

5

Carbón más tecnología permiten a Europa dominar el mundo

Las praderas de América y Australia, las montañas y estepas de Asia, los desiertos helados de las regiones árticas, los desiertos cálidos de África (...) son todos nuestros tributarios. Los hombres de todas las razas contribuyen con su participación a suministrarnos nuestros principales alimentos y artículos de lujo (...), en tanto que nosotros les enviamos, en cambio, el producto de nuestra superior inteligencia, nuestro conocimiento práctico y nuestras poderosas facultades de organización (...). ¿No es un gran espectáculo este activo y complicado intercambio de productos entre los pueblos que tan rápidamente se ha desarrollado en tan pocos años?

Neumann Spullart, en el siglo XIX

El motivo de queja real no es ni más ni menos que el sometimiento de la clase trabajadora por las clases adineradas, que además han usurpado la elaboración exclusiva de las leyes, rentas, donaciones, impuestos, cuotas y, por encima de todo, los beneficios. Así se explica nuestra aflicción en seis palabras o, para reducirla a una, se podría usar la palabra Robo..., aunque la más acertada sería Máquinas.

Comunicado ludita de 1835

En el capítulo anterior describimos el gran cambio que supuso la implantación del capitalismo, la Modernidad y la conexión de América y Afroeurasia. Un cambio que no tuvo aparejada una revolución energética, aunque sí implicó un consumo creciente y una modificación en la relación social y económica con la energía. Nos referimos a esa etapa como capitalismo agrario. En este capítulo, abordaremos el salto hacia el capitalismo fosilista, aquel cuya matriz energética son los combustibles fósiles.

El capitalismo fosilista es un capitalismo maduro que se extendió a nivel planetario con la interconexión de casi todos los territorios dentro del sistema-mundo, incluidos China e India. También supuso una profunda transformación de las sociedades, sobre todo las de los territorios centrales, en las que permeó definitivamente

la visión de la Modernidad, con las ideas de progreso y competitividad como centros de los imaginarios sociales. Es decir, que solo mediante el uso intensivo de energía, el capitalismo y la Modernidad (con sus aspectos liberadores, pero mayoritariamente dominadores) se convirtieron en hegemónicos.

Para esta expansión, fueron fundamentales varios factores. Por un lado, las nuevas capacidades productivas, que permitieron el sometimiento del proletariado y la colonización de nuevos mercados. Los que no se abrieron "*motu proprio*" lo hicieron gracias a la potencia militar alcanzada con la Revolución Industrial. Además, no fueron menos importantes los nuevos medios de transporte baratos, rápidos y de alta capacidad. Este proceso fue dirigido desde Europa y los nacientes EEUU, que acapararon más poder del que ninguna otra potencia había llegado a conseguir previamente.

Uno de los corolarios más importantes de esta etapa fue un importante crecimiento demográfico, que se centró en las ciudades. Fue en estos espacios donde se focalizaron las inversiones de capital, donde se concentraron los mayores impactos ambientales y donde se estructuraron nuevas resistencias: el movimiento obrero.

A pesar de todo esto, durante el siglo XIX la mayoría de la población mundial siguió basando su consumo energético en la biomasa, en un metabolismo todavía agrario y no industrial, aunque crecientemente condicionado ya por este.

En resumen, lo que aquí describimos es el tercer gran salto energético de la humanidad (tras la agricultura, y la explotación del trabajo humano y animal). Un salto que, como los anteriores, catalizó y permitió importantísimos cambios socioambientales. Estas mutaciones no se terminaron de completar hasta la segunda mitad del siglo XX, con el uso de nuevas fuentes energéticas, y más en concreto del petróleo. Pero esa será la historia del siguiente capítulo.

5.1 La Revolución Industrial, la clave para imponer a escala global la Modernidad

Una nueva matriz energética

Por primera vez en la historia de la humanidad, se cumplieron todos los requisitos que ya vimos para la utilización máxima e ininterrumpida de energía y potencia: i) Abundancia y accesibilidad por precio de las fuentes energéticas. ii) Alta densidad energética (tabla 5.1). iii) Existencia de convertidores adecuados para permitir una amplia gama de usos, para lo que la revolución tecnológica cumplió un papel central. iv) Posibilidad de usarlos en el lugar en el que se requiera, lo que fue factible gracias al desarrollo de medios de transporte y, sobre todo, al uso de energías fácilmente transportables. v) Disponibilidad en el momento que se necesite gracias a la facilidad de almacenaje de los combustibles fósiles.

