cultural.

En suma, la crisis estructural del neoliberalismo, con su correlato de precariedad, ansiedad vital y pérdida de horizontes de seguridad, ha coincidido con el ascenso de China y otras economías asiáticas dentro de la división internacional del trabajo. Ambos procesos —la desindustrialización del norte y la reindustrialización de parte del sur — están profundamente entrelazados y configuran el paisaje político y económico del presente: una era marcada por la frustración acumulada de amplias capas sociales en el mundo desarrollado y por la reconfiguración del poder global hacia Asia.

Lo que parece evidente es que las fuerzas reaccionarias prosperan sobre un terreno fértil para el descontento, como es el caso de una crisis económica. Una crisis ecosocial como la actual se ha convertido en una oportunidad para estas fuerzas. Por esa razón, en este contexto la extrema derecha emplea una narrativa que mezcla nostalgia por un pasado idealizado, victimismo identitario y

promesas de restauración de un orden perdido. Desgraciadamente, este impulso reaccionario no se limita a las derechas y también sectores de la izquierda han sucumbido a formas de melancolía política, aferrándose a imágenes del pasado —como el estado de bienestar o el poder sindical— sin problematizar las condiciones históricas que las hicieron posibles ni las exclusiones que implicaban. La izquierda se encuentra a la defensiva, en un papel de guardiana del *statu quo* que confunde a su propia base social.

En la actualidad, estamos ante un proceso de deterioro democrático que no es coyuntural, sino estructural. Las democracias liberales están perdiendo su capacidad de generar legitimidad, canalizar demandas sociales y garantizar mínimos de justicia. El ascenso de la extrema derecha no es una anomalía, sino el síntoma de un agotamiento estructural. La igualdad de oportunidades se ha revelado como una ilusión cruel en sociedades donde el trabajo ya no garantiza condiciones de vida dignas, y donde los sistemas de bienestar han sido parcialmente desmantelados o privatizados tras décadas de políticas neoliberales. Las instituciones, lejos de reformarse, se convierten cada vez más en cascarones vacíos.

Ante este panorama de malestar difuso, crisis de representación y amenaza autoritaria, se impone la necesidad de reconstruir una alternativa transformadora que no se limite a la defensa formal de la democracia, sino que la reinvente dotándola de un contenido material, social y ecológico. En ese sentido, el ecosocialismo no solo ofrece un diagnóstico riguroso de nuestras crisis entrelazadas, sino también un horizonte emancipador. No se trata de prometer más de lo mismo —más crecimiento, más consumo, más competitividad—, sino de reorganizar nuestras sociedades a partir de otros principios: suficiencia, equidad, sostenibilidad y democracia real.

El ecosocialismo plantea la urgencia de una transición energética justa, democrática y planificada, basada en energías renovables, en la descentralización del control energético y en una drástica reducción del consumo. Pero no basta con cambiar las fuentes de energía: es necesario transformar la forma en que vivimos, producimos y nos relacionamos. Una economía del cuidado, de la resiliencia comunitaria, del tiempo liberado y de la restauración ecológica debe sustituir a la lógica extractiva del capital.

8

La alternativa ecosocialista

En junio de 2025, el barco Madleen navegaba cargado con ayuda humanitaria (leche infantil, harina, arroz, pañales, kits médicos...) con destino a Gaza, donde el ejército de Israel llevaba ya casi dos años realizando una limpieza étnica de palestinos. La agresión militar israelí había comenzado oficialmente como respuesta a la horrorosa matanza perpetrada por el grupo terrorista Hamás, que en octubre de 2023 asesinó a 1.400 personas y secuestró a varios centenares más. La desproporción de la represalia israelí se pone de manifiesto al comprobar que a fecha de junio de 2025 la cantidad de civiles palestinos asesinados ascendía a 60.000, la inmensa mayoría mujeres y niños.

El conflicto entre Israel y Palestina tiene sus raíces profundas en el proceso de descolonización y el colapso del Imperio otomano, pero se intensificó decisivamente en 1948, con la creación del Estado de Israel. Ese año, tras la resolución de partición de la ONU, el ejército israelí lanzó una serie de operaciones militares —conocidas como la Nakba, 'catástrofe' en árabe— que desembocaron en la expulsión forzada de más de 700.000 palestinos de sus hogares. A partir de entonces, Israel no solo consolidó su control sobre el territorio asignado por la ONU, sino que ocupó una parte significativamente mayor, dando inicio a un proceso de expansión territorial que no se ha detenido. Desde entonces, ha mantenido una política sistemática

de ocupación de tierras palestinas, especialmente en Jerusalén Este y Cisjordania, acompañada de la construcción de asentamientos ilegales según el derecho internacional, el establecimiento de un régimen de *apartheid* y la represión violenta de la población civil palestina, lo que ha causado decenas de miles de muertes y desplazamientos continuos.

El trasfondo ideológico de esta expansión se encuentra en el sionismo, un movimiento político nacido a finales del siglo XIX que promovía la creación de un Estado judío en lo que consideraban la «tierra prometida». Aunque el sionismo surgió como respuesta al antisemitismo europeo, especialmente en contextos de pogromos y exclusión, su concreción en forma de proyecto estatal supuso el desplazamiento de la población autóctona palestina en un territorio entonces mayoritariamente árabe. El proyecto sionista, en su versión más nacionalista, concibe ese territorio como exclusivamente judío, lo que ha generado una lógica de exclusión y dominación frente a la población palestina que aún hoy permanece bajo ocupación, con sus derechos profundamente limitados y sometida a bloqueos, controles militares y ataques periódicos.

Este largo y profundo enquistamiento del conflicto y, en particular, el ataque terrorista de Hamás en 2023, ha ido convirtiendo en tolerables para la sociedad israelí muchas de las ideas que hace décadas solo eran marginales, hasta que finalmente la mayoría de la población parece decantarse por diferentes fórmulas de genocidio. Reflexionando sobre una encuesta de 2025 que mostraba que la mayor parte de la población israelí era partidaria de matar de hambre a los palestinos, el filósofo Santiago Alba Rico expresaba lo siguiente:

> Como todos los poderes injustos (imperialismo, esclavismo, colonialismo), los israelíes lo quieren todo: las tierras ajenas y la virtud, tener esclavos y tener razón, matar niños y ser los buenos, bombardear casas y hospitales y escuelas y

> centros de la ONU y ser compadecidos como las verdaderas víctimas. Quieren, en definitiva, que se reconozca la superior civilización de sus crímenes, y ello a partir de un concepto «racial», esencialista, de la «civilización», definida por la «sangre» y no por las acciones, como ocurría con los nazis: el civilizado israelí está afirmando la civilización cuando mata a quince mil niños no arios desde el aire y a otros tantos, quizá, de hambre en la tierra.[1]

Quizá es esa degradación moral acumulada la que explica por qué el presidente de Estados Unidos, Donald Trump, entendió oportuno anunciar que entre sus planes para Gaza se encontraba desplazar a dos millones de personas y construir un resort de lujo llamado Riviera del Medio Oriente, con urbanismo turístico, casinos e incluso estatuas doradas, todo lo cual podía verse en un vídeo creado con inteligencia artificial.[2] En una estela similar, en julio de 2025, el primer ministro israelí y responsable principal de las matanzas más recientes, Benjamin Netanyahu, anunció que crearía un campamento donde obligará a asentarse a más de 600.000 palestinos. Un ex primer ministro de Israel, Ehud Ólmert, ha afirmado que de prosperar esta propuesta estaríamos hablando de un campo de concentración.[3]

Israel desacata las resoluciones de la ONU desde hace décadas, y ahora ignora deliberada y orgullosamente a la Corte Penal Internacional, que ha ordenado el arresto de Benjamin Netanyahu por crímenes de guerra y de lesa humanidad. Además, durante las últimas intervenciones en Gaza no ha escondido que los representantes de diversos organismos de la ONU y organizaciones humanitarias se han convertido también en objetivos militares directos. Quizá como síntesis de este espíritu, hace un año Israel declaró «persona non grata» al secretario general de la ONU, prohibiéndole también la entrada al país. La pregunta que siempre sobrevuela es inevitable: ¿por qué puede Israel violar sistemáticamente la legalidad internacional con total impunidad?

Israel puede hacer todo esto porque cuenta con el apoyo, prácticamente incondicional, de Estados Unidos. Pero un análisis más completo nos obliga a añadir un punto más siniestro en el horizonte: como hemos descrito en el capítulo anterior, estamos asistiendo al rápido desmoronamiento del orden internacional liberal y en ese proceso Israel es la punta de lanza. Gaza marca simbólicamente el fin de las instituciones que encarnaban la idea de que las reglas, el derecho y las instituciones internacionales podían y debían limitar el poder. En ese sentido, la impunidad de Israel no es una anomalía, sino el reflejo más nítido de un mundo donde las reglas del orden liberal han dejado de tener valor alguno. Lo que Gaza muestra con sangre es que las normas que pretendían limitar el poder de las naciones han sido reemplazadas por la lógica pura de la fuerza, un escenario que se promueve directamente desde Estados Unidos y la Administración Trump.

Dada la impunidad con la que actúa el ejército israelí, el barco Madleen fue interceptado y nunca llegó a su destino. A diferencia de lo que había ocurrido con la flotilla de 2010, cuando nueve activistas fueron asesinados por Israel, en esta ocasión los doce activistas que se encontraban en la embarcación fueron solamente retenidos y luego deportados. Lo mismo les ocurrió a los 462 activistas y periodistas que viajaban en la Global Sumud Flotilla, que fue interceptada en octubre de 2025. Una de las personas que estuvo en las dos últimas flotillas fue Greta Thunberg, quien denunció que se había tratado de un secuestro por parte del ejército israelí por encontrarse el barco en aguas internacionales.

Greta Thunberg es una joven sueca nacida en el año 2003 que saltó a la fama como consecuencia de su activismo ecologista. Cuando solo tenía quince años inició en Suecia las primeras huelgas escolares por motivos medioambientales, convirtiéndose desde

entonces en un icono internacional. Ha utilizado ese reconocimiento para seguir instando a los gobiernos e instituciones internacionales a escuchar los llamamientos científicos y acelerar las reformas para luchar contra el cambio climático y la crisis ecosocial. Eso le ha costado haberse convertido en el objetivo predilecto de las burlas, insultos y amenazas que profiere la extrema derecha internacional. El propio Trump ha expresado su desdén hacia Greta en un par de ocasiones, algunas a cuento de su activismo climático y otras por su posición sobre Gaza.[4]

El movimiento de Greta Thunberg fue inesperado para mucha gente. En Alemania, por ejemplo, Greta había sido un importante referente de la lucha medioambiental, que tiene larga tradición en el país germano. Sin embargo, las instituciones y los partidos políticos de Alemania, incluyendo los de izquierdas, también son leales adeptos a la causa del sionismo, y por lo tanto son renuentes a etiquetar las acciones del ejército israelí como *genocidio* o *crimen*. Para mucha gente en Alemania, Greta cayó en desgracia justo en el mismo momento en el que comenzó a unir los puntos que separaban la cuestión climática de la defensa de los derechos humanos.

La impunidad con la que Israel actúa en los territorios palestinos no puede entenderse sin el respaldo político, económico y diplomático de las potencias occidentales, especialmente de Estados Unidos. Mediante distintas administraciones, tanto demócratas como republicanas, Washington ha utilizado su poder de veto en el Consejo de Seguridad de la ONU para bloquear cualquier resolución significativa que implique sanciones o responsabilidades a Israel. Esta actitud ha sido replicada, en mayor o menor medida, por otros países desarrollados, que justifican o minimizan los abusos con el pretexto de la «autodefensa» israelí.

Esta dinámica contribuye a una erosión profunda del derecho internacional como marco normativo común. Las instituciones multilaterales, diseñadas tras la Segunda Guerra Mundial con la intención explícita de evitar la repetición de conflictos devastadores, están siendo vaciadas de contenido. Su inutilidad frente a las agresiones de Estados poderosos o aliados estratégicos revela una peligrosa asimetría: los tratados, las convenciones y los tribunales parecen aplicarse solo a los débiles o a los enemigos geopolíticos, mientras que los aliados de Occidente pueden violarlos impunemente. Esta doble vara de medir socava la credibilidad del sistema internacional y alimenta un clima de desconfianza, cinismo y creciente desafección hacia los diferentes niveles del sistema político.

Al mismo tiempo, esta implosión de la arquitectura jurídica global coincide con la descomposición del orden económico internacional, como hemos visto en el capítulo anterior. Las nuevas disputas geopolíticas se producen en un contexto de crisis climática, desigualdad estructural entre países y escasez de recursos naturales estratégicos. Y tienen lugar justo en un momento en el que emergen muchos interrogantes sobre cómo pueden satisfacerse los requerimientos energéticos de nuestros metabolismos, tanto humanos como sociales. A lo largo del libro, hemos ido comprobando cómo la lucha por las diferentes formas de energía ha definido las formas concretas de disputa política tanto en los planos locales como nacionales e internacionales. En este momento, la creciente rivalidad entre Estados Unidos y China por el control de las cadenas de suministro, las tecnologías críticas y las rutas geoeconómicas está reconfigurando las relaciones internacionales en términos cada vez más confrontativos. La militarización se convierte así en una respuesta recurrente: no solo se disparan los

presupuestos de defensa en las grandes potencias, sino también en países de ingresos medios que buscan garantizar su seguridad y posición en un mundo cada vez más inestable.

En suma, nos encontramos ante una triple implosión: jurídica, económica y geopolítica, que socava los pilares del orden liberal internacional surgido en la posguerra. Esta combinación de factores está empujando al mundo hacia un escenario más volátil, donde la fuerza se impone al derecho, y donde la carrera armamentística se normaliza como horizonte político. Gaza, en este contexto, no es solo una catástrofe humanitaria y moral, sino también un símbolo de ese descenso a los infiernos.

Con sus acciones y discursos, Greta Thunberg se ha situado en abierta confrontación con esta deriva militarista y destructiva del orden global. Pero, aunque se ha convertido en un icono cultural de alcance mundial, no deja de ser una sola persona intentando interpelar a quienes detentan el poder político. Y el terreno de la política institucional se revela escarpado: dominado por inercias históricas, estructuras consolidadas y poderosos intereses materiales que obstaculizan cualquier intento realmente ambicioso de frenar tanto el calentamiento global como el impulso hacia la guerra. Por lo tanto, sus acciones no bastan por sí solas para traducirse en decisiones políticas a la altura del desafío civilizatorio que enfrentamos.

La pregunta, entonces, es inevitable: ¿cómo debemos organizarnos para alcanzar nuestros objetivos y salvarnos como especie dentro del planeta? ¿Qué horizonte ideológico y estratégico cabe defender en este momento histórico? ¿Qué grupo forma la base social de este movimiento y cuáles son sus características sociológicas? Estas serán algunas de las preguntas fundamentales que abordaremos en la conclusión de este libro.

8.1. Decrecimiento ecosocialista

En su libro *The Human Planet: How We Created the Anthropocene* (2018), Simon L. Lewis y Mark. A. Maslin plantean que la crisis abierta por la intervención del ser humano en el sistema Tierra abre solo tres posibles futuros. Es un enfoque distinto al que hemos visto en el capítulo anterior, si bien complementario. El primer escenario sería cierta continuación de las prácticas actuales del modo de vida capitalista gracias a innovaciones tecnológicas que permitan evitar el colapso. El segundo sería el colapso en sí mismo, definido como una significativa pérdida de complejidad social, y que sería a su vez consecuencia inmediata de la crisis ecológica y de no hacer nada para mitigarla o corregirla. El tercero sería un nuevo modo de vida que reemplazara el modo de vida capitalista y que modificara de manera notable la relación entre seres humanos y naturaleza, permitiendo así mantener y reproducir la enorme red de culturas que existen actualmente.

La posibilidad de continuar como si nada realmente serio estuviera ocurriendo es seductora y, de hecho, parece inspirar gran parte de los proyectos políticos dominantes en la actualidad. Pero incluso en el caso de que se concluya que estamos ante un gran problema, es habitual que las soluciones propuestas dependan en gran medida de la fe en las innovaciones tecnológicas. Si el desarrollo tecnológico nos ha proporcionado dos siglos de incrementos de productividad, mejoras en las condiciones sanitarias, aumentos de la esperanza de vida y otras mejoras vitales cotidianas, ¿por qué no íbamos a poder encontrar una solución a la crisis ecológica? Incluso los Acuerdos de París hacen depender de desarrollos tecnológicos futuros el cumplimiento de los compromisos.

Algunas de estas tecnologías son los programas de geoingeniería como la *captura directa del aire* y la *bioenergía con captura y almacenamiento de carbono* (CDR y BECCS, respectivamente, por sus siglas en inglés), que están pensadas como herramientas de emisiones negativas. La primera consiste en la retirada de CO_2 desde la atmósfera, mientras que la segunda se basa en la generación de electricidad mediante la combustión de biomasa, al tiempo que el CO_2 generado como residuo es secuestrado y depositado fuera de la atmósfera. Estas tecnologías son una esperanza de los gobiernos de todo el mundo porque, como dice Marta Peirano, «son espectaculares, heroicas y rimbombantes, y exigen inversiones de dinero público en lugar de sacrificios políticos, además de prometer resultados visibles antes de la siguiente campaña electoral».[5]

Sin embargo, las cosas no son tan fáciles. En primer lugar, porque ahora mismo ninguna de esas tecnologías es rentable para las empresas. Las dificultades son tales que, a pesar de las ayudas públicas, hay solo unos pocos proyectos en marcha y ninguno de ellos ofrece resultados satisfactorios en la escala necesaria. En segundo lugar, las tecnologías BECCS requieren de cambios intensos en el uso del suelo para obtener la biomasa que se usa como combustible, por lo que no pueden catalogarse como tecnologías neutras en emisiones. En tercer lugar, sus requerimientos de suelo y agua empujarían al alza los precios de los alimentos y agudizarían algunos de los problemas ecológicos más graves. Y, en cuarto lugar, la necesidad de biomasa de las tecnologías BECSS amenazarían con agudizar críticamente el problema de la biodiversidad en el planeta. Sería, en resumen, una extraña forma de «salvar el planeta» precisamente «destruyendo el planeta».

Estas tecnologías representan, en el mejor de los casos, una promesa lejana, una esperanza tecnológica aún no probada a gran

escala que gobiernos, grandes empresas e instituciones internacionales utilizan muchas veces como coartada para evitar enfrentarse con seriedad a las verdaderas raíces de la crisis ecosocial. Estas soluciones futuristas funcionan como una forma de aplazamiento político: permiten mantener la ilusión de que podremos seguir quemando combustibles fósiles mientras, en paralelo, desarrollamos dispositivos milagrosos que algún día limpiarán la atmósfera.

Y, sin embargo, el tiempo corre en nuestra contra. No podemos permitirnos seguir depositando nuestra fe en soluciones hipotéticas que podrían llegar —si lo hacen— demasiado tarde. Ante esta tesitura, el economista ecológico Robert Costanza defendió una postura prudente o «tecnológica escéptica» según la cual debemos actuar suponiendo que la tecnología no será capaz de resolver estos retos ecológicos. Si obramos así y finalmente la tecnología falla, al menos habremos aplicado medidas conservacionistas que reduzcan el daño. Pero si resulta que funciona, igualmente estaremos mejor situados.[6] Es un escenario mucho mejor que llegar a encontrarnos con una tecnología que no funciona y «atrapados en una trayectoria de altas temperaturas de la que será imposible escapar».[7]

Este arriesgado tecnooptimismo es propio de las propuestas de crecimiento verde, que intentan compatibilizar la reducción de los impactos ecológicos con el mantenimiento del capitalismo y de su motor, el crecimiento económico. Como analizamos en el primer capítulo, el crecimiento del PIB se ha convertido en el objetivo de todo gobierno, siendo también la expresión más clara de las necesidades de expansión del capitalismo. Por otro lado, el discurso oficial defiende que el crecimiento económico es el camino para la felicidad humana. Sin embargo, la literatura especializada ha argumentado a favor de la existencia de la *paradoja de Easterlin*,

según la cual a partir de cierto punto un incremento de ingresos no se traduce en un incremento de la felicidad individual.[8]

El crecimiento económico se ha convertido en un fin en sí mismo, lo que permite sacrificar e instrumentalizar todos los aspectos de la naturaleza a fin de seguir produciendo y vendiendo mercancías en escalas cada vez mayores. Y como demuestra la narrativa del crecimiento verde, ni siquiera inmersos en una grave crisis ecosocial es fácil que gobiernos e instituciones políticas abandonen el fetichismo del crecimiento. En palabras de Hickel, «los escenarios de crecimiento verde hacen un uso laxo de la ciencia, parten de supuestos profundamente injustos y ponen en riesgo el futuro de la humanidad —y de toda la vida en la Tierra— únicamente para seguir aumentando la producción agregada en los países ricos».[9]

De hecho, casi todos los estudios han concluido que, en general, no se está produciendo un desacople entre la actividad económica y la presión e impacto medioambiental y que, además, es improbable que eso vaya a producirse en algún momento.[10] En la mayoría de los casos no está teniendo lugar ningún tipo de desacople respecto al consumo de materiales y de energía, el uso de agua, las emisiones de gases de efecto invernadero o la pérdida de biodiversidad, y cuando algún estudio ha encontrado alguna evidencia de desacople se ha tratado de análisis locales, restringidos a países o regiones concretos, por períodos cortos de tiempo —por ejemplo, durante una crisis— o en proporciones insuficientes para abordar los retos ecológicos.[11]

Las consecuencias están a la vista. Las temperaturas medias globales crecen sin cesar alterando con ello todos los parámetros del sistema Tierra. Las olas de calor matan, los glaciares se derriten, las cosechas se tambalean y los incendios devoran regiones enteras. Y lo peor está por venir si no actuamos con rapidez y firmeza. La

evidencia científica es clara: para evitar un escenario de desestabilización climática catastrófica, debemos reducir drásticamente nuestras emisiones y nuestro consumo de energía y materiales, lo cual implica transformar de raíz el metabolismo económico. En este sentido, no basta con cambiar tecnologías; hay que cambiar las reglas del juego.