Combustible	Densidad energética (MJ/kg)	
Madera verde, hierba	5-10	
Residuos de semillas, madera seca	12-15	
Carbón vegetal	28-32	
Turba	6-8	
Carbones	Lignitos	8-20
	Carbones bituminosos	20-29
	Antracitas	31-33
Petróleo	42-44	
Gas natural comprimido	50-55	

Tabla 5.1 Densidad energética de distintos combustibles (Smil, 1994; Lorenzo, 2006; Heinberg y Fridley, 2016; Wikipedia, 2016).

De esta forma, de todas las estrategias utilizadas por el ser humano para conseguir energía (fuego, recolección, caza, agricultura, control de seres humanos y animales, uso de energías renovables), los combustibles fósiles unidos a las máquinas han sido los que más potencia¹, energía² y versatilidad le han proporcionado (figura 5.1). La Revolución Industrial supuso la entrada en un cuarto gran periodo energético. El primero había sido la etapa *forrajera*; el segundo, el salto a la agricultura; el tercero, el uso del trabajo animal y humano forzado. De este modo, tal vez sería más adecuado hablar de Revolución Fossilista que de Industrial, aunque vamos a usar el segundo término por estar más extendido y porque sin los cambios tecnológicos los combustibles fósiles no hubieran expresado todas sus potencialidades.

Sin embargo, la energía utilizada no fue solo fósil. La fuerza humana se siguió usando en cantidades crecientes y la biomasa también. Al igual que el paso de la sociedad *forrajera* a la agrícola había conllevado más horas de trabajo (más energía humana)³, el salto a la industrial también trajo consigo jornadas más largas y más personas trabajando (crecimiento demográfico, extensión del sistema-mundo). Esto vino motivado por la necesidad del capitalismo del trabajo humano para producir la plusvalía⁴. En consonancia, durante esta época la explotación agraria aumentó. Además, también se mejoró el aprovechamiento hidráulico⁵. Como en los anteriores

1 Los “motores humanos” llegan a tener 0,1 kW de potencia; los bueyes, 0,3 kW; los molinos de agua romanos, 2 kW, y los más avanzados del siglo XVIII, 8 kW; el motor de vapor de Watt, 100 kW; y para comienzos del siglo XX las turbinas de vapor y de agua, 10.000 kW (Smil, 2004). Así, se pasó de 500 W/per previos a la Revolución Industrial a 3.000 W/per a finales del siglo XIX en Alemania (Prieto, 2009).

2 En el siglo XVIII, el uso de energía se multiplicó por 3-5 (González de Molina y Toledo, 2011) y en el siglo XIX, por 5 (Christian, 2005).

3 Apartado 2.3.

4 Apartado 4.3.

5 A mediados del siglo XIX, se inventó la turbina, que aumentó notablemente la eficiencia de los molinos de agua y los sustituiría (Smil, 1994).

cambios de la matriz energética, lo que se produjo fue una adición de nuevas fuentes más que una sustitución. Esto no impidió que, en los usos que requerían mucha potencia, sí se diese esta sustitución.

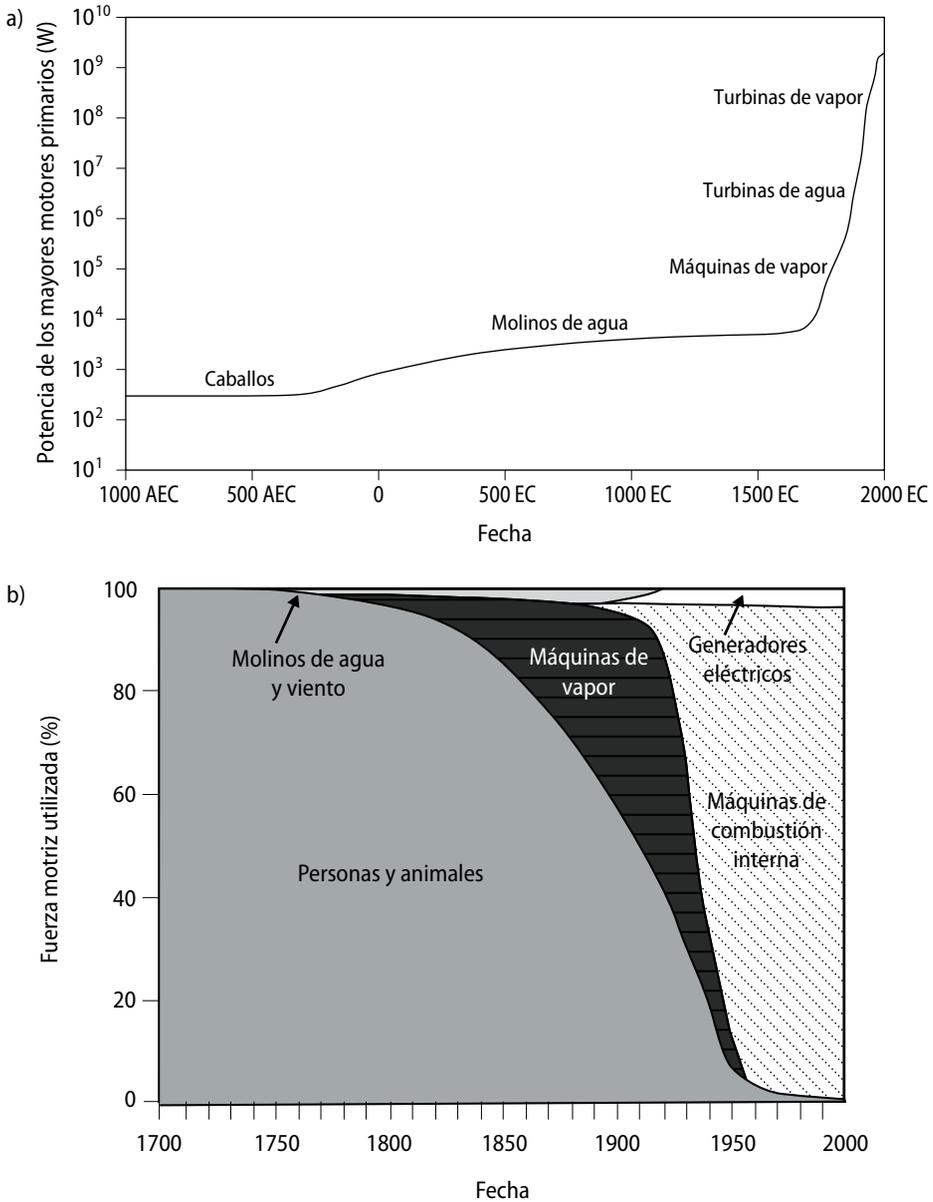
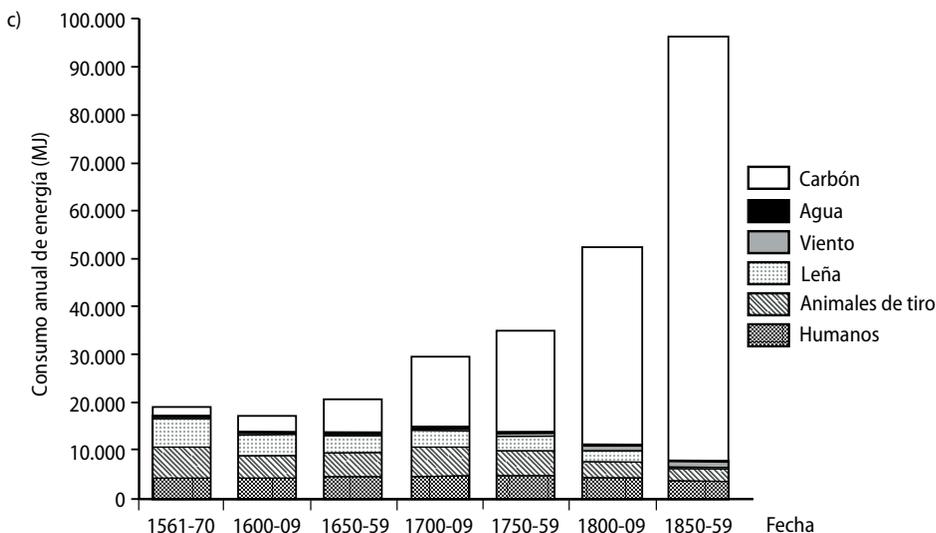


Figura 5.1 a) Potencia disponible por el ser humano desde la domesticación de animales de tiro (Smil, 2004). b) Fuerza motriz usada por distintas sociedades (Smil, 2017). c) Consumo anual de energía per cápita en Inglaterra y Gales (Wrigley, 2010).



Las “viejas” formas de energía también resultaron determinantes para que la Revolución Industrial fuese posible. Por ejemplo, el capital acumulado gracias a las plantaciones de caña de azúcar usando trabajo esclavo fue crucial en las inversiones mineras e industriales (Moore, 2013a). Esto tiene similitudes a lo que ocurrió con el capital inicial genovés fruto del trabajo esclavo que permitió el inicio del capitalismo⁶.