El capitalismo es incapaz de resolver la crisis ecológica por sí solo. Más bien al contrario, pues maximizar beneficios en un mundo finito lleva, por definición, al agotamiento de los recursos y a la externalización sistemática de los daños. Al fin y al cabo, el capitalismo organiza la producción, la distribución y el consumo de acuerdo con un único principio: la rentabilidad. Este criterio ha generado una abundancia sin precedentes en algunos lugares del planeta, a costa del empobrecimiento de otros y de la destrucción de los equilibrios ecológicos. Hoy, incluso las necesidades básicas —como la energía, el agua o los alimentos— se convierten en mercancías sometidas a la especulación, mientras millones de personas quedan excluidas de una vida digna.

En estas condiciones, la tarea central de las sociedades democráticas debería ser la de construir comunidades resilientes capaces de priorizar el bienestar de sus poblaciones sin dañar de manera permanente el entorno natural que las sustenta, así como impedir la escalada de conflictos sociales y guerras, los cuales de manera creciente están vinculados con la crisis ecosocial.[12] Alcanzar este objetivo ecosociopolítico necesariamente implica una desescalada de la dimensión material de la economía hasta situarla dentro de los límites del planeta, lo que tiene implicaciones políticas, sociales y económicas de gran alcance. Es en este punto donde han emergido con fuerza las propuestas decrecentistas.

El término *decrecimiento* lo usó por primera vez el filósofo André Gorz en francés (*décroissance*) en 1972, quien puso el énfasis en el trabajo de Georgescu-Roegen al subrayar que incluso en un modelo económico con crecimiento cero es imposible no agotar los recursos y materiales del planeta. En consecuencia, su defensa consistía en señalar que no se trataba de detener la espiral de un mayor consumo, sino que era necesario consumir cada vez menos a fin de lograr que hubiera recursos para las generaciones venideras.[13]

El decrecimiento es sobre todo una crítica de la noción misma de crecimiento económico, pero también «señala un rumbo deseado, uno en el que las sociedades utilizarán menos recursos naturales y se organizarán y vivirán de manera diferente a como lo hacen hoy», lo que implica defender una «sociedad con un metabolismo más pequeño, pero más importante: una sociedad con un metabolismo que tiene una estructura diferente y sirve a nuevas funciones».[14] No obstante, el decrecimiento emergió como movimiento político y social, y no debe ser entendido ni como concepto económico ni como teoría consistentemente estructurada, sino como una amplia y heterogénea corriente de pensadores y propuestas que aspiran a que la economía mundial se desarrolle dentro de los límites biofísicos.[15] Sencillamente, el decrecimiento debe comprenderse como una afirmación de la necesidad de reducir la presión del ser humano y su modelo económico sobre los ecosistemas y el entorno natural sin jugarnos todo a la carta de las promesas tecnológicas.

A pesar de que la formulación decrecentista procede de una tradición de inclinación anarquista y recelosa del papel del Estado, comparte muchos elementos comunes con la propuesta política del ecosocialismo, que es una actualización de los postulados socialistas en un marco de reconocimiento de los límites naturales. Como ha dicho Brian Napoletano, «un principio básico del ecosocialismo ha

sido que cualquier proyecto socialista viable necesitará perseguir la sostenibilidad económica y la igualdad sustantiva como dos partes interdependientes de una unidad dialéctica», lo que conlleva «reducir los flujos metabólicos totales de energía y materiales del metabolismo social global al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades sociales universales».[16]

El ecosocialismo puede entenderse como una transformación radical del sistema económico para hacer frente simultáneamente a la crisis ecológica y a las desigualdades sociales. Su propuesta consiste en superar el capitalismo mediante una economía planificada democráticamente, orientada a satisfacer las necesidades humanas dentro de los límites ecológicos del planeta. En particular, el ecosocialismo apuesta por la propiedad colectiva de los principales medios de producción, la justicia ambiental, la reducción del metabolismo económico y una vida buena para todos que no sea dependiente del consumo masivo de recursos.

En este sentido, el ecosocialismo encaja mejor con el signo de los tiempos, donde las poblaciones demandan mayor protección frente a las consecuencias de la globalización y los caprichos del mercado. Las izquierdas pueden canalizar esas demandas en un paquete progresista, y no reaccionario como hacen las derechas populistas.

Debemos tener en cuenta que el mercado es incapaz de distinguir entre mercancías que satisfacen las necesidades básicas y mercancías que son, por ejemplo, de lujo.[17] El mercado produce lo que es rentable, que no tiene por qué coincidir con lo que socialmente es necesario. Por eso el ecosocialismo propone otro criterio para decidir qué se produce y cómo se consume: el de la sostenibilidad ecológica y la satisfacción de las necesidades humanas. Significa reconocer que no todo crecimiento es deseable y que hay sectores que deben reducirse (la publicidad invasiva, la

industria armamentística, los vehículos de lujo) mientras que otros deben expandirse (los cuidados y la salud pública, las energías renovables, la rehabilitación energética de viviendas).

La convergencia creciente entre el decrecimiento y el ecosocialismo es altamente fructífera, e invita a trazar estrategias y programas compartidos que alumbren una sociedad regida por un metabolismo dentro de los límites del planeta y que satisfaga las necesidades humanas.

Aunque se ha extendido mucho la idea de que las propuestas decrecentistas o ecosocialistas niegan el papel de la tecnología, o incluso lo rechazan, lo cierto es que «la literatura del decrecimiento acepta el cambio tecnológico y las mejoras en la eficiencia, en la medida en que (y esto es crucial) sean empíricamente viables, ecológicamente coherentes y socialmente justas».[18] El punto crítico es que se reconoce, como al aludir a las opciones más tecnooptimistas, que poner todos los huevos en la cesta de la tecnología es suicida. En una sociedad ecosocialista también habrá mejoras tecnológicas que incrementen la productividad, pero la diferencia con el capitalismo tiene que ver con el sentido y la utilidad que se atribuye a esas mejoras. Como se analizó en capítulos anteriores, el capitalismo ha impulsado una dinámica constante de innovación, motivada por la competencia entre capitales y orientada a la obtención de beneficios. Esta pulsión no existía del mismo modo en metabolismos sociales anteriores, aunque también en ellas se produjeron avances tecnológicos e incrementos de productividad. En un sistema ecosocialista, la innovación y la creatividad no se subordinan a una lógica abstracta de acumulación, sino que se orientan a satisfacer las necesidades reales.

De manera más amplia, si la economía es la ciencia del abastecimiento social, la pregunta central que debemos hacernos es

cómo debería organizarse una sociedad respecto a la cuestión económica, esto es, para tomar las decisiones de producción, distribución y consumo en un mundo con límites naturales.

Hemos apuntado ya que, en el capitalismo, las decisiones económicas las toma una fuerza inconsciente, el mercado, que responde únicamente ante el criterio de la rentabilidad. Esta configuración es causa de la actual crisis ecosocial, de modo que la solución pasa por cambiarla por otro sistema donde el criterio económico tenga en cuenta los límites del planeta. Esto implica que la toma de decisiones venga dada por una fuerza consciente, lo que conlleva necesariamente cierto grado de planificación. Como ha dicho John Bellamy Foster, «una transformación tan radical solo puede lograrse mediante niveles significativos de planificación económica y social, a través de los cuales —si se llevan hasta sus últimas consecuencias— los productores asociados colaborarían de forma racional para regular el trabajo y el proceso de producción que rige el metabolismo social entre la humanidad y la naturaleza en su conjunto».[19]

Hablar de planificación de la economía colisiona con las creencias económicas dominantes desde el siglo XIX. Desde entonces se ha escrito mucho para justificar que sea el mercado el que rija las decisiones de producción y consumo. Ya el enfoque de la «mano invisible» de Adam Smith sugería que las decisiones independientes y egoístas de los actores económicos lograban el mejor de los resultados posibles.

Sin embargo, la Gran Depresión de 1873 duró más de veinte años y abrió las primeras fisuras en el orden económico, político e intelectual dominante, lo que no por casualidad coincidió con una gran expansión del pensamiento socialista. El socialismo de Marx y Engels había denunciado la *anarquía del mercado*, esto es, la

intrínseca inestabilidad e ineficiencia de un sistema que continuamente provocaba crisis con altos niveles de desempleo y capacidades productivas ociosas. En aquel momento, la realidad económica parecía darles la razón, pues el desempleo azotaba a todos los países industriales con el agravante de que entonces ni siquiera existían mecanismos de protección social que no fueran la caridad y la beneficencia. Tras la Primera Guerra Mundial, de hecho, el pensamiento y el proyecto socialistas alcanzaron sus mayores cotas de protagonismo en Europa. Por todas partes se pusieron en marcha debates en los que se promovía la sustitución del mercado por la planificación centralizada, la cual, siguiendo las opiniones socialistas, sería mucho más eficiente.

Como es bien sabido, la Segunda Guerra Mundial supuso un poderoso estímulo no solo para el incremento del gasto público, sino también para la planificación económica. La experiencia previa de la Unión Soviética, que había demostrado la capacidad de un país para transformarse rápidamente de una economía agraria en una potencia industrial, y la del *New Deal* estadounidense, diseñado para contrarrestar los efectos devastadores de la Gran Depresión, sirvieron de referencia para la consolidación del keynesianismo en el período de posguerra. En ese contexto, la planificación —aunque fuese parcial y compatible con economías mixtas en las que coexistían empresas y servicios públicos y privados— pasó a considerarse una herramienta legítima y necesaria también en los Estados occidentales.

Con la irrupción del neoliberalismo en los años ochenta, sin embargo, se produjo un profundo retroceso del Estado como actor económico. La nueva ortodoxia recuperó la idea de que el mercado debía ser el principal mecanismo de asignación de recursos y que toda forma de planificación constituía una injerencia ineficiente. Este

giro ideológico caló hondo en buena parte de la clase política y de los altos funcionarios, consolidando la creencia de que el Estado debía limitarse a crear las condiciones para el libre funcionamiento de los mercados. La frase pronunciada por Carlos Solchaga, ministro de Industria de España en los años ochenta —«la mejor política industrial es la que no existe»—, se convirtió en una especie de síntesis programática del credo neoliberal.

Las consecuencias de esa orientación no tardaron en hacerse visibles. España protagonizó uno de los procesos de privatización más intensos de Europa. Desde 1984 hasta hoy, se han vendido o liquidado más de un centenar de empresas públicas, muchas de ellas pertenecientes a sectores como la alimentación, el textil, la minería, la automoción o la electrónica. Pero lo más grave fue la venta de activos en sectores estratégicos, entre ellos la defensa, las telecomunicaciones y, de forma especialmente crítica, la energía. Este último ámbito adquiere hoy una relevancia aún mayor en un contexto de emergencia climática, en el que confluyen dos desafíos: garantizar el suministro energético a la población y acelerar la transición hacia fuentes renovables.

Diversos estudios recientes han mostrado que la presencia pública en el sector energético favorece una transición más rápida y coherente hacia energías limpias que la gestión puramente privada.[20] La razón es clara: el Estado puede orientar la inversión y la innovación más allá de los criterios de rentabilidad inmediata, definiendo objetivos estratégicos de largo plazo y de interés colectivo —como la reducción de emisiones o la soberanía energética —, que suelen quedar fuera del radar de las empresas privadas. Naturalmente, ello exige que la dirección pública esté compuesta por personas técnicamente competentes y políticamente comprometidas con la transición ecológica, de modo que la acción estatal no

reproduzca inercias burocráticas o capturas por parte de intereses corporativos.

No obstante, alcanzar una sociedad ecosocialista exige mucho más que disponer de empresas públicas y mecanismos de planificación económica. También implica una reorganización profunda del trabajo y una redefinición cultural de su sentido y propósito. Si el objetivo último de una sociedad no es el crecimiento económico por sí mismo —que no es más que el aumento del valor monetario de las actividades económicas— sino el bienestar y la felicidad colectiva, entonces no puede ser el mercado quien determine qué bienes y servicios se producen, ni en qué cantidad. Es necesaria una deliberación democrática previa sobre las necesidades humanas fundamentales, que permita definir qué actividades son socialmente valiosas y cómo deben llevarse a cabo de manera justa y sostenible.

En este sentido, uno de los programas más urgentes y transformadores es el Trabajo Garantizado. Esta propuesta parte de una constatación sencilla: existen innumerables tareas socialmente necesarias que el mercado no cubre adecuadamente —como el cuidado de las personas, la restauración de los ecosistemas o el mantenimiento del espacio público— y que, sin embargo, resultan esenciales para el bienestar colectivo. Un programa de trabajo garantizado permitiría al Estado movilizar recursos públicos para cubrir esas necesidades, ofreciendo empleo digno y estable a quienes hoy están desempleados o en situación precaria. De ese modo, se reforzarían las redes de cuidados, se incrementaría la cohesión social y, además, se elevarían los salarios y las condiciones laborales en el resto de la economía, al fijar un estándar mínimo de dignidad y seguridad.

Un proyecto ecosocialista que incorpore el trabajo garantizado se convierte así en una estrategia concreta de transición, capaz de

mostrar que no todas las actividades deben crecer ni todas deben decrecer por igual. Algunas —como la educación, la sanidad, los servicios públicos y los cuidados— deben expandirse por su elevado valor social y bajo impacto ecológico; otras, en cambio —como la industria armamentística, la publicidad o los sectores extractivos más contaminantes—, deben reducirse o desaparecer. Se trata, en suma, de reorientar la economía hacia aquello que realmente sostiene la vida.

El ecosocialismo es, en última instancia, una propuesta civilizatoria: una reorganización consciente de las prioridades colectivas, donde el mercado deja de ser el árbitro de la reproducción social y su lugar es ocupado por una fuerza democrática y deliberativa. Sus formas concretas podrán variar según las circunstancias locales y culturales, pero siempre dentro de una lógica socialista, basada en la planificación democrática de los recursos, la justicia social y el respeto por los límites ecológicos del planeta.

8.2. ¿Quién transforma el mundo?

Desde hace siglos existe una intensa controversia teórica en torno a quiénes son los sujetos que transforman el mundo en cada momento histórico. La cuestión no es menor, pues toda teoría del cambio social necesita identificar a los actores capaces de impulsarlo, así como las condiciones materiales y culturales que lo hacen posible.

El marxismo clásico, inspirado en la teoría del materialismo histórico, situó en el centro al proletariado industrial del siglo XIX. Era, según Marx y Engels, la clase llamada a llevar a cabo la

superación del capitalismo, al encarnar la contradicción fundamental entre trabajo y capital. En esta concepción, el desarrollo histórico estaba determinado por las relaciones de producción y por los conflictos entre clases sociales, de modo que en cada época podía identificarse un grupo social «portador» de la transformación. La lucha de clases era, así, el motor del cambio histórico.

Sin embargo, este modelo teórico —concebido para las sociedades capitalistas avanzadas de Europa occidental— resultaba de difícil aplicación en los países periféricos, donde predominaban los estratos campesinos y donde las dinámicas del capitalismo dependiente seguían lógicas distintas. Como hemos visto en el capítulo anterior, la teoría de la dependencia surgió precisamente como una crítica a esa pretensión universalista del marxismo europeo, subrayando que el capitalismo mundial debía analizarse desde una geografía de la desigualdad y no desde una secuencia única de desarrollo histórico.

Con el paso del tiempo, las transformaciones tecnológicas y económicas alteraron profundamente la composición de clase en las economías desarrolladas. El proceso de desindustrialización, la externalización de la producción hacia Asia y el auge del sector servicios redujeron el peso del proletariado industrial. Además, ya desde finales del siglo XIX había emergido en países como Alemania una amplia clase media asalariada, difícil de encajar en las categorías clásicas del marxismo. Se trataba de personas que carecían de la propiedad del capital, pero que tampoco eran identificables con el obrero fabril en el que habían pensado Marx y Engels. En estas nuevas condiciones, el marxismo perdió capacidad explicativa, y la búsqueda de un nuevo sujeto histórico se convirtió en uno de los principales desafíos teóricos y políticos de la izquierda contemporánea.

Diversas corrientes posmarxistas intentaron redefinir ese sujeto. Ernesto Laclau y Chantal Mouffe propusieron sustituir la noción de clase por la de articulación hegemónica de demandas sociales, dando lugar a lo que se ha conocido como populismo de izquierdas.[21] Michael Hardt y Antonio Negri, por su parte, hablaron de un nuevo sujeto global compuesto por la multiplicidad de cuerpos, saberes y resistencias dispersas frente al poder capitalista.[22] Otros autores, desde perspectivas feministas o decoloniales, pusieron el acento en las luchas de las mujeres, los pueblos indígenas y los movimientos antirracistas, señalando que la emancipación ya no podía pensarse exclusivamente desde el conflicto capital-trabajo, sino desde una pluralidad de ejes de dominación interconectados.

En este contexto, una pregunta crucial para nuestro tiempo es: ¿quién puede hoy encarnar el sujeto de la transformación ecosocialista? En la tradición de Joan Martínez Alier,[23] los pueblos indígenas, campesinos y los sectores empobrecidos del Sur global desempeñan un papel central. Son ellos quienes habitan las fronteras de extracción del capitalismo, los territorios donde las contradicciones entre economía y ecología se manifiestan con mayor violencia: deforestación, minería, megaproyectos energéticos, contaminación. Las resistencias que allí emergen —defensa de los bienes comunes, autonomía territorial, soberanía alimentaria— constituyen auténticos frenos ecosociales. No solo buscan preservar sus modos de vida, sino que también cuestionan la lógica expansiva del capital y proponen otras formas de relación con la naturaleza, basadas en la reciprocidad y el cuidado.

Por otra parte, en las democracias liberales del Norte global, la acción política se encuentra mediada por la lógica electoral y la competencia por el voto. Los partidos intentan articular intereses

cada vez más heterogéneos, diluyendo las fronteras de clase en un magma de identidades fragmentadas y demandas cambiantes. Incluso las fuerzas de tradición socialista han enfrentado este dilema. Por un lado, si apelan exclusivamente al viejo proletariado, no alcanzan mayorías. Por otro lado, si amplían su base hacia la clase media, corren el riesgo de desdibujar su proyecto transformador. El resultado ha sido, a menudo, la despolitización y la pérdida de horizonte histórico.

De ahí que la cuestión decisiva sea hoy tanto sociológica como política: ¿quiénes son, en las condiciones del capitalismo global y del colapso ecológico, las personas dispuestas a invertir su tiempo, su energía y sus recursos en empujar hacia una transformación ecosocialista? ¿Cómo construir una alianza entre los movimientos del sur que resisten la extracción y los sectores del norte que buscan alternativas al consumo y al crecimiento? En última instancia, responder a esta pregunta equivale a reabrir el debate sobre el sujeto de la historia en la era del Antropoceno.

Mi experiencia como líder de una fuerza política nacional en España puede ayudar a ilustrar esta cuestión para el caso de los países desarrollados donde la participación política se canaliza principalmente —pero no solo— a través de las elecciones parlamentarias.

En el año 2016 fui elegido coordinador de Izquierda Unida (IU), una coalición de partidos fundada en 1986 como parte de la estrategia del Partido Comunista de España (PCE), que sería la columna vertebral de la nueva organización. Se trataba de un intento de renovar el programa ideológico y organizativo de una izquierda que no había logrado su objetivo de gobernar el país a pesar de haber sido durante décadas la mayor fuerza política de oposición a la dictadura (1939-1978). Ni siquiera la conversión del partido al

eurocomunismo impidió que el PCE se viera arrastrado por la ola de desprestigio del comunismo de principios de los ochenta.

En otros países europeos, las nuevas preocupaciones por la paz, los derechos civiles, el feminismo y la ecología estimularon la creación de partidos verdes, en muchos casos como reconversiones de antiguos partidos comunistas o impulsados por dirigentes excomunistas. La caída de la Unión Soviética marcó otro punto de inflexión. Algunos partidos comunistas, como el italiano, abandonaron por completo sus tesis ideológicas. Otros, como el griego o el portugués, se atrincheraron en la doctrina tradicional. La mayoría, sin embargo, buscó un punto intermedio. En España, la salida fue la creación de IU como una forma de integrar las nuevas demandas sociales sin renunciar al ideario socialista. Este proceso de adaptación permitió el reencuentro con sectores críticos de la socialdemocracia, dando lugar a lo que hoy conocemos como la familia de la izquierda radical, un espacio político sumamente heterogéneo.

Como venimos sugiriendo en este libro, «el rasgo más importante que la perspectiva ecológica aporta a la renovación actual del ideario socialista es la conciencia del límite natural de la civilización o de la cultura expansiva del capitalismo contemporáneo».[24] En esta línea, el documento fundacional de IU, redactado en 1986, declaraba que el espíritu de la organización «se corresponde asimismo con el sentimiento de que somos muchos los que coincidimos en las tradiciones renovadas del movimiento obrero, los planteamientos emergentes de carácter ecologista, el progresismo económico y para la participación política, y la necesidad de rescatar lo que es una visión moderna de un socialismo democrático». En 1989, el programa electoral ya hacía referencia a que, en términos energéticos, «la actual situación se muestra insostenible debido a la

tendencia al agotamiento de las fuentes utilizadas y a los gravísimos efectos sobre el medioambiente».