El cambio también fue organizativo, y se pasó de una producción descentralizada, en muchas ocasiones en los hogares, a otra basada en grandes fábricas⁷. Esto significó que no solo se usó una energía más concentrada (carbón) para generar mucha más potencia mecánica (máquina de vapor), sino que además se organizó mejor el trabajo humano para aumentar su aporte energético y, con ello, la productividad. Las personas trabajando de forma coordinada multiplican su fuerza, no la suman. Esto era algo que ya se había experimentado con las grandes construcciones monumentales de la época de los Estados agrarios.

El gran incremento en el consumo energético también se debió al uso de las nuevas máquinas: si se contempla todo su ciclo de vida, incluyendo la fabricación, los nuevos aparatos consumieron grandes cantidades de energía. Las máquinas son energía y materia condensada. Esto hizo que realmente los procesos no fuesen más eficientes, sino todo lo contrario. Desde la etapa *forrajera*⁸, los desarrollos tecnológicos en general han supuesto un mayor consumo de energía y no un ahorro. Con este dispendio se consiguió, básicamente, potencia y capacidad de obtener cantidades mayores de energía.

6 Apartado 4.2.

7 Entre finales del siglo XVIII y principios del XIX, la mayor parte de la producción manufacturera británica se seguía produciendo en talleres artesanales o en casas.

8 Apartado 3.7.

Este salto también se produjo en el consumo material⁹ y en su acumulación, que creció enormemente, sobre todo en forma de infraestructuras. También cambió la finalidad de los materiales usados: mientras que en el siglo XVIII menos del 20% se utilizaba con objetivos no energéticos, en las sociedades industriales el porcentaje subió por encima del 50%. Todo ello conllevó que el uso de energía y de materiales por hectárea se multiplicase por más de 10. Es decir, que el sistema se volvió mucho más intensivo en su explotación del entorno (tabla 4.1).

Las transiciones energéticas no son un suceso único, sino que están compuestas por múltiples transiciones en distintos sectores (calefacción industrial y en los hogares, iluminación, potencia), cada una de ellas con una velocidad (tabla 6.1). Los principales directores de estas transiciones en el capitalismo han sido las oportunidades de producir más barato y/o la disposición de mejores servicios energéticos. En el segundo de los casos, ha sido habitual que las nuevas energías resultasen más caras, pero, como daban mejores prestaciones (flexibilidad, limpieza), había sectores sociales que las preferían. Esto permitía que estas fuentes tuviesen un mercado sobre el que ir creciendo y, con ello, abaratando los costes (innovación, economía de escala). Una vez que el coste descendía lo suficiente, la transición se producía en el conjunto del sector. De media, las transiciones energéticas desde la biomasa hasta los combustibles fósiles en las regiones centrales tuvieron una fase de innovación de unos 100 años y otra de difusión de unos 50¹⁰ (Fouquet, 2010).

Al menos desde el siglo XIII, el carbón venía usándose en Inglaterra en la calefacción doméstica¹¹. Sus aplicaciones fueron ampliándose, de forma que a principios del siglo XVII se utilizaba también en ciertas industrias (ladrillo, forjas, desalación, jabón, cerveza). Sin embargo, este carbón no servía para la industria siderúrgica debido a las impurezas que tenía, que hacían que el hierro resultase quebradizo. Solo con el empleo de un carbón mucho más puro, el carbón de coque¹², que no llegaría hasta la Revolución Industrial, se pudo expandir su uso a todos los sectores industriales que requerían calefacción. Otras aplicaciones del carbón fueron el gas de coque, que se empleó sobre todo para el alumbrado desde principios del siglo XIX y en la industria de los tintes a partir de 1854, dando inicio a múltiples utilidades de los combustibles fósiles más allá de las energéticas. Pero, sin lugar a dudas, el principal uso del carbón fue en los motores de vapor. Además, la minería del carbón y los motores de vapor se realimentaron, pues los ingenios permitían excavar minas más profundas que abarataban el precio del carbón y

9 Al final de la etapa *forrajera*, el consumo material doméstico (DMC, la cantidad total de materiales utilizados directamente por una economía sin las mochilas ambientales) era de unas 7 Mt de biomasa. En 1850, eran 4.000 Mt (Krausmann, 2011).

10 Recordamos que las transiciones energéticas previas habían durado de media 500 años en la fase de innovación y 300 en la de difusión (Fouquet, 2010).

11 La mayoría de las minas de carbón británicas se abrieron entre 1540 y 1640 (Smil, 1994; Moore, 2014a). La extracción de carbón creció de 1,5 millones de toneladas en 1630 (Moore, 2014a) a 2,7 en 1700 y 23 en 1815 (Crosby, 2006). Alrededor de 1620, el carbón superó a la biomasa como fuente para producir calor en Inglaterra y Gales (Smil, 2017).

12 Es el resultado de la destilación anaerobia del carbón bituminoso.

promovían el desarrollo de mejores motores¹³.

El petróleo empezó a explotarse en el último tercio del siglo XIX, pero su explotación masiva y mundial no se abordó hasta el siglo XX, cuando, como señalaremos en el siguiente capítulo, cambió la matriz energética del capitalismo fosilista.

La revolución tecnológica

Sin la tecnología, el carbón no hubiera permitido los cambios sociales y económicos que se produjeron. No solo hizo falta una fuente de energía concentrada y barata, sino también la capacidad de transformar calor en energía mecánica, algo nuevo en la historia de la humanidad: la máquina de vapor¹⁴. Además, la máquina movida por combustibles fósiles significó un salto cualitativo en el grado de automatismo de la tecnología, completando el tránsito iniciado desde las herramientas y continuado con las máquinas.

A diferencia de lo que había ocurrido durante la Revolución Agraria¹⁵, en este caso hubo un único foco de difusión que marcó un único modelo de industrialización: el capitalista. El foco se situó en el Creciente Carbonífero, que abarcó desde las tierras bajas de Escocia hasta la cuenca del Rin, pasando por Inglaterra, Gales, el norte de Francia y Bélgica. En el siglo XVIII, el tránsito solo tuvo lugar en Reino Unido y después, vía competencia, se extendería al resto del Creciente Carbonífero¹⁶. Su extensión al resto del sistema-mundo fue en función de los intereses de las élites¹⁷. Se pueden distinguir tres oleadas en la Revolución Industrial:

- i). Motores de vapor estacionarios y uso masivo del carbón (1787-1814). Este es el periodo del desarrollo de las máquinas de vapor para bombear agua de las minas de carbón, de la industria textil (con la hiladora de usos múltiples o el telar mecánico¹⁸) y de la siderúrgica (hornos de coque), junto a una mejora en la comunicación (camino, canales). Esta primera etapa no fue de grandes inventos, sino de aplicación de ideas sencillas (en muchos casos, antiguas) con

13 En 1800, Reino Unido tenía unas 2.000 máquinas de vapor, la mayoría de las cuales se usaba para sacar agua de las minas (Crosby, 2006).

14 Solo relativamente nuevo. Antes de la Revolución Industrial, ya existieron máquinas de vapor en Francia, España, Inglaterra o China, incluso en Egipto en 100 AEC. Además, muchas de las nuevas invenciones, como las técnicas de hilado, se basaron en métodos que ya se usaban en Afroeurasia.

15 Apartado 2.1.

16 En 1800, Reino Unido concentraba más del 80% de la extracción mundial de carbón. En 1870, todavía atesoraba más del 50% y mantuvo la primacía hasta final del siglo (Smil, 1994).

17 En 1900, con el 30% de la población mundial los Estados centrales consumían el 95% de los combustibles fósiles (Smil, 1994).

18 Después de las Guerras Napoleónicas, aproximadamente 1/2 del valor de todas las exportaciones inglesas provenía de productos de algodón y alrededor de 1835 el algodón en rama fue el 20% de las importaciones netas totales (Hobsbawm, 2001a). Durante las dos últimas décadas del siglo XVIII, las máquinas de hilado permitieron reducir el 85% el precio de los artículos de algodón. Una hiladora (*spinning mule*) movida por una máquina de vapor en 1800 podía producir tanto como 200-300 personas hilando (Christian, 2005).

una visión comercial. No hubieran sido posibles grandes inversiones de capital en investigación, ni existía un cuerpo de empleados/as cualificados/as para aplicarlas. En esta fase, a excepción de las industrias del algodón, del hierro y del carbón, la mecanización de las fábricas fue pequeña.