A pesar de estas intenciones, tanto el peso orgánico del PCE como la inercia ideológica de la militancia explican que, en general, la estrategia y los discursos políticos se quedaran anclados únicamente en la relación capital-trabajo, que doctrinalmente se consideraba más importante. Además, la estrecha relación con los sindicatos de clase fortalecía esa orientación más clásica, al tiempo que, cuando se producían conflictos ambientales, como el cierre de la minería en el norte del país, se decantara la balanza en favor de políticas productivistas.

La inercia ideológica no fue de menos importancia en este desarrollo. Toda la teoría económica marxista, pero también la keynesiana, era ajena a la problemática ecologista. Los recursos naturales, los impactos ambientales y, en general, los límites del planeta no parecían restricciones ni estructurales ni voluntarias que debieran tenerse en cuenta. La militancia de la organización se había formado —y seguía haciéndolo— con materiales y lecturas desprovistos de toda visión ecologista, lo que inevitablemente afectaba a su posicionamiento cotidiano en el seno de la organización y en las instituciones de las que se formaba parte.

Con este punto de partida, cuando fui elegido coordinador intenté consolidar y ampliar el discurso ecologista. En 2021 hicimos una encuesta interna para valorar la evolución ideológica de la militancia, y arrojó datos esperanzadores. No obstante, también encontramos algunos datos que nos hicieron pensar sobre las estrategias que estábamos llevando a cabo.

Para empezar, la mayoría de la militancia consideraba que la presencia de las cuestiones ecologistas en el discurso de la organización era claramente insuficiente (13,5 por ciento) o algo

insuficiente (42 por ciento). En general, los encuestados se definían como ecologistas y en un porcentaje importante se identificaban con el ecosocialismo y el decrecimiento. Se trata de cifras elevadas para una organización de tradición clásica. Por ejemplo, el 54,6 por ciento de las mujeres se definían como ecologistas frente al 44,3 por ciento de los hombres, y el apoyo al decrecimiento era de un 38,8 por ciento entre los hombres y de un 32,4 por ciento entre las mujeres. Por otro lado, era más alto el apoyo al ecosocialismo entre los hombres (66,85 por ciento frente a 45,1 por ciento).

Cuando examinamos las diferencias por edad, estudios o ingresos descubrimos elementos interesantes. La tendencia general era que el perfil ecologista era más acentuado entre las personas con estudios y con un nivel de ingresos más alto. Por ejemplo, entre los que ganaban más de 4.000 euros al mes, el porcentaje de demanda de mayor discurso ecologista era del 66,1 frente al 54,4 por ciento de aquellos que tenían dificultades para llegar a fin de mes. Por otro lado, entre los que habían alcanzado un nivel de estudios de máster y doctorado, se declaraban ecologistas el 53,1 frente al 30,4 por ciento de quienes tenían estudios primarios, al igual que sucedía con el apoyo al decrecimiento (un 50 por ciento entre los de más estudios, y apenas un 28 por ciento para los que tenían menos).

Este perfil emergía en todas las preguntas, lo que daba a entender que la extensión de las ideas ecologistas y decrecentistas era mucho más efectiva entre un determinado grupo social, precisamente aquel que menos se parecía al perfil de la clase obrera tradicional. ¿Estaba el ecologismo radical de nuestra organización sostenido sobre cierta clase media ilustrada y acomodada? En cierto sentido, esto hubiera sido precisamente lo que cabría esperar de acuerdo con la mayoría de las tesis de la literatura electoral.

Desde su fundación, IU se había situado ideológicamente en lo que se ha convenido en llamar *nueva izquierda* o *izquierda radical*, concretamente en un punto más clásico que los partidos nórdicos y más cerca de los partidos comunistas tradicionales. Uno de los aspectos más relevantes de este nuevo conjunto de partidos es que atraían a votantes con mucha más educación formal, o con lo que Pierre Bourdieu llamaba *capital cultural*. Este aspecto era muy llamativo, porque significaba que el grupo de votantes entre los que destacaban estos partidos no era ya el de la clase trabajadora manual con bajos salarios, o de mono azul, sino una suerte de clase media ilustrada y relativamente acomodada, pero con un fuerte componente ideológico.

El caso de la izquierda radical española, desde IU (desde 1986) hasta Podemos (desde 2014), era significativo. Ninguna de las dos formaciones consiguió ser la más votada por la clase trabajadora tradicional, puesto que esta se ha decantado tradicionalmente por el Partido Socialista, que representaba una izquierda socialdemócrata moderada. Mi propio estudio econométrico sobre esta cuestión subrayó este punto.[25] Por el contrario, tanto IU como Podemos tenían su ventaja entre el grupo social de trabajadores socioculturales, un conjunto de profesionales con una posición económica más estable, que engloba a profesores de universidad, científicos, músicos y profesionales del espectáculo, escritores y periodistas, especialistas y científicos sociales, entre otros. Se trata de una descripción compartida en general por otras formaciones de la izquierda radical en Europa.

Los estudios académicos han subrayado que los votantes de estos partidos son, en gran medida, una coalición interclasista que incluye tanto a trabajadores (especialmente obreros de la producción y, en menor medida, de los servicios) como a ciertos sectores de las

clases medias (principalmente profesionales socioculturales). Además, estos votantes son predominantemente residentes de áreas urbanas y grandes ciudades, lo que por otra parte es normal, porque es allí donde se concentran los puestos de trabajo mejor remunerados y que requieren una cualificación mayor. En suma, la radicalidad política de izquierdas se fundamenta sobre todo en un perfil socioeconómico de clase media ideologizada, propia de determinados sectores con ingresos altos y estabilidad laboral.

Esta evolución sociológica ha sido objeto de muchas controversias. Sobre todo, porque no era exactamente lo que se podía deducir de la teoría económica marxista. Por el contrario, el marxismo clásico consideraba hasta finales del siglo XIX que el proletariado se convertiría con la dinámica capitalista en el grupo social mayoritario y relativamente homogéneo, y que sería la base social de la revolución socialista. Tanto Marx como Engels albergaban pocas dudas respecto a este desarrollo, y el debate se situaba más en torno a si los sectores reaccionarios tolerarían las incipientes democracias burguesas en un contexto de apabullante mayoría proletaria.

Lo cierto es que las transformaciones de las últimas décadas apuntan a que no existe vínculo entre un sujeto histórico y el desarrollo autónomo del sistema económico, es decir, no hay razones para otorgar a la clase trabajadora ninguna misión cuasi providencial respecto a la transformación del sistema económico. La situación material de la clase obrera condiciona su cosmovisión, pero no le concede de manera determinista ningún papel en una revolución hacia una sociedad poscapitalista. De ese modo, si salimos de la crisis ecosocial no será porque un grupo social esté destinado a ello, sino porque se concentrarán energías y luchas suficientes por parte de un conjunto de personas que empujan en

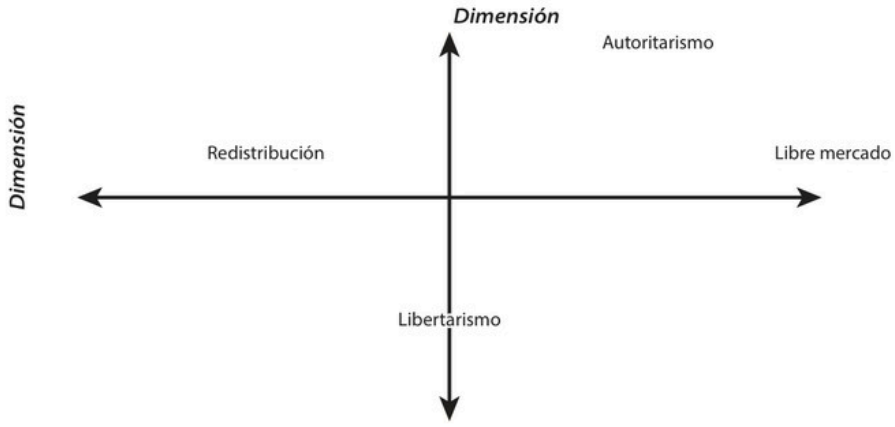
una dirección política determinada. Ante el complejo reto de la crisis ecosocial, parece más relevante el nivel de conciencia cultural que la posición de clase en el sistema productivo.

Ya lo he mencionado antes, pero las transformaciones económicas y tecnológicas recientes han promovido una nueva división del conjunto de la población de los países desarrollados basada en el nivel educativo (que de forma indirecta también es una división entre el mundo rural y el mundo urbano), de tal manera que los sectores menos cualificados de la clase trabajadora están más expuestos a las penalidades del libre mercado y del desarrollo capitalista, mientras que los más cualificados son más sensibles a la problemática ecológica.

Este punto coincide con lo que detectamos en nuestra encuesta sobre la militancia de IU, subrayando un aspecto central: el capital cultural. Es esta variable la que parece ser determinante a la hora de comprender las actitudes de las personas y su comportamiento electoral, bastante más que la del propio ingreso o el lugar en el proceso productivo. La pregunta sobre la que corresponde profundizar es: ¿cómo se vincula entonces la clase social con las actitudes progresistas y ecologistas?

Durante la década de los cincuenta, el trabajo del sociólogo Seymour Martin Lipset influyó de forma determinante en los estudios de clase. Explorando la forma en la que se vinculan las clases sociales a la democracia, Lipset encontró que la clase trabajadora se mostraba *liberal*[26] en lo relacionado con la economía y *autoritaria* en lo relacionado con la moral. Es decir, mientras la clase trabajadora era tendente a defender políticas económicas de redistribución, como las propias del Estado social, también era esencialmente autoritaria en materia de libertades públicas, derechos para las minorías étnicas o políticas de inmigración.

Figura 4. Mapa del espacio político



Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, pronto se descubrió que esa vinculación entre clase trabajadora y autoritarismo estaba mediada por algo de enorme relevancia: la educación. Ya en los años setenta, el sociólogo Edward Grabb detectó que, si se tenían en cuenta aspectos como el nivel educativo, entonces la ocupación laboral dejaba de tener relación con la actitud intolerante.[27] Esto tiene sentido, pues no hay razones suficientes para explicar por qué estar en la escala más baja de la pirámide social implica, por ejemplo, querer limitar la libertad de expresión. Aunque es cierto que los trabajadores pueden alimentar sus prejuicios raciales como consecuencia de la competición laboral entre aquellos que son *nacionales* y otros que son *extranjeros*, no puede decirse lo mismo respecto a cuestiones vinculadas a los derechos civiles o a la visión de orden y ley habitual en los proyectos autoritarios. Más bien parece necesario acotar el vínculo del autoritarismo al de la cualificación, que está más fundamentado o, de forma más amplia, al de capital cultural en el sentido que le daba Pierre Bourdieu.

En realidad, parece demostrado que es el capital cultural el que determina si un individuo es más o menos autoritario, siendo las personas con menor cualificación aquellas más proclives a mostrar comportamientos opresores, mientras que las personas con más cualificación tienden a ser más tolerantes y a tener menos prejuicios raciales. Y, claro, existe una fuerte relación entre ser de clase trabajadora y tener una baja cualificación. Es habitual que las ocupaciones de menor cualificación sean también las de menores ingresos y mayor inseguridad laboral, y que ambas sean las que tradicionalmente se inscriben en la categoría de clase trabajadora.

Desde este punto de vista, puede decirse que, si el capital cultural es reducido, los patrones culturales no convencionales en un momento histórico dado serán interpretados no simplemente como diferentes, sino como desviados y moralmente condenables, extraños y no tolerables.[28] Así, la teoría de Lipset no estaría confirmada, pues el vínculo real sería entre *capital cultural* y autoritarismo, y no entre *clase trabajadora* y autoritarismo. No sería la ubicación en el mercado de trabajo lo que haría a la clase trabajadora más autoritaria, sino su limitado capital cultural.[29]

De lo que hay muchas menos dudas es de que la clase trabajadora es más intervencionista en lo económico, es decir, más partidaria de políticas de redistribución y políticas sociales. El estudio de Dick Houtman demostró que la clase trabajadora (trabajadores cualificados y semicualificados) era más intervencionista en lo económico que el resto de las clases sociales, lo que podía atribuirse a su condición de debilidad y desprotección en el mercado de trabajo.[30] Parece sensato: aquellos más perjudicados por la lógica del capital son partidarios de políticas que limiten dicha lógica mediante la intervención del Estado. A diferencia de lo anterior, esto abre un abanico enorme de posibilidades políticas dentro de la clase

trabajadora tradicional para hacer avanzar el apoyo a las propuestas ecosocialistas.

Lo que acabo de señalar es extraordinariamente importante, y nos ayudará a evitar una confusión que se ha extendido mucho no solo en los debates académicos, sino, especialmente, entre los políticos. Lo cierto es que la clasificación de las clases sociales a partir de las ocupaciones laborales implica un solapamiento de las dimensiones económica y política en el comportamiento de los individuos. Como hemos visto, debido a su situación en el mercado laboral, un trabajador está empujado a apoyar políticas sociales y presumiblemente a partidos de izquierdas, pero, al mismo tiempo, debido a su bajo capital cultural, también está empujado a apoyar políticas autoritarias y presumiblemente a partidos de derechas.

Esto mismo es válido, aunque a la inversa, para las clases medias: por su ubicación en el mercado podrían preferir políticas de libre mercado y votar a la derecha, pero, igualmente, por su mayor capital cultural podrían preferir políticas de ampliación de derechos civiles y votar a la izquierda. Este dilema, sin embargo, está oculto bajo la simple categorización de las clases sociales en función únicamente de la ocupación laboral.

Esto enlaza directamente con la teoría del «doble movimiento» formulada por Karl Polanyi, según la cual los períodos de liberalización y expansión del mercado generan inevitablemente una reacción social de autoprotección. Cuando las fuerzas del mercado desbordan las estructuras sociales, destruyendo comunidades, empleos y vínculos solidarios, la sociedad responde impulsando nuevas formas de regulación, control o protección.

En esa misma línea interpretativa, como ya hemos visto, Paolo Gerbaudo sostiene que los movimientos populistas contemporáneos deben entenderse como una reacción frente a la Globalización

Neoliberal.[31] Tras décadas de desregulación, desindustrialización y pérdida de soberanía económica, amplios sectores sociales reclaman protección ante las consecuencias, así como recuperar algún tipo de control sobre su destino colectivo.

Ahora bien, esa reacción no tiene por qué articularse inevitablemente desde la derecha. También puede adquirir expresiones de izquierda, dependiendo de cómo se interpreten y canalicen esas demandas de protección. Mientras que los populismos de derechas tienden a traducirlas en clave identitaria, nacionalista o excluyente, los populismos de izquierdas procuran responder a ellas desde una gramática igualitaria y solidaria, reivindicando la intervención pública, la justicia social y la defensa de los bienes comunes.

La pregunta es: en tiempos de incertidumbre, ¿qué pesa más, la atracción hacia la seguridad civil —con más servicios públicos— o hacia la seguridad militar —con más vigilancia y la extensión de chivos expiatorios—? La respuesta a este dilema es puramente política, no técnica.

8.3. Seguridad energética y alimentaria

Como he señalado a lo largo del libro, la crisis ecosocial constituye el telón de fondo en el que se despliegan los actuales conflictos geopolíticos y la más amplia batalla por el control de la energía. Pero en este escenario global de transformación acelerada existe una dislocación fundamental que merece ser resaltada con urgencia: las condiciones materiales que hacen posible el mantenimiento del metabolismo endosomático, es decir, el proceso por el cual los seres

humanos incorporamos energía a través de los alimentos para sostener la vida y la actividad social.

Como se recordará del capítulo primero, los hermanos Howard y Eugene Odum fueron relevantes ecólogos que investigaron la relación entre energía y población al nivel de las sociedades. Una de sus inquietudes fue precisamente la cuestión del metabolismo endosomático, pues estaban preocupados por el hecho de que las sociedades industriales no percibieran las consecuencias de haber descubierto cómo «producir patatas con petróleo».

Ambos hermanos pensaban que «el mito de la agricultura estadounidense se basaba en la creencia generalizada de que el aumento en los rendimientos agrícolas era resultado de un uso más eficiente de la energía solar», al tiempo que «esta creencia, fundamento de la Revolución Verde, sostenía que los fertilizantes y los pesticidas habían permitido superar cualquier desastre natural y cuello de botella nutricional, mientras que las semillas híbridas posibilitaban un uso cada vez más eficiente de toda la energía solar que recibía un campo».[32] Ese planteamiento, decían los Odum, era una falacia energética.

Los Odum insistieron en que si se contabilizaban todos los costos de los combustibles fósiles implicados en la maquinaria usada, en los fertilizantes y en los pesticidas y, en definitiva, en todo el proceso de producción agraria moderno, entonces la energía neta objetiva era incluso negativa. Así, mientras que las sociedades de cazadores-recolectores habían realizado tareas de aprovisionamiento energético que producían una energía positiva —pues la energía contenida en sus presas y recolecciones era mayor a la gastada por sus cuerpos —, en las sociedades modernas el recurso al combustible fósil implica un gasto neto de energía.

La conexión entre los combustibles fósiles y la producción de alimentos también está presente de manera destacada en los fertilizantes químicos, los cuales son enormemente dependientes de los combustibles fósiles. La razón está en que el proceso Haber-Bosch, con el que comenzamos el libro, es el método principal para obtener fertilizantes nitrogenados, y para llevarlo a cabo se necesitan enormes cantidades de energía. La cadena de valor de los fertilizantes de nitrógeno es responsable del 2,1-2,4 por ciento de todas las emisiones de gases de efecto invernadero.[33] El vínculo entre la producción de fertilizantes químicos y combustibles fósiles es tan estrecho que el precio del fertilizante de nitrógeno está vinculado un 90 por ciento al precio del gas natural.[34]

Hay que decir que ya existe tecnología para producir «fertilizantes verdes», es decir, fabricados haciendo uso de electricidad limpia. Sin embargo, de momento solo el 0,3 por ciento del amoniaco usado en la producción de fertilizantes ha sido fabricado por este método,[35] que por otro lado no está exento de inconvenientes. El más importante es que sigue requiriendo de la electrolisis y consume entre veinte y treinta litros de agua para producir un kilogramo de hidrógeno.[36]

En consecuencia, los combustibles fósiles están prestando un servicio bastante excepcional a la agricultura. Pero dado que se trata de una fuente de energía finita, ese subsidio tan apreciado solo puede ser temporal por definición. Ergo, el sistema agrario moderno es insostenible en los términos actuales.

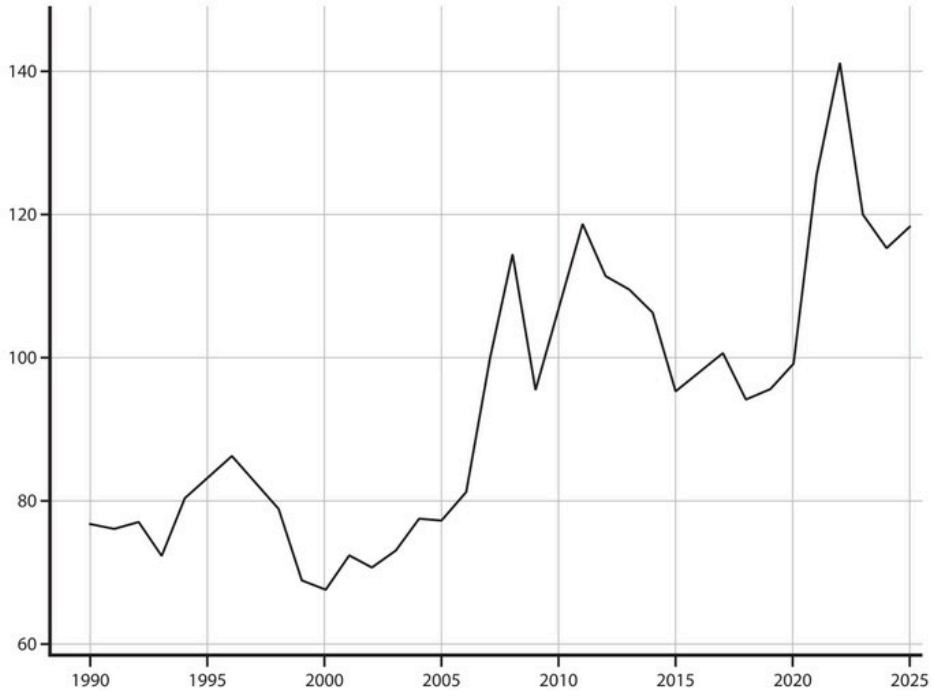
Hay otros problemas creados por el uso de fertilizantes químicos. Como recuerda Smil, «las aplicaciones de fertilizantes van hoy, en general, acompañadas de una gran pérdida de nutrientes; es especialmente grande la fuga de nitrógeno por filtración, erosión, volatilización y desnitrificación», tras lo cual calcula que «los cultivos

solo absorben el 20-30 por ciento del nitrógeno aplicado en los arrozales y con frecuencia no más del 40 por ciento del utilizado en los terrenos de secano».[37] Ese uso excesivo de fertilizantes nitrogenados es una de las principales causas de la acidificación del suelo y, por lo tanto, responsable de su pérdida de fertilidad. Se calcula que a nivel global unos 18,1 millones de kilómetros cuadrados de tierra están actualmente degradados.[38]

Por otro lado, el modelo agroindustrial es extraordinariamente vulnerable al cambio climático, que está alterando los regímenes de lluvias, provocando sequías más frecuentes e intensas, reduciendo el rendimiento de cultivos esenciales y comprometiendo las cosechas en muchas regiones del mundo. La cuenca mediterránea, por ejemplo, ya ha superado los 1,5 ^{o}C de calentamiento respecto a los niveles preindustriales, lo que la convierte en uno de los principales *hotspots* climáticos a nivel global. En esta región se han intensificado las olas de calor, las sequías prolongadas y los episodios de estrés hídrico extremo.