- ii). Motores de vapor móviles (locomotoras¹⁹ y barcos de vapor²⁰), desarrollo y fuerte expansión de la metalurgia del hierro, y mejora de las comunicaciones (telégrafo) (1843-1869). La disponibilidad de hierro fue central, pues sirvió de materia prima para muchas industrias y alentó la extracción acelerada de carbón²¹.
- iii). Electricidad comercial, motor de explosión e inicio de la industria química moderna (1898-1924). A finales del siglo XIX, empezó a utilizarse la electricidad en las ciudades, construyéndose asimismo los primeros tranvías y metros, y se inició su aplicación paulatina en la automatización de la producción industrial. La electricidad era una nueva forma de energía final de alta calidad que se generaba fundamentalmente a partir del carbón, pero también en saltos hidráulicos. Sin embargo, la expansión y el impacto social de la electricidad (y del motor de explosión) vinieron después de la transición de la hegemonía británica a la estadounidense, del carbón al petróleo, y lo abordaremos en el siguiente capítulo. En esta tercera oleada de la Revolución Industrial, la mayoría de las innovaciones ya no fueron británicas, sino estadounidenses y alemanas, con el predominio de grandes industrias que operaban a nivel internacional. Por otra parte, las máquinas se empezaron a acoplar a otras máquinas y se inició la producción de máquinas por medio de máquinas (con un gran consumo energético fósil, por supuesto).

Cada uno de los periodos estuvo precedido por una fase de depresión económica que incitó la innovación. Por ejemplo, entre 1826 y 1847/1848 se produjo una contracción en Reino Unido. El lanzamiento de otro nuevo ciclo de industrialización con el ferrocarril (y con el acero y el carbón acoplados) facilitó la salida de esta crisis²².

Todo eso generó un nuevo sistema de enorme potencia, pues combinaba el trabajo humano con diversas máquinas y grupos de máquinas. El tremendo salto productivo que supuso la Revolución Industrial permitió al Reino Unido más que doblar a China²³ (tabla 5.2).

19 La primera línea que transportó personas, además de carbón, data de 1825.

20 El primer barco de vapor comercial entró en funcionamiento a principios del siglo XIX y el primero que estableció una ruta transatlántica fue en 1833.

21 La industria del hierro consumía alrededor del 25% del carbón en 1842 (Hobsbawm, 2001a).

22 La construcción del sistema ferroviario absorbió el 15% de toda la inversión privada en la década de 1850, y el 18% en las de 1870 y 1880 (Hall y Klitgaard, 2012).

23 En el siglo XIX, la economía británica se multiplicó por 10, con crecimientos del 20-60% cada década (Smil, 1994).

	1750	1800	1830	1860	1880	1900	1913	1928	1938	1953	1963	1973	1980
Reino Unido	2	6	18	45	73	100	127	135	181	258	330	462	441
Alemania	4	5	7	11	27	71	138	158	214	180	330	550	590
Francia	5	6	10	18	25	37	57	82	74	98	194	328	362
Rusia/ URSS	6	8	10	16	25	48	77	72	152	328	760	1345	1630
EEUU		1	5	16	47	128	298	533	528	1373	1804	3089	3475
Japón	5	5	5	6	8	13	25	45	88	88	264	819	1001
China	42	49	55	44	40	34	33	46	52	71	178	369	553
India/ Pakistán	31	29	33	19	9	9	13	26	40	52	91	194	254

Tabla 5.2 Potencial industrial. 100=Reino Unido en 1900 (Headrick, 1990).

La revolución en el transporte fue tan importante como en la producción. En el profundo cambio que se produjo, fue fundamental la invención del barco de vapor y del ferrocarril. Pero también la mejora de las vías de comunicación (carreteras, canales), que, por ejemplo, permitieron la entrada en el mercado de los yacimientos de carbón del interior de Inglaterra. Otro ejemplo es que el aumento del rendimiento del vapor, junto a la apertura del Canal de Suez²⁴ (1869) y del de Panamá (1914), permitió la sustitución de los barcos de vela por los de vapor. Esto vino acompañado de un incremento del flujo marítimo²⁵. A ello hay que añadir que los vehículos refrigerados empezaron a aparecer en la década de 1830²⁶, lo que facilitó el comercio de productos perecederos.

El cambio de la matriz energética transformó el mundo

Un nuevo metabolismo: el industrial

El metabolismo, compuesto por el ciclo apropiación-transformación-circulación-consumo-excreción, se alteró profundamente. La “emancipación” de los ritmos solares permitió, en primer lugar, un incremento altísimo de la productividad industrial (transformación), lo que conllevó también aumentos en la producción agrícola y la extracción²⁷ (apropiación). Esto transformó todo el metabolismo. Creció

24 Una obra descomunal en la que trabajó más de 1 millón de personas durante 11 años.

25 Un ejemplo es la evolución de los transatlánticos: en 1890 transportaban 500.000 personas a Nueva York al año y, en la década de 1920, 1.000.000 (Smil, 1994).

26 En vísperas de la I Guerra Mundial, cerca del 40% de la carne que se consumía en Reino Unido era ya de procedencia extranjera (Bernstein, 2010).

27 La extracción de carbón fue de 15 millones de toneladas anuales hacia 1800, 132 en 1860 y 701 en 1900. La de minerales ferrosos pasó de 1 millón de toneladas en 1820 a 65 en 1910 (Wolf, 2006). De este modo, ya a finales del siglo XVIII el crecimiento físico de la economía se había multiplicado por 15-25 respecto a la era preindustrial (González de Molina y Toledo, 2011).

la posibilidad de transportar mercancías de forma rápida y barata a largas distancias²⁸ (circulación). Tanto la población como su nivel de utilización de materia y energía aumentaron (consumo). Los saltos demográficos y productivos permitieron un incremento de la urbanización y una disminución del porcentaje de población dedicada a la agricultura, lo que incentivó más el crecimiento de la producción industrial y de los servicios (transformación). Así, se diferenciaron como nunca antes los distintos sistemas socioeconómicos, lo que requirió más transporte (circulación). Todo ello, provocó un cambio en cantidad y calidad de los residuos producidos (excreción). También cambió la propia industria: de estar dedicada a una moderada transformación de los productos agrícolas (y algunos minerales) fue complejizando enormemente sus fuentes, nivel de modificación y encadenamiento de cambios. Así, no solo cambió la cantidad de energía utilizada, sino también las aplicaciones que se le daban, aumentando notablemente el uso para transformación (producción y servicios), transporte y consumo (vivienda) (figura 5.2).

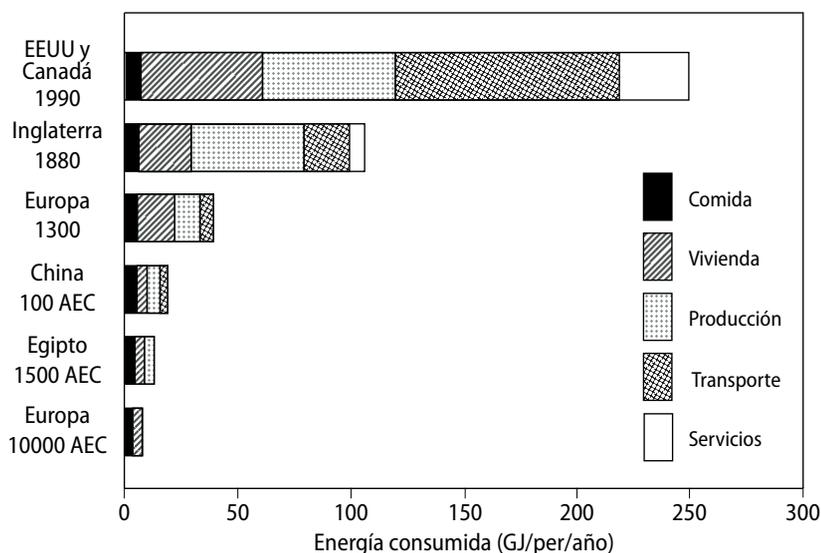


Figura 5.2 Consumos de energía per cápita para distintos fines (Smil, 1994).

De este modo, el mundo agrario dejó de estar en el corazón de la economía y ocupó un puesto aparentemente marginal. La apropiación de biomasa quedó en un papel secundario, y pasó a ser clave la de metales y combustibles fósiles, y su posterior transformación, circulación, consumo y excreción. La agricultura se convirtió simplemente en un insumo más del nuevo metabolismo. En palabras de Naredo (2006a), “se pasó de una economía de la producción a una de la adquisición”. Es más, se pasó de un sistema en el que la economía dependía de un adecuado manejo de los agrosistemas, a otro (ya en el siglo XX) en el que el uso de elementos

28 El tonelaje marítimo pasó de 0,032 millones de toneladas en 1831 a 3,3 millones en 1876 (Wolf, 2006).

externos (abonos y pesticidas sintéticos, energía) se convirtió en fundamental para obtener un volumen de producción agrícola competitivo. En todo caso, la agricultura siguió cumpliendo un papel estratégico importante, como veremos.

El cambio en el metabolismo reflejó un cambio social (y viceversa), pues se produjo una creciente especialización en cada una de sus fases. Otra forma de leer la historia de la humanidad es hacerlo en base a esta creciente segmentación social. Mientras que en la época *forrajera* una misma persona participaba de la apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción, esto desapareció en el capitalismo fosilista. Esto, además, es un indicador claro del gran aumento de la complejidad social que se produjo.