Pero esta situación no se limita al Mediterráneo. En el conjunto del Sur global, el aumento de las temperaturas, la alteración del régimen de lluvias y el agotamiento de acuíferos están provocando una caída persistente en los rendimientos agrícolas. En países que ya enfrentan condiciones estructurales de pobreza, el deterioro de la capacidad de producir alimentos está generando nuevas crisis alimentarias y contribuyendo al aumento de los precios de los alimentos a nivel global. Estos aumentos, a su vez, acentúan la inseguridad alimentaria y provocan desplazamientos forzados de población.

Figura 5. Índice de precios de los alimentos



Fuente: Elaboración propia a partir de FAO (2025).

La migración climática —aunque aún poco reconocida en las estadísticas oficiales— es ya una realidad tangible en muchas regiones. El bajo rendimiento agrario y la pérdida de medios de subsistencia empujan a millones de personas a abandonar sus territorios, agravando las tensiones sociales y geopolíticas en múltiples regiones del planeta.

Al final, sin el recurso a los combustibles fósiles —porque se agoten o porque queramos evitar más calentamiento global—, volvemos a depender de fuentes de energía renovables. Eso es positivo, pero también tiene consecuencias sobre la forma en la que hemos organizado nuestras vidas durante más de dos siglos. Estamos volviendo a depender exclusivamente de la tierra para la generación de alimentos y de otros bienes y servicios que necesitamos para vivir. Y esa presión adicional sobre la tierra genera otros problemas adicionales.

Se calcula que, desde el año 2000, la propiedad de entre 100 y 213 millones de hectáreas a lo largo de todo el planeta ha cambiado de manos.[39] Se está produciendo una aguda lucha por adquirir nuevas tierras, especialmente las más fértiles o con más recursos en el subsuelo, por parte de las grandes empresas transnacionales y de algunos países. Es el fenómeno conocido como *land grabbing* o 'acaparamiento de tierras', y adquiere mayor importancia en el contexto de crisis ecosocial que venimos describiendo.

El horizonte no augura una reversión espontánea de estas tendencias. Aunque desde algunos sectores del ecologismo se tiende a imaginar un colapso abrupto y total, lo más probable es un agravamiento paulatino de las crisis ya existentes. No un apocalipsis cinematográfico, sino una degradación continua del tejido económico, ecológico y social. En vez de apagones generalizados, lo que veremos es una inflación persistente en bienes esenciales —energía, alimentos, vivienda—, que dejará fuera del acceso digno a sectores cada vez más amplios. Si no hay una intervención política decidida, será el mercado quien determine, en última instancia, quién tiene acceso a energía limpia, a alimentación saludable o a zonas habitables. En este escenario, toda política es ya política climática, y toda omisión refuerza una gestión autoritaria y clasista del colapso parcial.

En resumen, el colapso de las condiciones ecológicas que sostienen el metabolismo endosomático humano no es un problema del futuro, sino una crisis del presente. La agricultura industrial, dependiente de combustibles fósiles, agua abundante y estabilidad climática, está chocando con los límites físicos del planeta. Reconocer esta realidad es el primer paso para emprender una transición profunda hacia modelos agroecológicos resilientes,

basados en el respeto de los ciclos naturales, el ahorro energético y la soberanía alimentaria.

Finalmente, el debate planteado por Malthus retorna bajo la nueva situación. ¿Será posible alimentar a 10.000 millones de personas para 2050? Eso sí, ahora abordamos esta nueva situación dotados de un gran conjunto de tecnologías en forma de máquinas impulsadas por energía renovable que pueden mantenernos fuera de la trampa malthusiana.

En todo caso, algunas propuestas para conseguir ese loable objetivo defienden el cambio hacia dietas basadas en vegetales, especialmente en los países más ricos. El objetivo principal es reducir la cantidad de tierra dedicada al consumo de animales en grandes explotaciones —las conocidas como macrogranjas—, así como las emisiones de gases de efecto invernadero que están asociadas a la dieta más rica en carne.

Por ejemplo, la propuesta de una dieta planetaria promueve una alimentación saludable para los seres humanos y sostenible para el planeta. Se trata de una dieta rica en frutas, verduras, legumbres, frutos secos y cereales integrales, con un consumo moderado de lácteos y muy bajo de carne roja y alimentos ultraprocesados. Esta propuesta fue elaborada por la Comisión EAT-Lancet, que en 2019 reunió a expertos en nutrición, salud pública y sostenibilidad ambiental para establecer un marco que permitiera tanto preservar la salud humana como respetar los límites planetarios. Según sus estimaciones, una transición hacia este tipo de dieta podría reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema alimentario, el uso de agua y suelo, y la pérdida de biodiversidad. Al mismo tiempo, permitiría mejorar los indicadores de salud global, reducir las enfermedades no transmisibles y garantizar un reparto más equitativo de los recursos.

CONCLUSIONES

Un planeta con límites, una política con brújula

A lo largo de este libro hemos mostrado que atravesamos una crisis ecosocial de dimensiones civilizatorias, una crisis que compromete no solo la habitabilidad del planeta para las generaciones presentes y futuras, sino también la supervivencia de innumerables especies con las que compartimos el entramado de la vida. Como he tratado de argumentar, esta crisis no es un episodio aislado ni un problema ambiental entre otros, sino el resultado de una forma histórica de organizar la producción, el consumo y el poder, basada en la expansión ilimitada de la extracción material y energética dentro de un sistema terrestre que tiene límites biofísicos ineludibles. Se trata de un proceso histórico de hondas raíces, pero que se ha agravado muy especialmente debido al desarrollo del capitalismo y del imperialismo durante los últimos siglos.

La crisis ecosocial, por tanto, no puede reducirse a una crisis ecológica ni a una mera consecuencia del mal uso de los recursos. Es también una crisis social, económica y política, porque afecta directamente a las condiciones materiales de la existencia humana y a las formas de organización que la sostienen. Las desigualdades se agravan conforme se intensifica la escasez; las fronteras se militarizan para proteger recursos y privilegios; los Estados se enfrentan por el control de minerales, energía y territorios estratégicos; y la pobreza energética, la inseguridad alimentaria o

los desplazamientos forzados se multiplican como síntomas de un sistema global incapaz de autorregularse dentro de los límites planetarios.

En última instancia, lo que enfrentamos es una crisis del metabolismo entre humanidad y naturaleza, provocada por un modelo económico que ha roto los equilibrios que durante milenios sostuvieron la vida en el planeta. Nuestro modo de vida industrial y fósil ha desencadenado un cambio de escala en la relación entre sociedad y biosfera. Hemos pasado de ser una especie más dentro de un ecosistema abundante a convertirnos en una fuerza geológica capaz de alterar los ciclos del carbono, del nitrógeno y del fósforo, y de modificar significativamente la química misma de los océanos y de la atmósfera. En ese sentido, la crisis ecosocial nos obliga a repensar qué entendemos por progreso, por bienestar y por riqueza, y a reconocer que la supervivencia colectiva depende, de ahora en adelante, de nuestra capacidad para detener la expansión material y reorganizar nuestras sociedades dentro de los límites del planeta.

Las sociedades, como hemos visto en los primeros capítulos, han reorganizado una y otra vez sus metabolismos exosomáticos para capturar más energía útil: del fuego a la biomasa, de la hidráulica al carbón, del petróleo a la electrificación masiva, y simultáneamente también continuas mejoras para elevar la fertilidad de la tierra. Sin embargo, el metabolismo industrial contemporáneo es insostenible no solo porque se apoya en un stock finito —los combustibles fósiles —, sino porque los residuos de su combustión están desestabilizando los parámetros del sistema Tierra, con el cambio climático a la cabeza y una constelación de límites interdependientes (pérdida de biodiversidad, ciclos del nitrógeno y fósforo, acidificación...).

En perspectiva histórica, la lucha por la energía ha sido una constante evolutiva. Como otras especies, competimos por flujos

energéticos; pero, a diferencia de ellas, hemos construido metabolismos exosomáticos gigantescos que son capaces de multiplicar la potencia de trabajo, pero también de volverse autodestructivos. Los últimos dos siglos y medio condensan la paradoja señalada por E. A. Wrigley: la energía fósil permitió elevar la esperanza de vida y el acceso a bienes y servicios para una parte importante de la humanidad, pero al precio de una expansión imperial y una apropiación material —de tierras, minerales, trabajo y sumideros— que reconfiguró el planeta en clave extractiva.

Esta expansión tuvo gramáticas políticas cambiantes, es decir, distintas formas institucionales y estrategias de poder que, sin embargo, compartían una misma lógica de fondo: la búsqueda incesante de energía, recursos y mercados en un planeta finito. Como vimos en el capítulo 6, en el período mercantilista clásico, desde los siglos XVI al XVIII, la violencia era explícita y reconocida como tal. Las potencias europeas competían abiertamente por el control de rutas marítimas, enclaves coloniales y monopolios comerciales, amparadas en políticas de proteccionismo nacional, bloqueos navales, guerras de conquista y explotación directa de territorios y poblaciones. La economía y la guerra formaban parte de un mismo *continuum* político: los aranceles, las compañías de Indias, los tratados de navegación y las campañas militares constituían instrumentos complementarios en la acumulación de poder y riqueza. La expansión imperial británica, española, francesa u holandesa no se disimulaba bajo la retórica de la libertad o la cooperación; era una guerra abierta por la apropiación de la energía solar convertida en productos coloniales —azúcar, algodón, madera, metales— y por la subordinación de las periferias humanas y naturales a las economías del centro.

En cambio, durante los ciclos de libre mercado del siglo XIX y de la segunda posguerra, la violencia se externalizó y desmaterializó en apariencia, aunque nunca desapareció. La retórica del libre mercado reemplazó a la del monopolio mercantilista, pero el resultado fue el mismo, es decir, una expansión desigual que consolidaba jerarquías globales. El imperialismo de libre comercio permitió al Reino Unido y, más tarde, a Estados Unidos, ejercer dominación económica sin necesidad de ocupar directamente todos los territorios. El intercambio ecológico desigual se convirtió en el mecanismo central de esa violencia estructural, por la cual las economías industriales del norte importaban energía, materiales y trabajo barato del sur, exportando a cambio residuos, deuda y dependencia. Los costes sociales y ambientales —deforestación, degradación del suelo, agotamiento de acuíferos, pérdida de soberanía alimentaria— quedaban externalizados hacia las periferias, mientras los beneficios del comercio global se internalizaban en los países industrializados bajo la ilusión de un crecimiento armónico y universal. La violencia ya no se veía principalmente en el campo de batalla, sino en los flujos comerciales, en los términos de intercambio y en las asimetrías tecnológicas y financieras que perpetuaban la subordinación del sur.

Sin embargo, cuando el orden liberal entra en crisis, como al final de la Primera Globalización y de la Globalización Neoliberal, el velo de la desmaterialización se rompe. Lo que se presentaba como interdependencia pacífica revela su verdadero rostro de competencia feroz por recursos escasos y mercados saturados. En este sentido, el retorno a las políticas mercantilistas no es casual, ya que lo que vuelve a dominar es una lógica del comercio como juego de suma cero.

La nueva reacción antiglobalización ha cobrado impulso desde 2008, cuando el derrumbe financiero global marcó el inicio de un ciclo de desglobalización relativa y el retorno de estrategias neomercantilistas. Los Estados, conscientes de que el libre mercado ya no garantiza estabilidad ni acceso seguro a los minerales críticos para la transición energética —litio, cobalto, cobre, tierras raras—, recurren de nuevo al control estatal de sectores estratégicos, al rearme industrial y al proteccionismo tecnológico y comercial. Estados Unidos lidera este giro con políticas que vuelven a utilizar el comercio como arma política. China, por su parte, responde con su propio mercantilismo planificado, asegurándose el acceso a recursos naturales en África, América Latina y Asia Central mediante inversiones, infraestructuras y acuerdos bilaterales.

De este modo, el péndulo histórico vuelve: las fases de liberalismo y mercantilismo no son opuestas, sino momentos alternos de un mismo proceso expansivo que se ajusta a los límites de cada época. Cuando la acumulación parece infinita, domina el discurso del libre comercio; cuando los límites se hacen visibles —ya sean energéticos, materiales o geopolíticos—, el Estado reaparece como gestor de la escasez y la competencia se torna abiertamente violenta. Y en ese retorno del mercantilismo bajo nuevas formas se anuncia, también, el fin del mito de la abundancia que ha sostenido el capitalismo global durante los últimos dos siglos.

Durante décadas, el imaginario dominante fue el de la abundancia permanente, es decir, de progreso tecnológico ilimitado y fe en la sustitución sin fricción. Pero la ciencia de sistemas y la contabilidad biofísica han mostrado los límites de esa narrativa. Herman Daly lo formuló con precisión: vivimos en un mundo lleno. En un mundo lleno, el comercio deja de ser una suma positiva y, de hecho, visto ecológicamente es un juego de suma cero (o incluso negativa, si

consideramos la entropía) cuando la ganancia de unos depende de la degradación de stocks y sumideros comunes, o de asimetrías de poder que trasladan costes externos a otros territorios. La tasa de retorno energético (EROI) decreciente de los fósiles, la minería agotándose, y la huella creciente de una agricultura dependiente de Haber-Bosch y de la Revolución Verde (con productividad económica al alza pero productividad física y balances de nutrientes comprometidos) revelan que los aumentos de eficiencia no disuelven los límites. En el mejor de los casos, solo los desplazan.

En ese marco, el neomercantilismo reaccionario encarnado por Donald Trump (y emulado por derechas radicales en Europa y otros lugares del planeta) ofrece un diagnóstico parcialmente «realista» —reconoce la escasez y compite abiertamente por recursos y rentas estratégicas—, pero lo hace desde un proyecto excluyente. Su propuesta es la de la privatización de los excedentes de energía y materiales, blindaje de fronteras, jerarquías étnicas y de clase, y una seguridad entendida como militarización interior y exterior. Es la política de un mundo lleno, sí, pero colonizado por privilegios que buscan asegurarse continuidad a costa de mayor fragmentación y violencia. Eso es, en realidad, lo que ya está pasando desde hace décadas con un mundo donde el libre movimiento vale para el capital, pero no para los seres humanos.

A esto se suma la disputa hegemónica entre Estados Unidos y China: una competencia que atraviesa cadenas de valor, minerales críticos, transición energética e infraestructuras. El choque no es solo comercial, sino tan sistémico como lo fueron las anteriores épocas de disputa hegemónica. La paradoja de nuestro tiempo es que es la China del comunismo de Estado, con sus empresas públicas y su planificación a largo plazo, la que defiende ahora el libre comercio y el multilateralismo —mientras se asegura el control regional,

ejerciendo una influencia decisiva, y en ocasiones también coactiva, sobre economías y países más débiles—. La lectura de este libro permite entender que eso tampoco es un accidente, sino la consecuencia del liderazgo industrial de China en condiciones de guerra por la hegemonía. Esta vez, sin embargo, esta batalla se libra sobre una base material tensionada por los límites del planeta.

Nada de esto es políticamente neutro. Como anticipó Karl Polanyi, los períodos de mercantilización radical provocan un doble movimiento de autoprotección social. Hoy ese movimiento se bifurca: una rama reaccionaria que ofrece protección con nacionalismo identitario y mano dura; y una rama igualitaria que puede articularse desde la izquierda ecosocialista.

El giro ecosocialista que propongo reorienta producción, consumo e inversión según necesidades reales y criterios democráticos, no por la ley capitalista de maximización del beneficio. No basta con cambiar la titularidad de activos estratégicos o reinstalar rutinas de planificación, sino que se trata de rediseñar el metabolismo social para vivir bien dentro de los límites del sistema Tierra.

Para que los límites sean socialmente sostenibles, deben acompañarse de una Garantía de Servicios Básicos que asegure, por derecho y no por renta, energía suficiente, vivienda adecuada, movilidad esencial, alimentación saludable, cuidados y conectividad. Esta garantía desmercantiliza lo imprescindible. En un mundo lleno, la seguridad material no puede depender de ciclos financieros volátiles, que atrapan a millones de familias, sino que debe estar respaldada por instituciones que priorizan la reproducción social sobre la expansión mercantil.

Ese enfoque se completa con una política del tiempo que implica una reducción de la jornada laboral —con mantenimiento de salarios reales— que reorganice la carga de trabajo entre producción

mercantil y reproducción social. Ganar horas para cuidados, vida comunitaria, formación y participación democrática no es un lujo, sino un mecanismo de suficiencia. La salud, el bienestar y la igualdad de género mejoran cuando el tiempo deja de ser un recurso escaso capturado por el mercado, y esa mejora retroalimenta la resiliencia colectiva frente a *shocks* climáticos o económicos. El reparto del tiempo, en suma, es política energética por otros medios.

Con el tiempo reequilibrado, hay que reenfocar el aparato productivo para priorizar actividades de alto valor social y bajo impacto material —cuidados, educación, salud, rehabilitación energética de edificios, agroecología, reparación y reutilización, cultura— y desescalar aquellas que combinan alto impacto con bajo valor social, como la obsolescencia programada, la publicidad invasiva, el parque de SUV sobredimensionados o los nichos de lujo intensivos en minerales críticos. No se trata de producir menos por sistema, sino de producir distinto.

Este reorden solo es viable si conquistamos soberanía energética y de materiales. Redes eléctricas, almacenamiento, datos y logística deben estar bajo propiedad pública y control democrático para orientar inversiones a objetivos de interés general, gestionar la demanda con inteligencia y evitar cuellos de botella especulativos. La seguridad es reducir dependencia material mediante menos demanda, mejor diseño y gobernanza compartida de lo imprescindible.

Transformar la base material exige también reconfigurar el sistema alimentario con una transición agroecológica que reduzca insumos fósiles —fertilizantes sintéticos y pesticidas—, cierre ciclos de nutrientes, priorice proteína vegetal y fortalezca cadenas cortas y

territoriales. Solo así nos preparamos realmente para los escenarios realistas que se avecinan.

Para financiar y orquestar este conjunto, hace falta una planificación financiera explícita. Una banca pública de inversión debe dirigir el crédito barato hacia el aislamiento térmico, transporte colectivo, agroecología, digitalización al servicio de la eficiencia material y economía de la reparación, mientras encarece y restringe proyectos intensivos en recursos y deuda que bloquean el futuro. La política industrial se alinea con la política de demanda —estándares, etiquetado, compras públicas—, de manera que la estructura productiva responda a metas biofísicas y sociales antes que a retornos privados de corto plazo.

En el plano internacional, la coherencia exige reconocer deudas ecológicas e históricas y articular un trato justo que permita al Sur global construir bienestar sin repetir el camino fósil. Su retraso económico es producto en gran medida del imperialismo y las prácticas depredadoras acumuladas durante siglos. Esta nueva orientación implica transferencia abierta de tecnologías esenciales, financiación barata y alivio de deuda condicionados a planes de transición que prioricen servicios básicos y eficiencia material, además de acuerdos sobre minerales críticos que eviten la simple relocalización del extractivismo. Sin cooperación y redistribución, los límites se gestionan con muros, y los muros encarecen la transición de todos.

Por último, ninguna arquitectura institucional perdura sin una cultura de límites que sustituya la ideología del crecimiento por una ética de suficiencia, cuidado y justicia intergeneracional. Educación, medios y políticas simbólicas pueden reordenar aspiraciones hacia calidad, tiempo y relación en lugar de cantidad y rotación,

fortaleciendo imaginarios de bienestar compatible con un mundo lleno.

En suma, la alternativa entre neomercantilismo reaccionario y ecosocialismo democrático se decidirá políticamente y versará sobre todo acerca de los flujos materiales y de energía. Reconocer que el comercio opera bajo límites planetarios no obliga a la guerra de todos contra todos, pero sí a disponer de instituciones que repartan y contengan. El freno de emergencia que propongo no es detener la vida, sino frenar la expansión material que devora el sustrato de la vida buena y reorientar nuestra potencia técnica hacia el bienestar colectivo, la igualdad y la resiliencia. La ciencia nos ha mostrado los límites; la historia, las consecuencias de ignorarlos; la política, por fin, debe ofrecer el rumbo. Aquí, ahora, en este planeta finito, se juega la posibilidad de una libertad materialmente sustentable. Al fin y al cabo, una libertad republicana.

Notas

Introducción

1. Magda Dunikowska y Ludwik Turko, «Fritz Haber: The Damned Scientist», *Angewandte Chemie International Edition*, 50 (43), 2011, pp. 10050-10062.

2. Vaclav Smil, *Energía y civilización: una historia*, Arpa, Barcelona, 2022.

3. Carlos Solís Santos y Manuel A. Sellés, *Historia de la ciencia*, 5.ª ed. Espasa, Madrid, 2013.

4. Carmen Sánchez Cañizares, «Clara Immerwahr y la responsabilidad moral en la ciencia», *CERU*, 2022, <https://sruk.org.uk/es/clara-immerwahr-y-la-responsabilidad-moral-en-la-ciencia/>.

5. Benjamín Labatut, *Un verdor terrible*, 2.ª ed., Anagrama, Barcelona, 2020.

6. Leslie A. White, *The Evolution of Culture: The Development of Civilization to the Fall of Rome* Left Coast Press, California, 2007; Joseph A. Tainter, *The Collapse of Complex Societies*, Cambridge University Press, Cambridge, 2011; Joseph A. Tainter, «Energy, Complexity, and Sustainability: A Historical Perspective», *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1 (1), 2011, pp. 89-95.

7. Joan Martínez Alier y Klaus Schlüpmann, *La ecología y la economía*, FCE, Madrid, 1992.

8. Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*.

9. Martínez Alier y Schlüpmann, *La ecología y la economía*, *op. cit*.

10. David Pimentel y Marcia Pimentel, «Sustainability of Meat-Based and Plant-Based Diets and the Environment», *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78 (3), 2003, pp. 660S-663S.

11. Rachel Carson, *Primavera silenciosa*, Crítica, Barcelona, 2023, «Prólogo».

12. *Ibid*.

13. Francisco Fernández Buey, «Barry Commoner, un científico con conciencia de especie y conocimiento del valor de la ciudadanía», *Mientras Tanto*, junio de 1992, pp. 123-130.

14. Carlos Briones y Valerio Rocco, «¿Qué es la vida? Una nueva aproximación desde la ciencia y la filosofía», *Revista de Occidente*, (523), pp. 11-26.

15. Rebecca Lindsey, «Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide», NOAA Climate.Gov, 2024, <http://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>.

16. Michael E. Mann, *Our Fragile Moment: How Lessons from the Earth's Past Can Help Us Survive the Climate Crisis*, Scribe Publications, Londres, 2023.

17. P. J. Crutzen, «The "Anthropocene"», *Journal de Physique IV (Proceedings)*, 12 (10), 2002, pp. 1-5.

18. Julia Adeney Thomas, Mark Williams y Jan Zalasiewicz, *The Anthropocene: A Multidisciplinary Approach*, Polity, Cambridge, 2020.

19. W. F. Ruddiman *et al.*, «The Early Anthropogenic Hypothesis: A Review», *Quaternary Science Reviews*, 240, 2020, p. 106386; James C. Scott, *Against the Grain: A Deep History of the Earliest States*, Yale University Press, New Haven, 2017.

20. E. A. Wrigley, *Energy and the English Industrial Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge, 2010.

21. Astrid Kander, Paolo Malanima y Paul Warde, *Power to the People: Energy in Europe over the Last Five Centuries*, Princeton University Press, Princeton, 2015.

22. Vaclav Smil, *Power Density: A Key to Understanding Energy Sources and Uses*, MIT Press, Cambridge, 2016.

23. E. A. Wrigley, *The Path to Sustained Growth: England's Transition from an Organic Economy to an Industrial Revolution*, Cambridge University Press, Cambridge, 2016.

24. Enric Tello-Aragay y Gabriel Jover-Avellà, «Economic History and the Environment: New Questions, Approaches and Methodologies», en Mauro Agnoletti y Simone Neri Serneri (eds.), *The Basic Environmental History*, vol. 4, Springer, Nueva York, 2014, pp. 31-78.

25. *Ibid*.

26. Kenneth Pomeranz, *The Great Divergence: China, Europe, and the Making of the Modern World Economy*, Princeton University Press, Princeton, 2021.

27. Robert C. Allen, *The British Industrial Revolution in Global Perspective*, Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

28. Naomi Klein, *Doppelganger: un viaje al mundo del espejo*, Paidós, Barcelona, 2024.

29. Alf Hornborg, *The Magic of Technology: The Machine as a Transformation of Slavery*, Routledge, Londres, 2023.

30. John Gallagher y Ronald Robinson, «The Imperialism of Free Trade», *The Economic History Review*, 6 (1), 1953, p. 1.

31. Daniel Carralero, Marta Victoria y Cristóbal J. Gallego, *Un lugar al que llegar: mapa político de la transición energética*, Levanta Fuego, Madrid, 2025.

32. International Energy Agency, *Global Critical Minerals Outlook 2025*, 2025, <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025>.

33. Gilberto Gallopín, Al Hammond, Paul Raskin y Rob Swart, *Branch Points: Global Scenarios and Human Choice: A Resource Paper of the Global Scenario Group*, Stockholm Environment Institute, 1997, <https://greattransition.org/archives/other/Branch%20Points.pdf>.

1. Un nuevo marco para analizar la crisis ecosocial

1. Conocido como *macartismo*, por ser su promotor el senador ultraconservador John McCarthy.

2. Kai Bird y Martin Sherwin, *Prometeo americano: el triunfo y la tragedia de J. Robert Oppenheimer*, Debate, Barcelona, 2023.

3. En 1896, Antoine-Henri Becquerel (1852-1908) descubrió que el uranio emitía rayos invisibles muy similares a los rayos X. Dos años más tarde, el matrimonio formado por Marie Curie (1867-1934) y Pierre Curie (1859-1906) descubrieron que el elemento torio también emitía radiación, y fueron ellos quienes denominaron al fenómeno *radiactividad*. No obstante, fueron el físico Ernest Rutherford (1871-1937) y el químico Frederick Soddy (1877-1956) quienes formularon la teoría general sobre la radiactividad.

4. Kieran D. O'Hara, *A Brief History of Geology*, Cambridge University Press, Cambridge, 2018.

5. Bill Bryson, *Una breve historia de casi todo*, RBA, Barcelona, 2023.

6. La Real Academia de las Ciencias fue fundada por Luis XIV en 1666, aunque en 1793 todas las academias reales fueron suprimidas. Su lugar lo ocupó el Instituto Nacional de las Ciencias y las Artes, fundado en 1795, que duraría hasta 1816, momento en que adquiere el nombre definitivo de Academia de las Ciencias.

7. José Manuel Sánchez Ron, *El poder de la ciencia: historia social, política y económica de la ciencia*, Crítica, Barcelona, 2022.

8. David Graeber y David Wengrow, *El amanecer de todo: una nueva historia de la humanidad*, Ariel, Barcelona, 2022.

9. Durante aquellos años, la filosofía natural se estaba empezando a compartimentar en diferentes disciplinas, tales como física, química, biología, etcétera. Como resultado de esa especialización también emergería la palabra *científico*, acuñada por William Whewell en 1834 con objeto de representar a la persona que trabajaba de manera profesional en cualquiera de esas nuevas disciplinas.

10. Andrea Wulf, *La invención de la naturaleza: el nuevo mundo de Alexander von Humboldt*, Taurus, Madrid, 2020.

11. En geografía, fue pionero en el uso de isotermas para representar datos climáticos. En botánica, desarrolló la idea de la *geobotánica*, estudiando la distribución de las plantas en relación con el clima y la geografía. Sus observaciones sobre el vulcanismo y la formación de montañas también fueron fundamentales para el desarrollo de la geología.

12. Wulf, *La invención de la naturaleza*, *op. cit*.

13. El propio Colón había percibido los cambios ambientales y climáticos producidos por la colonización en las Islas Canarias, pero los entendía como beneficiosos. Véase Jean-Baptiste Fressoz y Fabien Locher, *Chaos in the Heavens: The Forgotten History of Climate Change*, Verso, Londres/Nueva York, 2024.

14. Will Steffen *et al*., «The Emergence and Evolution of Earth System Science», *Nature Reviews Earth & Environment*, 1 (1), 2020, pp. 54-63.

15. John Herivel, *Joseph Fourier: The Man and the Physicist*, Oxford University Press, Oxford, 1975.

16. Spencer R. Weart, *The Discovery of Global Warming*, Harvard University Press, Cambridge, 2008.

17. Hoy los físicos prefieren hablar de *efecto atmosférico* porque las razones por las que el calor se retiene en un invernadero tienen que ver con la imposibilidad que encuentra el aire para fluir, mientras que la explicación científica del calentamiento global es mucho más compleja.

18. Nick Welsh, «John Perlin Rediscovers Feminist Crusader Who Discovered Climate Change», *Santa Barbara Independent*, 10 de mayo de 2018, <https://www.independent.com/2018/05/10/john-perlin-rediscovers-feminist-crusader-who-discovered-climate-change/>. Agradezco, de hecho, a Jorge Riechmann que me hiciera ver este punto que yo desconocía.

19. David Archer, *The Long Thaw: How Humans Are Changing the next 100,000 Years of Earth's Climate*, Princeton University Press, Princeton, 2016.

20. H. Le Treut *et al*., «Historical Overview of Climate Change Science», en IPCC, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Cambridge University

Press, Cambridge/Nueva York, 2007.

21. Véase: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf>.

22. State of Climate Action 2022, <https://www.wri.org/research/state-climate-action-2022>.

23. Clemente Álvarez, «Jim Skea, nuevo presidente del IPCC: "Algunos cambios en el clima están llegando más rápido de lo esperado"», *El País*, 10 de agosto de 2023, <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2023-08-10/jim-skea-nuevo-presidente-del-ipcc-algunos-cambios-en-el-clima-estan-llegando-mas-rapido-de-lo-esperado.html>.

24. *Ibid*.

25. Sander van der Leeuw, *Social Sustainability, Past and Future: Undoing Unintended Consequences for the Earth's Survival*, Cambridge University Press, Cambridge, 2020.

26. James Lovelock, *La hipótesis Gaia*, Gaia, Madrid, 2024.

27. Jeremy L. Caradonna, *Sustainability: A History*, Oxford University Press, Oxford, 2020.

28. Jorge Riechmann, *Ecologismo: pasado y presente (con un par de ideas sobre el futuro)*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2024.

29. Quizá el ejemplo más conocido en España fue la duramente reprimida revuelta de los trabajadores de las minas de Riotinto, en Huelva, quienes en 1888 se organizaron para reivindicar jornadas de trabajo más cortas, así como mejoras en las condiciones laborales y ambientales —lo que incluía el final de las combustiones contaminantes que se usaban en la extracción de los minerales.

30. Riechmann, *Ecologismo*, *op. cit*.

31. Francisco Fernández Buey y Jorge Riechmann, *Ni tribunos: ideas y materiales para un programa ecosocialista*, Siglo XXI, Madrid, 1996.

32. Caradonna, *Sustainability*, *op. cit*.

33. Carson, *Primavera silenciosa*, *op. cit*.

34. *Ibid*.

35. Paul R. Ehrlich y Anne H. Ehrlich, *La explosión demográfica. El principal problema ecológico*, Salvat, Barcelona, 1993.

36. Jorge Riechmann e Iranzu Tellechea (eds.), *Antología. Barry Commoner: ecología y acción social*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2022.

37. *Ibid*.

38. Fernández Buey, «Barry Commoner, un científico con conciencia», art. cit., pp. 123-130.

39. Francisco Fernández Buey, *Verde, roja y violeta: una izquierda para construir ecosocialismo*, El Viejo Topo, Barcelona, 2023, cap. «Ecología y marxismo».

40. Enric Tello, «Manuel Sacristán at the Onset of Ecological Marxism after Stalinism», *Capitalism Nature Socialism*, 27 (2), 2016, pp. 32-50.

41. Fernández Buey, *Verde, roja y violeta*, *op. cit*.

42. Notas de Manuel Sacristán, que muy amablemente me ha facilitado Salvador López Arnal.

43. Donella Meadows *et al.*, *Los límites del crecimiento*, Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 1973.

44. *Ibid*.

45. Charles Hall, «The 50th Anniversary of The Limits to Growth: Does It Have Relevance for Today's Energy Issues?», *Energies*, 15 (14), 2022, p. 4953.

46. Francisco Comín, *Historia económica mundial: de los orígenes a la actualidad*, Alianza Editorial, Madrid, 2011.

47. Ugo Bardi, *Los límites del crecimiento retomados*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2021.

48. Hall, «The 50th Anniversary of The Limits to Growth», art. cit.

49. Will Steffen *et al.*, «The Emergence and Evolution of Earth System Science», art. cit.

50. Eva Lövbrand *et al.*, «Who Speaks for the Future of Earth?: How Critical Social Science Can Extend the Conversation on the Anthropocene», *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 32, 2015, pp. 211-218.

51. Brian J. Skinner y Barbara W. Murck, *The Blue Planet: An Introduction to Earth System Science*, John Wiley & Sons Inc, Nueva York, 2011.

52. Carl Folke *et al.*, «Our Future in the Anthropocene Biosphere», *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 50 (4), 2021, pp. 834-869.

53. Will Steffen *et al.*, «The Emergence and Evolution of Earth System Science», art. cit.

54. Thomas, Williams y Zalasiewicz, *The Anthropocene*, *op. cit*.

55. Lövbrand *et al.*, «Who Speaks for the Future of Earth?», art. cit.

56. Johan Rockström *et al.*, «Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity», *Ecology and Society*, 14 (2), 2009, p. 32.

57. Como veremos más adelante, la *gran aceleración* es el término con el que se designa al período, iniciado tras la Segunda Guerra Mundial (especialmente desde 1950), en el que se observa un crecimiento sin precedentes de la actividad humana acompañado de un aumento paralelo en los impactos ambientales globales.

58. Vincent Lam y Yannick Rousselot, «Anthropocene, Planetary Boundaries and Tipping Points: Interdisciplinarity and Values in Earth System Science», *European Journal for Philosophy of Science*, 14 (18), 2024.

59. *Ibid*.

60. Ulrich Brand *et al.*, «From Planetary to Societal Boundaries: An Argument for Collectively Defined Self-Limitation», *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17 (1), 2021, pp. 265-292.

61. Lövbrand *et al.*, «Who Speaks for the Future of Earth?», art. cit.

62. *Ibid*.

63. Will Steffen *et al.*, «The Emergence and Evolution of Earth System Science», art. cit.

64. Vincent Lam y Yannick Rousselot, «Anthropocene, Planetary Boundaries and Tipping Points», art. cit.

65. *Ibid*.

66. Robert Solow, «The Economics of Resources or the Resources of Economics', *The American Economic Review*, 64 (2), 1974, pp. 1-14.

67. Willem L. Oltmans *et al.*, *On Growth*, Capricorn Books, Nueva York, 1974.

68. *Ibid*.

69. Solow, «The Economics of Resources or the Resources of Economics», art. cit.

70. Juan Martínez Alier y Jordi Roca Jusmet, *Economía ecológica y política ambiental*, Ciudad de México, FCE, 2013.

71. Alessandro Roncaglia, *Breve historia del pensamiento económico*, Prensas de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2017.

72. Donald J. Harris, *Capital Accumulation and Income Distribution*, Routledge & Kegan Paul, Londres, 1978.

73. Roncaglia, *Breve historia del pensamiento económico*, *op. cit*.

74. David Anisi, Rafael Muñoz de Bustillo y Fernando Esteve, *Economía contracorriente: antología de David Anisi*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2010.

75. Roncaglia, *Breve historia del pensamiento económico*, *op. cit*.

76. Naredo, *La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Siglo XXI, Madrid, 2015.

77. *Ibid*.

78. Oltmans *et al.*, *On Growth*, *op. cit*.

79. John H. Cumberland *et al.*, *An Introduction to Ecological Economics*, 2.ª ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Ratón, 2015.

80. Jeremy Walker, *More Heat than Life: The Tangled Roots of Ecology, Energy, and Economics*, Palgrave Macmillan, Singapur, 2020.

81. *Ibid*.

82. Howard T. Odum, *Environment, Power, and Society for the Twenty-First Century: The Hierarchy of Energy*, Columbia University Press, Nueva York, 2007.

83. Charles A. S. Hall y Kent A. Klitgaard, *Energy and the Wealth of Nations: An Introduction to Biophysical Economics*, 2.ª ed., Springer, Nueva York, 2018.

84. Nicholas Georgescu-Roegen, *Ensayos bioeconómicos: antología*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2007.

85. *Ibid*.

86. Inge Røpke, «The Early History of Modern Ecological Economics», *Ecological Economics*, 50 (3-4), 2004, pp. 293-314.

87. *Ibid*.

88. *Ibid*.

89. Clive L. Spash, *Fundamentos para una economía ecológica y social*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2020.

90. Rigo E. Melgar-Melgar y Charles A. S. Hall, «Why Ecological Economics Needs to Return to Its Roots: The Biophysical Foundation of Socio-Economic Systems», *Ecological Economics*, 169, 2020, p. 106567.

91. *Ibid*.

92. Spash, *Fundamentos para una economía ecológica y social*, *op. cit*.

93. *Ibid*.

94. Alessandro Roncaglia, *Breve historia del pensamiento económico*, *op. cit*.

95. Martínez Alier y Schlüpmann, *La ecología y la economía*, *op. cit.*

2. Los límites biofísicos

1. Johan Rockström *et al.*, «A Safe Operating Space for Humanity», *Nature*, 46 (1), 2009, pp. 472-475.

2. W. F. Ruddiman *et al.*, «The Early Anthropogenic Hypothesis: A Review», *Quaternary Science Reviews*, 240, 2020, p. 106386.

3. Crutzen, «The "Anthropocene"», art. cit.

4. Will Steffen *et al.*, «The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration», *The Anthropocene Review*, 2 (1), 2015, pp. 81-98.

5. Will Steffen *et al.*, «The Emergence and Evolution of Earth System Science», art. cit.

6. Herman E. Daly, *Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly*, Edward Elgar, Cheltenham, 2007.

7. Bird y Sherwin, *Prometeo americano*, *op. cit*.

8. Juan Arana, *La cosmovisión de los grandes científicos del siglo xx: convicciones éticas, políticas, filosóficas o religiosas de los protagonistas de las revoluciones científicas contemporáneas*, Tecnos, Madrid, 2020.

9. *Ibid*.

10. Hall y Klitgaard, *Energy and the Wealth of Nations*, *op. cit.*

11. Richard Wolfson, *Energy, Environment, and Climate*, 3.ª ed., W. W. Norton & Company, Nueva York, 2018.

12. Andrew Nikiforuk, *The Energy of Slaves: Oil and the New Servitude*, Greystone Books, Vancouver, 2012.

13. Guy Brown, *La energía de la vida*, Drakontos, Madrid, 2022.

14. Brown, *La energía de la vida, op. cit.*; Paul Sen, *El frigorífico de Einstein: cómo el frío y el calor explican el universo*, Paidós, Barcelona, 2022; Carlos Solís Santos y Manuel A. Sellés, *Historia de la ciencia*, 5.ª ed., Espasa, Madrid, 2013; Alejandro Navarro Yáñez, *Historia de la energía*, Guadalmazán, Madrid, 2021; Miguel Artola Gallego y José Manuel Sánchez Ron, *Los pilares de la ciencia*, Espasa, Madrid, 2012.

15. Brown, *La energía de la vida*, *op. cit*.

16. Yunus A. Çengel, Michael A. Boles, Mehmet Kanoglu, *Termodinámica*, 9.ª ed., McGraw-Hill Interamericana, México D. F., 2019.

17. El espectro electromagnético abarca toda la radiación posible. Existen dos parámetros importantes aquí: la longitud de onda y la frecuencia (de la que depende la energía de la onda). Estos parámetros están inversamente relacionados, lo que significa que, a mayor longitud de onda, menor es la energía que transporta. Por ejemplo, las ondas de radio tienen una longitud de onda de aproximadamente cien metros; las ondas de televisión, de un metro; las microondas, de un milímetro; y las ondas infrarrojas de un micrómetro. Todas estas longitudes de onda se consideran «largas» porque están por encima del rango de lo que podemos ver con nuestros ojos. La radiación visible comprende un margen muy estrecho de longitudes de onda: desde unos setecientos nanómetros (correspondientes al color rojo) hasta los cuatrocientos nanómetros (violeta), pasando por todos los colores del arcoíris. Más allá de esta región visible, están las ondas mucho más cortas, como las ultravioletas (alrededor de cien nanómetros) y los rayos X (aproximadamente un nanómetro), las cuales transportan una cantidad de energía significativamente mayor.

18. Hugh D. Young, Roger A. Freedman y A. Lewis Ford, *Sears and Zemansky's University Physics: With Modern Physics*, 15.ª ed., Pearson, Boston, 2021.

19. Los electrones orbitan al núcleo atómico en orbitales, que pueden ser definidos como regiones alrededor del núcleo donde es más probable encontrar un electrón. Además, los electrones se distribuyen dentro del átomo como si estuvieran en una escalera. Cuando un electrón asciende, la escalera para alejarse del núcleo, gana energía. Por el contrario, cuando un electrón desciende la escalera, acercándose así al núcleo, se libera energía en forma de radiación (como calor o luz) y el electrón terminará con menos energía. En consecuencia, todos los electrones tienen diferentes niveles de energía, pero siempre organizada en niveles o cuantos. Los electrones que estén en el mismo escalón tienen la misma energía. La capa, o escalón, más exterior del átomo se llama *capa de valencia* y allí se encuentran los electrones que se relacionarán con los de otros átomos en las reacciones químicas.

20. Antonio Turiel, *Petrocalipsis: crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar*, Alfabeto, Madrid, 2022.

21. Aún hoy no se ha logrado obtener energía de manera controlada y segura por medio de la fusión nuclear, aunque se está trabajando intensamente sobre ello en experimentos como el International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER). Por otra parte, la gestión de los residuos sigue siendo problemática.

22. La desintegración radiactiva, asociada a la energía nuclear, no solo es una fuente de energía, sino también una valiosa herramienta científica. La datación radiométrica, basada en este fenómeno, permite a los científicos determinar la edad de rocas, fósiles y otros materiales, siendo crucial en campos como la geología, la paleontología y la arqueología para comprender la historia de la Tierra y la evolución de la vida.

23. Vaclav Smil, *Energy*, Oneworld Publications, Londres, 2017. Este valor, conocido como la *constante solar*, es un promedio que varía ligeramente a lo largo del año debido a la órbita elíptica de la Tierra, lo que cambia la distancia entre el Sol y nuestro planeta. Además, la cantidad de radiación solar que alcanza la superficie terrestre no es uniforme en todas las regiones, ya que depende del ángulo de incidencia de los rayos solares.

24. *Ibid*.

25. C. Donald Ahrens y Robert Henson, *Essentials of Meteorology: An Invitation to the Atmosphere*, 8.ª ed., Cengage Learning, Boston, 2018.

26. Además de estos gases de efecto invernadero, también está en la atmósfera el ozono (O_3), el cual absorbe muy eficazmente la radiación de onda muy corta, como la ultravioleta procedente del Sol. Como hemos dicho antes, esto nos protege y ha sido históricamente una condición para la evolución de la vida en la superficie terrestre. La capa de ozono, situada principalmente en la estratosfera (entre 15 y 35 kilómetros de altitud), actúa como un escudo protector contra la radiación UV más dañina.

27. Ahrens y Henson, *Essentials of Meteorology*, *op. cit*.

28. Donald T. Haynie, *Biological Thermodynamics*, Cambridge University Press, Cambridge, 2008.

29. Navarro Yáñez, *Historia de la energía*, *op. cit*.

30. El funcionamiento de una máquina térmica, como la máquina de vapor, puede explicarse de la siguiente manera. La máquina posee una caldera donde se quema el combustible, generalmente carbón. Esta combustión genera calor intenso que eleva la temperatura del agua en el depósito hasta su punto de ebullición, convirtiéndola en vapor de agua a alta presión. Luego, el vapor de agua, al expandirse, ejerce una fuerza considerable sobre un pistón, empujándolo hacia arriba. Este movimiento ascendente del pistón constituye el trabajo mecánico que la máquina puede aprovechar para diversas aplicaciones, como extraer agua de las minas o mover maquinaria. Después de realizar el trabajo, el vapor pasa a un condensador. Este componente enfría el vapor, generalmente utilizando agua fría o aire, para convertirlo nuevamente en agua líquida. Finalmente, el agua condensada se bombea de vuelta a la caldera, donde se reinicia el ciclo.

31. Brown, *La energía de la vida*, *op. cit*.

32. Citado en Sen, *El frigorífico de Einstein*, *op. cit.*

33. La eficiencia máxima sería $E_{max} = (T_1 - T_2) / T_1$, donde T_1 es la temperatura de la fuente de energía y T_2 es la temperatura del sumidero.

34. Sen, *El frigorífico de Einstein*, *op. cit.*

35. Robert Ayres, *Energy, Complexity and Wealth Maximization*, Springer, Nueva York, 2018.

36. Carlos Briones Llorente, Alberto Fernández Soto, y José María Bermúdez de Castro, *Orígenes: el universo, la vida, los humanos*, Crítica, Barcelona, 2022.

37. Hall y Klitgaard, *Energy and the Wealth of Nations*, *op. cit.*

38. *Ibid*.

39. Jesús Ramos Martín, «Complex Systems and Exosomatic Energy Metabolism of Human Societies» (tesis doctoral), Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 2006.

40. Erwin Schrödinger, *¿Qué es la vida?*, 5.ª ed., Tusquets, Barcelona, 2021.

41. Cecie Starr, Ralph Taggart, Christine Evers y Lisa Starr, *Biología: la unidad y la diversidad de la vida*, 12.ª ed., Cengage Learning, México D. F., 2009, p. 39.

42. Skinner y Murck, *The Blue Planet*, *op. cit.*

43. Cuando en una reacción los reactivos tienen menos energía que los productos, esta necesita un suministro de energía para realizarse: es una reacción endotérmica. Por el contrario, cuando los reactivos tienen más energía que los productos, la reacción libera energía y decimos que es exotérmica. Si en vez de energía en forma de calor nos referimos a energía libre (la única disponible para realizar un trabajo), hablamos de reacciones endergónicas y reacciones exergónicas, respectivamente.

44. Smil, *Energy*, *op. cit*.

45. Skinner y Murck, *The Blue Planet*, *op. cit.*

46. Harold H. Schobert, *Energy and Society: An Introduction*, 2.ª ed., Routledge, Londres, 2014.

47. *Ibid*.

48. Peter H. Raven *et al.*, *Biology*, McGraw-Hill, 1999.

49. Hall y Klitgaard, *Energy and the Wealth of Nations*, *op. cit.*

50. Solomon, Berg y Martin, *Biología*, *op. cit.*; Starr y Taggart, *Biología*, *op. cit.*, p. VIII.

51. Eric J. Hobsbawm, *La era de la revolución: 1789-1848*, Crítica, Barcelona, 2011.

52. Citado en Fernando Claudín, *Marx, Engels y la Revolución de 1848*, 2.ª ed., Siglo XXI, Madrid, 2018.

53. Karl Marx y Friedrich Engels, *El manifiesto comunista*, Península, Barcelona, 2017.

54. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.

55. Manuel Sacristán Luzón y Salvador López, *Sobre dialéctica*, Ediciones de Intervención Cultural, Madrid, 2009.

56. Kohei Saito, *La naturaleza contra el capital*, Bellaterra, Barcelona, 2022.

57. *Ibid*.

58. M. Giampietro (ed.), *Resource Accounting for Sustainability Assessment: The Nexus between Energy, Food, Water and Land Use*, Routledge, Londres, 2014.

59. John Bellamy Foster (ed.), *Marx's Ecology: Materialism and Nature*, Monthly Review Press, Nueva York Press, 2010.

60. *Ibid*.

61. Joan Martínez Alier, «El marxismo y la economía ecológica», *Mientras Tanto*, (35), 1988, pp. 127-152.

62. Foster, *Marx's Ecology*, *op. cit*.

63. Saito, *La naturaleza contra el capital*, *op. cit*.

64. Foster, *Marx's Ecology*, *op. cit*.

65. Kevin B. Anderson, *The Late Marx's Revolutionary Roads: Colonialism, Gender, and Indigenous Communism*, Verso, Londres/Nueva York, 2025.

66. Fernández Buey, «Barry Commoner», art. cit.

67. *Ibid*.

68. Julien-François Gerber y Arnim Scheidel, «In Search of Substantive Economics: Comparing Today's Two Major Socio-Metabolic Approaches to the Economy – MEFA and MuSIASEM», *Ecological Economics*, 144, 2018, pp. 186-194.

69. Ramos Martín, *Complex Systems and Exosomatic Energy Metabolism of Human Societies*, *op. cit*.

70. Georgescu-Roegen, *Ensayos bioeconómicos*, *op. cit.*

71. Helmut Haberl *et al.*, «Contributions of Sociometabolic Research to Sustainability Science», *Nature Sustainability*, 2 (3), 2019, pp. 173-184.

72. David Turner, *The Green Marble: Earth System Science and Global Sustainability*, Columbia University Press, Nueva York, 2018.

73. Spash, *Fundamentos para una economía ecológica y social*, *op. cit*.

74. Éric Pineault, *A Social Ecology of Capital*, Pluto Press, Londres/Las Vegas, 2023.

75. Spash, *Fundamentos para una economía ecológica y social*, *op. cit*.

76. Marcel Mazoyer y Laurence Roudart, *A History of World Agriculture: From the Neolithic Age to the Current Crisis*, Monthly Review Press, Nueva York, 2006.

77. Zdenko Rengel, Ismail Cakmak y Philip John White (eds.), *Marschner's Mineral Nutrition of Plants*, Academic Press, Oxford, 2023.

78. R. R. van Der Ploeg, W. Böhm y M. B. Kirkham, «On the Origin of the Theory of Mineral Nutrition of Plants and the Law of the Minimum», *Soil Science Society of America Journal*, 63 (5), 1999, pp. 1055-1062.

79. Roncaglia, *Breve historia del pensamiento económico*, *op. cit*.

80. Ernesto Screpanti *et al.*, *An Outline of the History of Economic Thought*, 2.ª ed. revisada, Oxford University Press, Oxford, 2005.

81. Saito, *La naturaleza contra el capital*, *op. cit*.

82. *Ibid*.

83. Foster, *Marx's Ecology*, *op. cit*.

84. Citado en *Ibid*.

85. Jason W. Moore, *El capitalismo en la trama de la vida: ecología y acumulación de capital*, Traficantes de Sueños, Madrid, 2020.

86. Actualmente, el Groningen Growth and Development Centre continúa con la reconstrucción de las estadísticas con el Maddison Project, <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/>.

87. Gregory Clark, *A Farewell to Alms: A Brief Economic History of the World*, Princeton University Press, Princeton 2007.

88. Oded Galor y David N. Weil, «Population, Technology, and Growth: From Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and Beyond», *American Economic Review*, 90 (4), 2000, pp. 806-828.

89. Richard Rhodes, *Energy: A Human History*, Simon & Schuster, Nueva York, 2019.

90. Kander, Malanima y Warde, *Power to the People*, *op. cit.*

91. Debe tenerse presente, claro está, que la problemática de los límites solo se refería a las fuentes y que aún no estaba generalizado el conocimiento sobre los efectos adversos que sobre el clima podía generar el consumo de esas fuentes de energía —y, como vimos en el anterior capítulo, cuando ya entrado el siglo XX se confirmó con precisión cuáles eran las consecuencias, todavía se creía que era una buena noticia.

92. Citado en Martínez Alier y Schlüpmann, *La ecología y la economía*, *op. cit*.

93. Alicia Valero Delgado, Antonio Valero Capilla y Guiomar Calvo, *Thanatia: límites materiales de la transición energética*, 1.ª ed., Prensas de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2021.

94. Martínez Alier y Roca Jusmet, *Economía ecológica y política ambiental*, *op. cit*.

95. Jesus Felipe y John S. L. McCombie, *The Aggregate Production Function and the Measurement of Technical Change: 'Not Even Wrong'*, Edward Elgar, Cheltenham/Northampton (MA), 2013.

96. Spash, *Fundamentos para una economía ecológica y social*, *op. cit*.

97. Cumberland *et al.*, *An Introduction to Ecological Economics*, *op. cit*.

98. Ahrens y Henson, *Essentials of Meteorology*, *op. cit*.

99. William J. Ripple *et al.*, «The 2024 State of the Climate Report: Perilous Times on Planet Earth», *BioScience*, 74 (12), 2024, pp. 1-13, <https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/biae087.pdf>.

100. Will Steffen, «The Earth System, the Great Acceleration and the Anthropocene», en S. J. Williams y R. Taylor, *Sustainability and the New Economics*, Springer, Nueva York, 2022.

101. *Ibid*.

102. Lawrence M. Krauss, *El cambio climático: la ciencia ante el calentamiento global*, Pasado & Presente, Barcelona, 2021.

103. Edmond A. Mathez y Jason E. Smerdon, *Climate Change: The Science of Global Warming and Our Energy Future*, Columbia University Press, Nueva York, 2018.

104. Archer, *The Long Thaw*, *op. cit*.

105. Daniel Buschmann, «What Is Critical in the Anthropocene? A Discussion of Four Conceptual Problems from the Environmental-Political Philosophy Perspective», *Ethics & Bioethics*, 10 (3-4), 2020, pp. 190-202.

106. Lövbrand *et al.*, «Who Speaks for the Future of Earth?», art. cit.

107. *Ibid*.

3. La relación entre naturaleza y humanidad

1. Lovelock, *La hipótesis Gaia*, *op. cit*.

2. *Ibid*.

3. *Ibid*.

4. Robin Hard, *El gran libro de la mitología griega*, 9.ª ed., La Esfera de los Libros, Madrid, 2018.

5. Naredo, *La economía en evolución*, *op. cit.*

6. Jared Diamond, *Armas, gérmenes y acero: breve historia de la humanidad en los últimos trece mil años*, Debate, Barcelona, 2018.

7. Simon L. Lewis y Mark Maslin, *The Human Planet: How We Created the Anthropocene*, Yale University Press, New Haven, 2018.

8. Felisa A. Smith *et al.*, «Exploring the Influence of Ancient and Historic Megaherbivore Extirpations on the Global Methane Budget», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (4), 2016, pp. 874-879.

9. Rolf Peter Sieferle, «Sustainability in a World History Perspective», en Brigittta Benzing y Bernd Herrmann (eds.), *Exploitation and Overexploitation in Societies Past and Present*, LIT Verlag, Münster, 2003, pp. 123-141.

10. Jedediah Purdy, *After Nature: A Politics for the Anthropocene*, Harvard University Press, Cambridge, 2015.

11. W. F. Ruddiman *et al.*, «The Early Anthropogenic Hypothesis: A Review», *Quaternary Science Reviews*, 240, 2020, art. 106386; William F. Ruddiman, «The Anthropogenic Greenhouse Era Began Thousands of Years Ago», *Climatic Change*, 61 (3), 2003, pp. 261-293; William F. Ruddiman, *Earth's Climate: Past and Future*, 3.ª ed., W. H. Freeman and Company, Nueva York, 2014.

12. Ruddiman, *Earth's Climate*, *op. cit.*

13. William F. Ruddiman, *Plows, Plagues, and Petroleum: How Humans Took Control of Climate*, Princeton University Press, Princeton, 2016.

14. Thomas, Williams y Zalasiewicz, *The Anthropocene*, *op. cit*.

15. *Ibid*.

16. Leandro Prados de la Escosura, *Spanish Economic Growth, 1850-2015*, Springer, Berlín/Heidelberg, 2017.

17. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, «Sector agrícola y ganadero», Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/agricola.html>.

18. Álvaro Caballero, «La agricultura, el "elefante en la habitación" que consume el 80 por ciento del agua en la España de las sequías», RTVE.es, 2024, <https://www.rtve.es/noticias/20240217/agricultura-consume-80-agua-espana-sequias/15972242.shtml>.

19. Wrigley, *The Path to Sustained Growth*, *op. cit.*

20. M. Giampietro y Kozo Mayumi, *The Biofuel Delusion: The Fallacy of Large-Scale Agro-Biofuel Production*, Earthscan, Londres, 2009.

21. La potencia se define desde el punto de vista físico como la cantidad de trabajo físico realizado por unidad de tiempo, y la unidad en el sistema métrico internacional es el vatio (W).

22. David Pimentel, *Food, Energy, and Society*, CRC Press, Boca Ratón, 2008.

23. El trabajo necesario viene determinado por la fórmula $W = F \cdot d$, donde W es el trabajo en julios (J), F la fuerza aplicada (el peso de la roca) y d la distancia recorrida. Esto significa que W = 9.810 J. La energía disponible en ocho horas viene determinada por la fórmula de la potencia $P = E/t$, lo que supone que E = 979.200 J. El número de rocas viene dado por la ratio entre la energía *(E)* y el trabajo *(W)*, que es aproximadamente 100.

24. Hall y Klitgaard, *Energy and the Wealth of Nations*, *op. cit.*

25. La Iglesia de Escocia, conocida popularmente como The Kirk, fue fundada en 1560 en el marco de la Reforma protestante —la ruptura con la Iglesia católica —, mientras que la Iglesia de Inglaterra, conocida como Iglesia anglicana, había

sido fundada en 1534 cuando Enrique VIII fue designado máximo dirigente eclesiástico en sustitución del papa católico de Roma. Dentro de la tradición protestante surgieron diferentes interpretaciones, lo que incluye las ramas luteranas, anglicanas y calvinistas, y dentro de estas últimas, la presbiterana, que es dominante en Escocia.

26. Donald B. McIntyre, «El Edimburgo de James Hutton (1726-1797)», *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12 (2), 2004, pp. 117-125.

27. Julian Goodare *et al.*, «Survey of Scottish Witchcraft, 1563-1736», University of Edinburgh. School of History, Classics and Archaeology, 2010, <http://Webdb.Ucs.Ed.Ac.Uk/Witches/>.

28. Karen J. Cullen, *Famine in Scotland: The 'Ill Years' of the 1690s*, Edinburgh University Press, Edimburgo, 2010.

29. María Isabel Wences Simon (ed.), *Teoría social y política de la Ilustración escocesa: una antología*, Plaza y Valdés Editores, Madrid, 2007.

30. Silvia Sebastiani, *The Scottish Enlightenment: Race, Gender, and the Limits of Progress*, Palgrave Macmillan, Nueva York, 2013.

31. Nathaniel Wolloch, *Nature in the History of Economic Thought: How Natural Resources Became an Economic Concept*, Routledge, Londres, 2017.

32. Arthur Herman, *The Scottish Enlightenment: The Scots' Invention of the Modern World*, Harper Perennial, Londres, 2006.

33. Ronald L. Meek, *Smith, Marx y después: diez ensayos sobre el desarrollo del pensamiento económico*, Siglo XXI, Madrid, 1980, cap. «Smith, Turgot y la teoría de los cuatro estadios».

34. Silvia Sebastiani, *The Scottish Enlightenment*, *op. cit*.

35. Conrad Phillip Kottak, *Antropología cultural*, 14.ª ed., McGraw-Hill, Ciudad de México, 2011.

36. Piotr Sztompka, *Sociología del cambio social*, Alianza, Madrid, 2012.

37. Enrique Palazuelos, *Contenido y método de la economía: el análisis de la economía mundial*, Akal, Madrid, 2000.

38. Karl Marx, *Escritos sobre materialismo histórico*, Alianza, Madrid, 2012.

39. F. Engels, «Discurso ante la tumba de Marx» (1883), <https://www.marxists.org/espanol/m-e/1880s/83-tumba.htm>.

40. Salvador López Arnal, «Darwin, Marx y las dedicatorias de *El capital*», 2019, <https://slopezarnal.com/darwin-marx-y-las-dedicatorias-de-el-capital/>.

41. Salvador Giner, *Historia del pensamiento social*, 13.ª ed., Ariel, Barcelona, 2013.

42. White, *The Evolution of Culture*, *op. cit*.

43. Tainter, *The Collapse of Complex Societies*, *op. cit*.

44. Tainter, «Energy, Complexity, and Sustainability», art. cit.

45. Marshall Sahlins, *Economía de la Edad de Piedra*, 2.ª ed., Akal, Madrid, 1987.

46. Scott, James C., *Contra el Estado*, Madrid, Trota, 2022.

47. Yuval Noah Harari, *Sapiens: de animales a dioses*, Debate, Barcelona, 2015.

48. Graeber y Wengrow, *El amanecer de todo. op. cit*.

49. Naredo, *La economía en evolución*, *op. cit*.

50. Tainter, «Energy, Complexity, and Sustainability», art. cit.

51. Gregory Clark, *A Farewell to Alms: A Brief Economic History of the World*, Princeton University Press, Princeton, 2007.

52. *Ibid*.

53. Marina Fischer-Kowalski y Helga Weisz, «The Archipelago of Social Ecology and the Island of the Vienna School», en Helmut Haberl *et al.* (eds.), *Social Ecology*, Springer, Nueva York, 2016, pp. 3-28.

54. Como veremos inmediatamente, los trabajos antropológicos de las últimas décadas han demostrado que esta frontera entre las sociedades de cazadores-recolectores y las sociedades agrarias es mucho más difusa de lo que parece a primera vista.

55. Rolf Peter Sieferle, «Sustainability in a World History Perspective», en *Exploitation and Overexploitation in Societies Past and Present*, *op. cit*.

56. Lewis Mumford, *El mito de la máquina*, 3.ª ed., Pepitas de Calabaza, Logroño, 2017.

57. José Ignacio Cubero, *Historia general de la agricultura*, Guadalmazán, Madrid, 2018.

58. Rolf Peter Sieferle, «Sustainability in a World History Perspective», en *Exploitation and Overexploitation in Societies Past and Present*, *op. cit*.

59. Scott, *Against the Grain*, *op. cit.*

60. Cubero, *Historia general de la agricultura*, *op. cit*.

61. Haberl *et al.* (eds.), *Social Ecology*, *op. cit*., vol. 5.

62. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

63. Edward Anthony Wrigley, *Population and History*, Weidenfeld & Nicolson, Londres, 1969.

64. Haberl *et al.* (eds.), *Social Ecology*, *op. cit.*

65. Cubero, *Historia general de la agricultura*, *op. cit*.

4. Las sociedades agrarias

1. Alberto Garzón Espinosa, *La tercera república: construyamos ya la sociedad de futuro que necesita España*, Península, Barcelona, 2014.

2. Jean-Claude Debeir *et al.*, *In the Servitude of Power: Energy and Civilization through the Ages*, Zed Books, Londres, 1991.

3. Clark Spencer Larsen, «The Agricultural Revolution as Environmental Catastrophe: Implications for Health and Lifestyle in the Holocene», *Quaternary International*, 150 (1), 2006, pp. 12-20.

4. Todas las sociedades agrarias tradicionales han basado su dieta en algún tipo de grano. La razón reside en que «solo los granos combinan rendimientos relativamente altos [...] con altas proporciones de carbohidratos fácilmente digeribles y un nivel moderadamente elevado de proteínas», siendo su densidad de energía «cinco veces mayor que la de los tubérculos frescos». Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*. Además, sus características los hacen ideales para el almacenamiento, tanto a nivel doméstico en recipientes como a gran escala en graneros. No obstante, ha habido diferencias entre regiones que se explican por las condiciones medioambientales. Por ejemplo, en Asia es común la producción de arroz, mientras que en Europa y Oriente Próximo lo es del trigo. Esto tiene implicaciones importantes para las sociedades, ya que el arroz es muy productivo, pero exige mucho trabajo (y por lo tanto poblaciones más altas), mientras que el trigo es mucho menos productivo y requiere menos trabajo producirlo.

5. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

6. *Ibid*.

7. Pimentel, *Food, Energy, and Society*, *op. cit*.

8. Kander, Malanima y Warde, *Power to the People*, *op. cit.*

9. Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*.

10. Esta cuestión, la de la fertilidad del suelo, será objeto de análisis específico en el próximo capítulo.

11. Perry Anderson, *Transiciones de la antigüedad al feudalismo*, 9.ª ed., Siglo XXI, Madrid, 2012.

12. Giampietro y Mayumi, *The Biofuel Delusion*, *op. cit*.

13. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

14. Anderson, *Transiciones de la antigüedad al feudalismo*, *op. cit*.

15. Aristóteles, *Política*, Gredos, Madrid, 2008.

16. Citado en Debeir *et al.*, *In the Servitude of Power*, *op. cit*.

17. Anderson, *Transiciones de la antigüedad al feudalismo*, *op. cit*.

18. Tainter, *The Collapse of Complex Societies*, *op. cit*.

19. Anderson, *Transiciones de la antigüedad al feudalismo*, *op. cit*.

20. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

21. Walter Scheidel (ed.), *The Cambridge Companion to the Roman Economy*, Cambridge University Press, Cambridge, 2012.

22. Walter Scheidel, *El gran nivelador: violencia e historia de la desigualdad*, Crítica, Barcelona, 2018.

23. *Ibid*.

24. Debeir *et al.*, *In the Servitude of Power*, *op. cit.*

25. Scheidel (ed.), *The Cambridge Companion to the Roman Economy*, *op. cit*.

26. Tainter, *The Collapse of Complex Societies*, *op. cit*.

27. Anderson, *Transiciones de la antigüedad al feudalismo*, *op. cit*.

28. Silvia Federici, *Calibán y la bruja: mujeres, cuerpo y acumulación primitiva*, Traficantes de Sueños, Madrid, 2010.

29. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

30. *Ibid*.

31. Lynn White Jr., *Medieval Technology and Social Change*, Oxford University Press, Oxford, 1962.

32. Jason Moore, «La naturaleza y la transición del feudalismo al capitalismo», en Mina Lorena Navarro y Horacio Machado Aráoz (comps.), *La trama de la vida en los umbrales del capitaloceno*, Bajo Tierra, Ciudad de México, 2020.

33. Immanuel Maurice Wallerstein, *El moderno sistema mundial, vol.1*: *La agricultura capitalista y los orígenes de la economía-mundo europea en el siglo xvi*, Siglo XXI, Madrid, 2016.

34. Moore, «La naturaleza y la transición del feudalismo al capitalismo», en Navarro y Machado Aráoz (comps.), *La trama de la vida en los umbrales del capitaloceno*, *op. cit*.

35. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

36. Moore, «La naturaleza y la transición del feudalismo al capitalismo», en Navarro y Machado Aráoz (comps.), *La trama de la vida en los umbrales del capitaloceno*, *op. cit*.

37. Ruddiman, *Plows, Plagues, and Petroleum*, *op. cit*.

38. Scheidel, *El gran nivelador*, *op. cit*.

39. Gifford H. Miller *et al.*, «Abrupt Onset of the Little Ice Age Triggered by Volcanism and Sustained by Sea-ice/Ocean Feedbacks», *Geophysical Research*

Letters, 39 (2), 2012, 2011GL050168; Ronald Martin, *Earth's Evolving Systems*, 2.ª ed., Jones and Bartlett Publishers, Burlington, 2016.

40. Ruddiman, *Earth's Climate*, *op. cit*.

41. Ruddiman, *Plows, Plagues, and Petroleum*, *op. cit.*

42. Maurice Dobb, *Estudios sobre el desarrollo del capitalismo*, Siglo XXI Argentina, Buenos Aires, 1971.

43. Federici, *Calibán y la bruja*, *op. cit*.

44. *Ibid*.

45. Wallerstein, *El moderno sistema mundial,* vol.1, *op. cit.*

46. Kander, Malanima y Warde, *Power to the People*, *op. cit.*

47. Jason W. Moore, «The Crisis of Feudalism: An Environmental History», *Organization & Environment*, 15 (3), 2002, pp. 301-322.

48. Scheidel, *El gran nivelador*, *op. cit.*

49. Federici, *Calibán y la bruja*, *op. cit.*

50. Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*.

51. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

52. Robert Allen, *Revolución en los campos: la reinterpretación de la revolución agrícola inglesa*, Prensas de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2004.

53. Enric Tello *et al.*, «The Onset of the English Agricultural Revolution: Climate Factors and Soil Nutrients», *Journal of Interdisciplinary History*, 47 (4), 2017, pp. 445-474.

54. Comín Comín, *Historia económica mundial*, *op. cit*.

55. Eric Hobsbawm, *Industria e Imperio: historia de Gran Bretaña desde 1750 hasta nuestros días*, Crítica, Barcelona, 2016.

56. Allen, *Revolución en los campos*, *op. cit.*

57. Josep Fontana, *Capitalismo y democracia, 1756-1848*, Crítica, Barcelona, 2019.

58. *Ibid*.

59. Jason Hickel, *Less Is More: How Degrowth Will Save the World*, Penguin Books, Londres, 2022.

60. *Ibid*.

61. E. P. Thompson, *La formación de la clase obrera en Inglaterra*, Capitán Swing, Madrid, 2012.

62. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.

63. Josep Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit*.

64. Eric Hobsbawm, *Industria e Imperio*, *op. cit*.

65. E. P. Thompson, *La formación de la clase obrera en Inglaterra*, *op. cit*.

66. Mazoyer y Roudart, *A History of World Agriculture*, *op. cit*.
67. Foster (ed.), *Marx's Ecology*, *op. cit*.
68. Martínez Alier y Schlüpmann, *La ecología y la economía*, *op. cit*.

5. Las sociedades industriales

1. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.
2. Ben Russell, *James Watt: Making the World Anew*, Reaktion Books, Londres, 2014.
3. Gonzalo Pontón, *La lucha por la desigualdad: una historia del mundo occidental en el siglo xviii*, Pasado & Presente, Barcelona, 2017.
4. Jason W. Moore, *Capitalism in the Web of Life: Ecology and the Accumulation of Capital*, Verso, Londres, 2015.
5. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.
6. Pontón, *La lucha por la desigualdad*, *op. cit*.
7. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.
8. Stefania Barca, «Energy, Property, and the Industrial Revolution Narrative», *Ecological Economics*, 70 (7), 2011, pp. 1309-1315.
9. Daron Acemoğlu y James Alan Robinson, *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty*, Profile Books, Londres, 2013.
10. Joel Mokyr, *The Enlightened Economy: Britain and the Industrial Revolution 1700-1850*, Penguin Books, Londres, 2011; Joel Mokyr, *A Culture of Growth: The Origins of the Modern Economy*, Princeton University Press, Princeton, 2017.
11. Fredrik Albritton Jonsson, «The Industrial Revolution in the Anthropocene», *The Journal of Modern History*, 84 (3), 2012, pp. 679-696.
12. Wrigley, *The Path to Sustained Growth*, *op. cit.*
13. *Ibid*.
14. Pomeranz, *The Great Divergence*, *op. cit*.
15. *Ibid*.
16. *Ibid*.
17. Wrigley, *The Path to Sustained Growth*, *op. cit.*
18. Tello-Aragay y Jover-Avellà, «Economic History and the Environment», en Agnoletti y Serneri (eds.), *The Basic Environmental History*, *op. cit.*, vol. 4, pp. 31-78.
19. Pomeranz, *The Great Divergence*, *op. cit*.
20. Wallerstein, *El moderno sistema mundial*, *op. cit*.

21. Una excelente y actualizada síntesis puede encontrarse en Henry Heller, *The Birth of Capitalism: A Twenty-First-Century Perspective*, Pluto Press, Londres, 2011.

22. Ellen Meiksins Wood, *El origen del capitalismo*, Akal, Madrid, 2021.

23. *Ibid*.

24. Heller, *The Birth of Capitalism*, *op. cit.*

25. Wood, *El origen del capitalismo*, *op. cit*.

26. Karl Polanyi, *The Great Transformation*, Penguin, Londres, 2024.

27. Esto no significa que la estructura social realmente existente pudiera ser descrita en términos tan simples. Como pone de relieve la propia noción de *clase media*, las clases sociales eran mucho más difíciles de definir incluso en la Inglaterra del siglo XIX. He analizado con detalle esta cuestión en Alberto Garzón Espinosa, *Por qué soy comunista: una reflexión sobre los nuevos retos de la izquierda*, 4.ª ed., Península, Barcelona, 2018.

28. Eric Hilt, «Economic History, Historical Analysis, and the "New History of Capitalism"», *The Journal of Economic History*, 77 (2), 2017, pp. 511-536.

29. Wrigley, *The Path to Sustained Growth*, *op. cit.*

30. Carlos Arenas Posadas, *Historia económica del trabajo: siglos xix y xx*, Tecnos, Madrid, 2003.

31. Los luditas fueron grupos de artesanos y obreros textiles ingleses que a comienzos del siglo XIX protagonizaron un movimiento de protesta contra la introducción de nuevas máquinas en la industria. Tomaron su nombre de un personaje mítico, Ned Ludd, supuesto tejedor que habría destruido un telar en un arrebato de ira. Bajo su bandera, los luditas destruían telares mecánicos y otras máquinas porque veían en ellas una amenaza a su sustento.

32. Pontón, *La lucha por la desigualdad*, *op. cit*.

33. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.

34. Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit*.

35. Rhodes, *Energy: A Human History*, *op. cit*.

36. Comín Comín, *Historia económica mundial*, *op. cit.*

37. Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit*.

38. Allen, *The British Industrial Revolution in Global Perspective*, *op. cit*.

39. Carl Benedikt Frey, *The Technology Trap: Capital, Labor, and Power in the Age of Automation*, Princeton University Press, Princeton, 2020.

40. El gran salto lo dio Robert Hargreaves con la creación de la Spinning Jenny en 1764. Finalmente, en 1769 se patentó la Water Frame de John Wyatt, Lewis Paul y Richard Arkwright, la cual permitió utilizar la energía hidráulica para

producir hilos más fuertes y en mayores cantidades. Con posterioridad, la Spinning Mule de Samuel Crompton en 1779 elevó mucho la productividad en el sector y permitió una producción masiva.

41. Pontón, *La lucha por la desigualdad*, *op. cit*.

42. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.

43. Kander, Malanima y Warde, *Power to the People*, *op. cit.*

44. *Ibid*.

45. *Ibid*.

46. James R. Craig, David J. Vaughan y Brian J. Skinner, *Recursos de la Tierra y el medio ambiente*, 4.ª ed., Pearson Educación, Madrid, 2012.

47. *Ibid*.

48. Rhodes, *Energy: A Human History*, *op. cit*.

49. Pontón, *La lucha por la desigualdad*, *op. cit.*

50. Sen, *El frigorífico de Einstein*, *op. cit*.

51. A finales del siglo XIX, las máquinas de vapor alcanzaron los niveles de eficiencia energética propios de los animales de tiro, en torno al 10-15 por ciento. Kander, Malanima y Warde, *Power to the People*, *op. cit.*

52. Rhodes, *Energy: A Human History*, *op. cit.*

53. Schobert, *Energy and Society: An Introduction*, *op. cit.*

54. Comín Comín, *Historia económica mundial*, *op. cit.*

55. Crutzen, «The "Anthropocene"», art. cit.

56. Sen, *El frigorífico de Einstein*, *op. cit.*

57. Allen, *The British Industrial Revolution in Global Perspective*, *op. cit*.

58. Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*.

59. Smil, *Power Density*, *op. cit.*

60. Subhes C. Bhattacharyya, *Energy Economics*, Springer-Verlag, Londres, 2011.

61. Enrique Palazuelos, Francisco Alburquerque Llorens y Pedro Talavera, *Estructura económica capitalista internacional: el modelo de acumulación de posguerra*, 3.ª ed., Akal, Madrid, 1990.

62. Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*.

63. Craig, Vaughan y Skinner, *Recursos de la Tierra y el medio ambiente*, *op. cit*.

64. International Energy Agency, *The Future of Petrochemicals*, 2018, <https://www.iea.org/reports/the-future-of-petrochemicals>.

65. Petrochemicals Europe, «The Journey of Petrochemicals Explained: From Raw Materials to 95 % of All Manufactured Goods», Cefic.Org, 2025,

<https://cefic.org/media-corner/newsroom/the-journey-of-petrochemicals-explained-from-raw-materials-to-95-of-all-manufactured-goods/>.

66. Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*.

67. U.S. Energy Information Administration, «Dry Natural Gas Production», 2025, <https://www.eia.gov/international/data/>.

68. Palazuelos, Alburquerque Llorens y Talavera, *Estructura económica capitalista internacional*, *op. cit*.

69. Kander, Malanima y Warde, *Power to the People*, *op. cit.*

70. Will Steffen *et al.*, «The Trajectory of the Anthropocene», art. cit.

71. Stephen J. Williams y Rod Taylor (eds.), *Sustainability and the New Economics: Synthesising Ecological Economics and Modern Monetary Theory*, Springer, Nueva York, 2022.

72. Giampietro (ed.), *Resource Accounting for Sustainability Assessment*, *op. cit*.

6. Modo de vida imperial

1. McIntyre, «El Edimburgo de James Hutton», art. cit.

2. Wulf, *La invención de la naturaleza*, *op. cit*.

3. *Ibid*.

4. *Ibid*.

5. Annelien de Dijn, *Freedom: An Unruly History*, Harvard University Press, Cambridge, 2020.

6. *Ibid*.

7. *Ibid*.

8. Abraham Lincoln y Karl Marx, *Guerra y emancipación*, Capitán Swing, Madrid, 2013.

9. *Ibid*.

10. *Ibid*.

11. Adam Smith, *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, 2.ª ed., Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, 2004.

12. Josep Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit.*

13. Nikiforuk, *The Energy of Slaves*, *op. cit.*

14. José A. Piqueras Arenas, *Negreros: españoles en el tráfico y en los capitales esclavistas*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2021.

15. Alan Lester, *The Truth about Empire: Real Stories of British Colonialism*, C. Hurst and Company, Londres, 2024.

16. José A. Piqueras Arenas, *El antiesclavismo en España y sus adversarios*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2024.

17. Karl Marx, *El capital: crítica de la economía política*, Siglo XXI, Madrid, 2017 (edición de Pedro Scaron).

18. *Ibid*.

19. Piqueras Arenas, *Negreros*, *op. cit*.

20. Maxine Berg y Pat Hudson, *Slavery, Capitalism and the Industrial Revolution*, Polity, Cambridge, 2023.

21. *Ibid*.

22. Klas Rönnbäck, «On the Economic Importance of the Slave Plantation Complex to the British Economy during the Eighteenth Century: A Value-Added Approach», *Journal of Global History*, 13 (3), 2018, pp. 309-327.

23. Berg y Hudson, *Slavery*, *op. cit.*

24. Walter Rodney y Angela Y. Davis, *How Europe Underdeveloped Africa*, Verso, Nueva York, 2018.

25. Piqueras Arenas, *El antiesclavismo en España y sus adversarios*, *op. cit*.

26. Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit.*

27. Dale W. Tomich (ed.), *Slavery and Historical Capitalism during the Nineteenth Century*, Lexington Books, Lanham, 2017.

28. Nikiforuk, *The Energy of Slaves*, *op. cit.*

29. Ulrich Brand y Markus Wissen, *Modo de vida imperial: vida cotidiana y crisis ecológica del capitalismo*, Tinta Limón, Buenos Aires, 2021.

30. *Ibid*.

31. Klein, *Doppelganger*, *op. cit*.

32. *Ibid*.

33. Piqueras Arenas, *La esclavitud en las Españas: un lazo transatlántico*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2012.

34. *Ibid*.

35. *Ibid.*

36. *Ibid.*

37. *Ibid.*

38. Edgar Straehle, *Los pasados de la revolución: los múltiples caminos de la memoria revolucionaria*, Akal, Madrid, 2024.

39. William D. Phillips, *Slavery in Medieval and Early Modern Iberia*, University of Pennsylvania Press, Filadelfia, 2014.

40. Vicente Ángel Álvarez Palenzuela (ed.), *Historia de España de la Edad Media*, Ariel, Barcelona 2011.

41. Eduardo Manzano, *Historia de España*, vol. 2: *Épocas medievales*, Crítica, Barcelona, 2015.

42. Phillips, *Slavery in Medieval and Early Modern Iberia*, *op. cit*.

43. Josep Fontana y Ramón Villares (dirs.), *Historia de España*, Crítica, Barcelona, 2007.

44. Wallerstein, *El moderno sistema mundial,* vol. 1, *op. cit.*

45. Bartolomé Yun Casalilla, *Los imperios ibéricos y la globalización de Europa: siglos xv a xvii*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2019.

46. Merry E. Wiesner, *Early Modern Europe, 1450-1789*, Cambridge University Press, Cambridge, 2023.

47. Robin Blackburn, *The Making of New World Slavery: From the Baroque to the Modern, 1492-1800*, Verso, Londres, 2010.

48. Jean-Baptiste Fressoz y Fabien Locher, *Chaos in the Heavens: The Forgotten History of Climate Change*, Verso, Londres, 2024.

49. Álvarez Palenzuela (ed.), *Historia de España de la Edad Media*, *op. cit*.

50. Antonio Espino López, *La invasión de América*, Arpa, Barcelona, 2022.

51. Adela Fábregas, «El azúcar en el reino nazarí de Granada. Entre tradición y renovación», en M. C. González Marrero y J. Onrubia Pintado (eds.), *Instalaciones y paisajes azucareros atlánticos (siglos xv-xvii)*, Archaeopress, Oxford, 2023, pp. 17-26.

52. Jorge Onrubia Pintado y María del Cristo González Marrero, «Introducción. La agro-manufactura azucarera y el Atlántico (siglos XV-XVII): materialidades y legados», en M. C. González Marrero y J. Onrubia Pintado (eds.), *Instalaciones y paisajes azucareros atlánticos (siglos xv-xvii)*, *op. cit.*, pp. 1-16.

53. Alfred W. Crosby, *Ecological Imperialism: The Biological Expansion of Europe, 900-1900*, Cambridge University Press, Cambridge, 2015.

54. Blackburn, *The Making of New World Slavery*, *op. cit.*

55. Wallerstein, *El moderno sistema mundial,* vol. 1, *op. cit*.

56. Fressoz y Locher, *Chaos in the Heavens*, *op. cit*.

57. Citado en Espino López, *La invasión de América*, *op. cit*.

58. Eric R. Wolf, *Europa y la gente sin historia*, 2.ª ed., Fondo de Cultura Económica de España, Madrid, 2014.

59. Piqueras Arenas, *La esclavitud en las Españas*, *op. cit.*

60. Espino López, *La invasión de América*, *op. cit*.

61. Blackburn, *The Making of New World Slavery*, *op. cit*.

62. Santiago Duval, «Los primeros ingenios azucareros en América», en M. C. González Marrero y J. Onrubia Pintado (eds.), *Instalaciones y paisajes azucareros*

atlánticos (siglos xv-xvii), *op. cit.*, pp. 121-138.

63. Onrubia Pintado y González Marrero, «Introducción. La agro-manufactura azucarera y el Atlántico (siglos XV-XVII): materialidades y legados», en M. C. González Marrero y J. Onrubia Pintado (eds.), *Instalaciones y paisajes azucareros atlánticos (siglos xv-xvii)*, *op. cit.*, pp. 1-16.

64. Francisco Fernández Buey, *La gran perturbación: discurso del indio metropolitano*, El Viejo Topo, Barcelona 2021.

65. Yun Casalilla, *Los imperios ibéricos y la globalización de Europa*, *op. cit*.

66. Wiesner, *Early Modern Europe, 1450-1789*, *op. cit*.

67. Blackburn, *The Making of New World Slavery*, *op. cit*.

68. Citado en Fernández Buey, *La gran perturbación*, *op. cit*.

69. *Ibid*.

70. Yun Casalilla, *Los imperios ibéricos y la globalización de Europa*, *op. cit.*

71. Wallerstein, *El moderno sistema mundial,* vol. 1, *op. cit*.

72. Disponible en <https://www.slavevoyages.org/assessment/estimates/>.

73. Piqueras Arenas, *La esclavitud en las Españas*, *op. cit.*

74. Blackburn, *The Making of New World Slavery*, *op. cit*.

75. Anthony R. Disney, *A History of Portugal and the Portuguese Empire: From Beginnings to 1807*, vol. 2: *The Portuguese Empire*, Cambridge University Press, Cambridge, 2009.

76. Jason W. Moore, «Sugar and the Expansion of the Early Modern World-Economy: Commodity Frontiers, Ecological Transformation, and Industrialization», *Review (Fernand Braudel Center)*, 23 (3), 2000, pp. 409-433.

77. Anna Suranyi, *Indentured Servitude: Unfree Labour and Citizenship in the British Colonies*, McGill-Queen's University Press, Montreal, 2021.

78. Citado en Suranyi, *Indentured Servitude*, *op. cit*.

79. Wiesner, *Early Modern Europe, 1450-1789*, *op. cit*.

80. Citado en Suranyi, *Indentured Servitude*, *op. cit*.

81. Lars Magnusson, *The Political Economy of Mercantilism*, Routledge, Londres, 2015.

82. Steve Pincus, «Rethinking Mercantilism: Political Economy, the British Empire, and the Atlantic World in the Seventeenth and Eighteenth Centuries», *The William and Mary Quarterly*, 69 (1), 2012, p. 3.

83. *Ibid*.

84. Andrea Finkelstein, *Harmony and the Balance: An Intellectual History of Seventeenth-Century English Economic Thought*, University of Michigan Press, Ann Arbor, 2000.

85. Wallerstein, *El moderno sistema mundial*, vol. 2: *El mercantilismo y la consolidación de la economía-mundo europea, 1600-1750*, Siglo XXI, Madrid, 2017.

86. Wiesner, *Early Modern Europe, 1450-1789*, *op. cit*.

87. Maarten Prak y Jan Luiten van Zanden, *Pioneros del capitalismo: los Países Bajos 1000-1800*, Pasado & Presente, Barcelona, 2024.

88. *Ibid*.

89. Citado en Ronald Findlay y Kevin Hjortshøj O'Rourke, *Power and Plenty: Trade, War, and the World Economy in the Second Millennium*, Princeton University Press, Princeton, 2009.

90. Amitav Ghosh, *La maldición de la nuez moscada: parábolas para un planeta en crisis*, Capitán Swing, Madrid, 2023.

91. Findlay y O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit.*

92. Wiesner, *Early Modern Europe, 1450-1789*, *op. cit*.

93. *Ibid*.

94. Prak y Van Zanden, *Pioneros del capitalismo*, *op. cit.*

95. Wiesner, *Early Modern Europe, 1450-1789*, *op. cit*.

96. Citado en Findlay y O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit.*

97. Blackburn, *The Making of New World Slavery*, *op. cit*.

98. Lester, *The Truth about Empire*, *op. cit.*

99. John Darwin, *Unfinished Empire: The Global Expansion of Britain*, Penguin Books, Londres, 2013.

100. Blackburn, *The Making of New World Slavery*, *op. cit*.

101. Findlay y O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit*.

102. *Ibid*.

103. *Ibid*.

104. Blackburn, *The Making of New World Slavery*, *op. cit*.

105. Findlay y O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit.*

106. Pontón, *La lucha por la desigualdad*, *op. cit.*

107. Findlay y O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit.*

108. Robin Blackburn, *The Overthrow of Colonial Slavery: 1776-1848*, Verso, Londres/Nueva York, 2011.

109. Roger Crowley, *Especias: la contienda del siglo xvi que dio forma al mundo moderno*, Ático de los Libros, Barcelona, 2025.

110. Findlay y O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit.*

111. Darwin, *Unfinished Empire*, *op. cit*.

112. Sven Beckert, *Empire of Cotton: A Global History*, Vintage Books, Nueva York, 2015.
113. Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit.*
114. *Ibid*.
115. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.
116. Beckert, *Empire of Cotton*, *op. cit.*
117. Berg y Hudson, *Slavery, Capitalism and the Industrial Revolution*, *op. cit*.
118. Hobsbawm, *La era de la revolución*, *op. cit*.
119. Tomich (ed.), *Slavery and Historical Capitalism*, *op. cit.*
120. *Ibid*.
121. *Ibid*.
122. Tomich (ed.), *Slavery and Historical Capitalism*, *op. cit.*
123. Piqueras Arenas, *Negreros*, *op. cit*.
124. Piqueras Arenas, *La esclavitud en las Españas*, *op. cit.*
125. Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit*.
126. Piqueras Arenas, *La esclavitud en las Españas*, *op. cit.*
127. Fontana, *Capitalismo y democracia*, *op. cit.*
128. Citado en Wulf, *La invención de la naturaleza*, *op. cit*.
129. Piqueras Arenas, *El antiesclavismo en España y sus adversarios*, *op. cit*.

7. El imperialismo contemporáneo

1. Richard J. Evans, *La lucha por el poder*, Crítica, Barcelona, 2017.
2. François Crouzet, «Wars, Blockade, and Economic Change in Europe, 1792-1815», *The Journal of Economic History*, 24 (4), 1964, pp. 567-588.
3. Richard J. Evans, *La lucha por el poder*, *op. cit*.
4. *Ibid*.
5. Erik S. Reinert, *How Rich Countries Got Rich... and Why Poor Countries Stay Poor*, PublicAffairs, Nueva York, 2019.
6. Nat Dyer, *Ricardo's Dream*, Bristol University Press, Croydon, 2025.
7. Marc-William Palen, *Pax Economica*, Princeton University Press, Nueva Jersey, 2024.
8. *Ibid*.
9. Kevin H. O'Rourke y Jeffrey G. Williamson, *Globalización e historia*, Prensas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, 2006.
10. *Ibid*.

11. Ronald Findlay y Kevin O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit*.

12. Marc-William Palen, *Pax Economica*, *op. cit*.

13. Scarlett O'Phelan y Godoy, «Humboldt, el Perú y sus recursos naturales: entre la plata y el guano», *HiN-Alexander von Humboldt im Netz Internationale Zeitschrift für Humboldt-Studien*, 2 (11), 2010, pp. 73-82.

14. El sistema de mita se basaba en que las poblaciones indígenas contribuían al Estado no mediante el pago de impuestos, sino con su fuerza de trabajo.

15. O'Phelan y Godoy, «Humboldt, el Perú y sus recursos naturales: entre la plata y el guano», art. cit.

16. *Ibid*.

17. Smil, *Energía y civilización*, *op. cit*.

18. Mauricio Betancourt, «Guano and the Rise of the American Empire», *Socius: Sociological Research for a Dynamic World*, 10, 2024, 23780231241274187.

19. Erik S. Reinert, *How Rich Countries Got Rich... and Why Poor Countries Stay Poor*, *op. cit*.

20. Herman Daly, *Beyond Growth*, Beacon Press, Boston, 1996.

21. Sophia Kalantzakos, «Between Rocks and Hard Places: Geopolitics of Net Zero Futures and the Tech Imperium», en Sophia Kalantzakos (ed.), *Critical Minerals, the Climate Crisis and the Tech Imperium*, Springer Nature Switzerland, Abu Dhabi, 2023, pp. 3-25.

22. Ha-Joon Chang, *Retirar la escalera: la estrategia del desarrollo en perspectiva histórica*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2004.

23. *Ibid*.

24. *Ibid.*

25. *Ibid.*

26. Kevin H. O'Rourke y Jeffrey G. Williamson, *Globalización e historia*, *op. cit*.

27. *Ibid.*

28. *Ibid*.

29. *Ibid.*

30. *Ibid.*

31. Eric Hobsbawm, *La era del imperio*, Crítica, Barcelona, 2024.

32. Citado en Eric Helleiner, «Varieties of American neomercantilism», *European Review of International Studies*, 6 (3), 2019, pp 7-29.

33. Stephen S. Cohen y J. Bradford DeLong, *Concrete Economics: The Hamilton Approach to Economic Growth and Policy*, Harvard Business Review Press, Boston, 2016.

34. Eric Helleiner, «Varieties of American neomercantilism», *art. cit.*

35. *Ibid*.

36. Marc-William Palen, *Pax Economica*, *op. cit*.

37. Ronald Findlay y Kevin O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit*.

38. Citado en Kenneth A. Reinert, *The Lure of Economic Nationalism*, Anthem Press, Londres, 2023.

39. Ronald Findlay y Kevin O'Rourke, *Power and Plenty*, *op. cit*.

40. John Bellamy Foster, «The New Imperialismo of Globalized Monopoly-Finance Capital», *Monthly Review*, 67 (3), 2015, pp. 1-22.

41. Eric Hobsbawm, *La era del imperio*, *op. cit*.

42. Kevin H. O'Rourke y Jeffrey G. Williamson, *Globalización e historia*, *op. cit*.

43. Kevin O'Rourke, *A Short History of Brexit*, Pelican Books, Londres, 2018.

44. Citado en Bastiaan van Apeldoorn, Jasa Veselinovic, Naná de Graaf, *Trump and the Remaking of American Grand Strategy*, Palgrave Macmillan, Suiza, 2023.

45. *Ibid*.

46. *Ibid*.

47. Bill Dunn, *Neither Free Trade nor Protection: A Critical Political Economy of Trade Theory and Practice*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2015.

48. Robert Jessop, *El futuro del Estado capitalista*, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2008.

49. André Gunder Frank, *World Accumulation 1492-1789*, Algora Publishing, Nueva York, 2007.

50. Pablo Bustelo, *Teorías contemporáneas del desarrollo económico*, Síntesis, Madrid, 1998.

51. Andrew Glyn, *Capitalism Unleashed: Finance Globalization and Welfare*, Oxford University Press, Oxford, 2006.

52. *Ibid*.

53. Luis Buendía, «Dinámica de crecimiento, distribución de la renta y movimiento obrero: el estado de bienestar sueco en una perspectiva de largo plazo» (tesis), Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Departamento de Economía Aplicada I, 2011.

54. Bill Dunn, *Neither Free Trade nor Protection*, *op. cit.*

55. *Ibid*.

56. Ángel Martínez González-Tablas, *Economía política mundial*, Ariel, Barcelona, 2007.

57. David M. Kotz, «The Financial and Economic Crisis of 2008: A Systemic Crisis of Neoliberal Capitalism», *Review of Radical Political Economics*, 41 (3), 2009, pp. 305-317.

58. David A. Harvey, *A Brief History of Neoliberalism*, Oxford University Press, Oxford, 2005.

59. Estas mismas políticas se replicaron en Europa en la primera fase de la crisis de 2008, en la que se buscaba mejorar la competitividad de los países del sur de Europa a través de una reducción generalizada de los salarios. Según el análisis de la Comisión Europea, inspirado en la teoría neoclásica y respaldado por el FMI y el Banco Central Europeo, la única opción viable era reducir los costes laborales unitarios mediante reformas estructurales, en particular, la laboral.

60. William Milberg, Xiao Jiang y Gary Gereffi, «La política industrial en la era de la industrialización verticalmente especializada», en Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright (eds.), *Transformando las economías*, Plaza y Valdés, Madrid, 2017.

61. Robert Wade, *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*, Princeton University Press, Princeton, 2018.

62. Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright, «Introducción: política industrial, transformación productiva y empleos», en Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright (eds.), *Transformando las economías*, *op. cit.*

63. Gary Gereffi, *Global Value Chains and Development: Redefining the Contours of 21st Century Capitalism*, Cambridge University Press, Cambridge, 2018.

64. Milberg, Jiang y Gereffi, «La política industrial en la era de la industrialización verticalmente especializada», en Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright (eds.), *Transformando las economías*, *op. cit.*

65. *Ibid*.

66. *Ibid.*

67. Dic Lo y Mei Wu, «La política estatal e industrial en el desarrollo económico de China», en Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright (eds.), *Transformando las economías*, *op. cit*.

68. Minqi Li, *China and the Twenty-First-Century Crisis*, Pluto, Londres, 2016.

69. *Ibid*.

70. United Nations Industrial Development Organization, *The Future of Industrialization: Building Future-Ready Industries to Turn Challenges into Sustainable Solutions*, 2024, <https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2024-11/The%20Future%20of%20Industrialization%20-%20Building%20Future-ready%20Industries%20to%20Turn%20Challenges%20into%20Sustainable%20Solutions.pdf>.

71. Lukasz Bednarski, *La guerra de las baterías: la batalla geopolítica por el control de las minas de litio y el dominio de la nueva revolución energética*, Errata Naturae, Madrid, 2024.

72. International Energy Agency, «Energy Technology Perspectives 2023», 2023, <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>.

73. Milberg, Jiang y Gereffi, «La política industrial en la era de la industrialización verticalmente especializada», en Salazar-Xirinachs, Nübler y Kozul-Wright (eds.), *Transformando las economías*, *op. cit.*

74. Alexandra Harney, *The China Price: The True Cost of Chinese Competitive Advantage*, Penguin Press, Nueva York, 2008.

75. John Smith, *Imperialism in the Twenty-First Century*, Monthly Review Press, Nueva York, 2016.

76. *Ibid*.

77. Alessandra Mezzadri, *The Sweatshop Regime: Labouring Bodies, Exploitation, and Garments Made in India*, Cambridge University Press, Cambridge, 2020.

78. Smith, *Imperialism in the Twenty-First Century*, *op. cit.*

79. Susan Newman, «Global Value Chains and Global Value Transfer», en Zak Cope e Immanuel Ness (eds.), *The Oxford Handbook of Economic Imperialism*, Oxford University Press, Oxford, 2022, pp. 213-230.

80. Zeno Leoni, *American Grand Strategy from Obama to Trump: Imperialism after Bush and China's Hegemonic Challenge*, Springer, Nueva York, 2021.

81. Xiaoyu Pu, «Interdependence vs. Geopolitics: Securitization and Partial Recoupling of Sino-American Relations», en Kalantzakos (ed.), *Critical Minerals, the Climate Crisis and the Tech Imperium*, *op. cit*.

82. *Ibid*.

83. Bastiaan van Apeldoorn, Jasa Veselinovic, Naná de Graaf, *Trump and the Remaking of American Grand Strategy*, Palgrave Macmillan, Suiza, 2023

84. Leoni, *American Grand Strategy from Obama to Trump*, *op. cit.*

85. Citado en Kalantzakos, «Between Rocks and Hard Places: Geopolitics of Net Zero Futures and the Tech Imperium», en Kalantzakos (ed.), *Critical Minerals, the Climate Crisis and the Tech Imperium*, *op. cit*., pp. 3-25.

86. International Energy Agency, «Energy Technology Perspectives 2023», art. cit.

87. International Energy Agency, «Global Critical Minerals Outlook 2025», 2025, <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025>.

88. International Energy Agency, «Energy Technology Perspectives 2023», art. cit.

89. *Ibid*.

90. International Energy Agency, «Global Critical Minerals Outlook 2025», art. cit.

91. Kalantzakos, «Between Rocks and Hard Places: Geopolitics of Net Zero Futures and the Tech Imperium», en Kalantzakos (ed.), *Critical Minerals, the Climate Crisis and the Tech Imperium*, *op. cit*., pp. 3-25.

92. Paolo Gerbaudo, *The Great Recoil*, Verso, Londres, 2021.

93. Pippa Norris y Ronald Inglehart, *Cultural Backlash: Trump, Brexit, and the Rise of Authoritarian Populism*, Cambridge University Press, Cambridge, 2019.

94. Dani Rodrik, «Populism and the Economics of Globalization», *Journal of International Business Policy*, 1 (1-2), 2018, pp. 12-33.

95. Andrés Rodríguez-Pose, «The Revenge of the Places That Don't Matter (and What to Do about It)», *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 11 (1), 2018, pp. 189-209.

96. Norris e Inglehart, *Cultural Backlash*, *op. cit.*

8. La alternativa ecosocialista

1. Santiago Alba Rico, «No estoy hablando de Palestina», *ElDiario.es*, 24 de mayo de 2025, <https://www.eldiario.es/opinion/tribuna-abierta/no-hablando-palestina_129_12324360.html>.

2. Brian Bennett, «Trump Proposes U.S. Take Over Gaza, Level It and Build Resorts», *Time*, 5 de febrero de 2025, <https://time.com/7212848/trump-gaza-own>.

3. Emma Graham-Harrison, «"Humanitarian City". Would Be Concentration Camp for Palestinians, Says Former Israeli PM», *The Guardian*, 13 de julio de 2025, <https://www.theguardian.com/world/2025/jul/13/israel-humanitarian-city-rafah-gaza-camp-ehud-olmert>.

4. Alison Durkee, «Greta Thunberg Says She "Wouldn't Have Wasted My Time" On Trump», *Vanity Fair*, 30 de diciembre de 2019, <https://www.vanityfair.com/news/2019/12/greta-thunberg-trump-wasted-my-time>.

5. Marta Peirano, *Contra el futuro: resistencia ciudadana frente al feudalismo climático*, Debate, Barcelona, 2022.

6. Cumberland *et al.*, *An Introduction to Ecological Economics*, *op. cit*.

7. Jason Hickel, «On Technology and Degrowth», *Monthly Review*, 2023, pp. 44-50.

8. Richard A. Easterlin, «Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence», en Paul A. David y Melvin W. Reder (eds.), *Nations and Households in Economic Growth*, Elsevier, Nueva York, 1974, pp. 89-125.

9. Hickel, «On Technology and Degrowth», art. cit.

10. Timothée Parrique *et al.*, *Decoupling Debunked: Evidence and Arguments against Green Growth as a Sole Strategy for Sustainability*, European Environmental Bureau, 2019, <https://eeb.org/wp-content/uploads/2019/07/Decoupling-Debunked.pdf>.

11. Helmut Haberl *et al.*, «A Systematic Review of the Evidence on Decoupling of GDP, Resource Use and GHG Emissions, Part II: Synthesizing the Insights», *Environmental Research Letters*, 15 (6), 2020.

12. Oliver Belcher *et al.*, «Hidden Carbon Costs of the "Everywhere War": Logistics, Geopolitical Ecology, and the Carbon Boot-print of the US Military», *Transactions of the Institute of British Geographers*, 45 (1), 2020, pp. 65-80; Elke Pirgmaier y Julia K. Steinberger, «Roots, Riots, and Radical Change — A Road Less Travelled for Ecological Economics», *Sustainability*, 11 (7), 2019, p. 2001.

13. Giacomo D'Alisa, Federico Demaria y Giorgos Kallis (eds.), *Degrowth: A Vocabulary for a New Era*, Routledge, Londres, 2015.

14. *Ibid*.

15. Federico Demaria, Giorgos Kallis y Karen Bakker, «Geographies of Degrowth: Nowtopias, Resurgences and the Decolonization of Imaginaries and Places», *Environment and Planning E: Nature and Space*, 2 (3), 2019, pp. 431-450.

16. Brian M. Napoletano, «Was Karl Marx a Degrowth Communist?», *Monthly Review*, 76 (2), 2024, pp. 9-36.

17. Ian Gough, «Recomposing Consumption: Defining Necessities for Sustainable and Equitable Well-Being», *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 1 de mayo de 2017, 20160379.

18. Hickel, «On Technology and Degrowth», art. cit.

19. John Bellamy Foster, «Planned Degrowth: Ecosocialism and Sustainable Human Development — An Introduction», *Monthly Review* 2023, 2023, pp. 1-29.

20. Bjarne Steffen, Valerie J. Karplus y Tobias S. Schmidt, «State Ownership and Technology Adoption: The Case of Electric Utilities and Renewable Energy»,

<https://ceepr.mit.edu/workingpaper/state-ownership-and-technology-adoption-the-case-of-electric-utilities-and-renewable-energy>.

21. Ernesto Laclau, *On Populist Reason*, Verso, Londres, 2007; Chantal Mouffe, *The Democratic Paradox*, Verso, Londres, 2009.

22. Michael Hardt y Antonio Negri, *Multitud*, Debate, Barcelona, 2004.

23. Joan Martínez Alier, *El ecologismo de los pobres*, Icaria, Barcelona, 2010; Joan Martínez Alier, *Land, Water, Air and Freedom*, Edward Elgar, Cheltenham, 2023.

24. Ideas para un programa socialista ecológicamente fundamentado en Fernández Buey, *Verde, roja y violeta*, *op. cit*.

25. Alberto Garzón Espinosa, *¿Quién vota a la derecha? De qué forma el PP, Ciudadanos y Vox seducen a las clases medias*, Península, Barcelona, 2019.

26. Aquí, la noción *liberal* hay que interpretarla en su contexto anglosajón, es decir, como equivalente a *intervencionista* en nuestro glosario conceptual. A partir de aquí «traduciré» siempre para mantener la coherencia, aunque el lector debe tener en cuenta esta diferencia de conceptos.

27. Edward G. Grabb, «Working Class Authoritarianism and Tolerance of Outgroups: A Reassessment», en *Public Opinion Quarterly*, (43), 1976, pp. 36-47.

28. Dick Houtman, *Class and Politics in Contemporary Social Science*, Aldine de Gruyter, Nueva York, 2000, p. 27.

29. *Ibid*.

30. *Ibid*.

31. Paolo Gerbaudo, *The Great Recoil*, *op. cit*.

32. Mark Glen Madison, «"Potatoes Made of Oil": Eugene and Howard Odum and the Origins and Limits of American Agroecology», *Environment and History*, 3 (2), 1997, pp. 209-238.

33. GRAIN, *The Fertiliser Trap. The Rising Cost of Farming's Addiction to Chemical Fertilisiers*, Institute for Agriculture & Trade Policy, 2022, <https://grain.org/system/articles/pdfs/000/006/903/original/The%20Fertiliser%20Trap%20English%20-%20Embargoed%208th%20November%202022.pdf?1667838216>.

34. Heinrich Böil Stiftung *et al*., *Soil Atlas 2024. Facts and Figures about a Vital Resource*, 2024, <https://eu.boell.org/en/SoilAtlas>.

35. *Ibid*.

36. *Ibid.*

37. Vaclav Smil, *Alimentar al mundo: un reto del siglo xxi*, Siglo XXI, Madrid, 2003.

38. Stiftung *et al.*, *Soil Atlas 2024*, *op. cit.*
39. *Ibid.*

La guerra por la energía. Poder, imperios y crisis económica
Alberto Garzón

La lectura abre horizontes, iguala oportunidades y construye una sociedad mejor. La propiedad intelectual es clave en la creación de contenidos culturales porque sostiene el ecosistema de quienes escriben y de nuestras librerías. Al comprar este libro estarás contribuyendo a mantener dicho ecosistema vivo y en crecimiento. En Grupo Planeta agradecemos que nos ayudes a apoyar así la autonomía creativa de autoras y autores para que puedan continuar desempeñando su labor. Dirígete a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesitas fotocopiar, escanear, distribuir o poner a disposición algún fragmento de esta obra (www.cedro.org; 91 702 19 70 / 93 272 04 45).
Queda expresamente prohibida la utilización o reproducción de este libro o de cualquiera de sus partes con el propósito de entrenar o alimentar sistemas o tecnologías de inteligencia artificial.

Primera edición: enero de 2026

© Alberto Grazón, 2026

Diseño de la cubierta, Run Design

© Edicions 62, S.A., 2026
Ediciones Península
Diagonal, 662-664
08034 Barcelona

edicionespeninsula@planeta.es
www.edicionespeninsula.com

Primera edición en libro electrónico (epub): enero de 2026

ISBN: 978-84-1100-437-4 (epub)

Conversión a libro electrónico: Realización Planeta