Podría parecer que esta especialización y la alta disponibilidad energética produjeron que las sociedades dejaran de dedicar tiempo a su autocuidado, pero esta imagen es falsa. Incluso tras la Revolución Industrial, la clase trabajadora estuvo compuesta por bastantes más “sirvientas, limpiabotas, basureros, cocineros, niñeras, taxistas, maestros o prostitutas que por gente empleada en minas de carbón, telares o fundiciones” (Graeber, 2014). Por supuesto, a esto habría que añadir el trabajo de cuidados en los hogares de las mujeres. En definitiva, cuidar de las personas siguió siendo la tarea principal del proletariado.

Otra novedad fue que, si en las épocas preindustriales el crecimiento de la producción dependía en gran parte del incremento de la población, incremento que a su vez se anclaba del sistema agroganadero, ahora, al cambiar las fuentes energéticas básicas, el crecimiento pasó a estar determinado por los combustibles fósiles y se pudo hacer exponencial²⁹.

En ese mismo sentido, la función del trabajo humano cambió de forma importante. El aporte básico de las personas fue dejando de ser su fuerza física y pasó a ser cada vez más su capacidad intelectual aplicada. El ser humano empezó a centrarse en el manejo y diseño de máquinas, además de dedicarse a la reproducción social.

Una separación (ilusoria) de los límites naturales

Hemos venido repasando cómo los cambios ambientales, especialmente los climáticos, fueron un factor que condicionó de forma importante los órdenes sociales. También cómo, conforme las sociedades tuvieron a su disposición cantidades mayores de energía, pudieron aumentar su resiliencia frente a estas variaciones³⁰. Los combustibles fósiles implicaron un salto cualitativo en esa resiliencia (a corto plazo) que conllevó un cambio sociológico: el entorno dejó de estar en el centro de los imaginarios económicos y culturales. En la construcción de estas nuevas cosmovisiones influyeron varios factores.

29 Tomando con cautela los datos, del año 1 al 1000, el PIB per cápita pasó de 444 a 435 \$ (en precios de 1990). De 1000 a 1820, subió a 667 \$. Durante el primer milenio, las diferencias de ingreso entre Europa Occidental, Japón, América Latina, Europa Oriental, África y Asia fueron mínimas. Variaban de 400 \$ en Europa Occidental a 450 en Asia (sin Japón). Sin embargo, en 1820 el ingreso promedio per cápita ascendió a 1.232 \$ en Europa Occidental, mientras que en África su valor siguió siendo de 418 \$ (Maddison 2009).

30 Apartados 1.2, 2.1, 3.1, 3.4, 3.10 y 4.10.

En primer lugar, se pasó de la utilización de energía casi en tiempo real a consumir de forma masiva las reservas condensadas en forma de combustibles fósiles³¹. Es decir, de una energía que se usaba en forma de flujo (energía solar que se utilizaba transformada en biomasa, por ejemplo) a otra en *stock* (combustibles fósiles). El cambio también fue de una energía dispersa y de difícil almacenaje a otra concentrada y fácil de guardar.

En esta misma línea, la era de los combustibles fósiles se puede leer como una emancipación (ilusoria y temporal) de los tiempos biológicos: la disponibilidad de energía no dependía de la estación ni de la hora y el consumo energético podía ser ininterrumpido. Tampoco dependía del clima (pero sí de la geología y la geografía, al menos hasta el desarrollo de los medios de transporte modernos). A esto se añadió que los montos de energía disponibles se imaginaron infinitos y, además, fueron más baratos de lo que lo habían sido nunca³².

Estos factores permitieron que, mientras hasta este momento la lógica de expansión del capitalismo inherente al sistema había sido sobre todo espacial (conquista de nuevos territorios e inclusión de nuevos mercados), ahora empezaba a ser también temporal (explotación de minerales, fósiles o biomasa muy por encima de sus tasas de renovación)³³.

El cambio además fue la “emancipación” respecto a la energía solar que estuvo en el centro del *forrajero* (mediante el uso “no controlado” de biomasa y fuerza humana), de la agricultura igualitaria (uso “controlado” de la biomasa) y de la dominadora (“control” de la producción de biomasa, y del trabajo humano y animal). En consecuencia, si hasta este momento histórico el dominio de la energía (solar) se producía a través del control de la tierra y de las personas³⁴, durante la Revolución Industrial se produjo un desacoplamiento entre estos factores, y la tierra pasó a ser una variable secundaria a nivel energético³⁵. En todo caso, la energía que empezó

31 El viento y el agua se usan en tiempo real, y los alimentos, con un retraso de algunos meses o, como mucho, unos pocos años. Los seres humanos, al igual que los animales, requieren algunos años de maduración antes de poder ser vectores energéticos. Solo la quema de biomasa permite un retraso en el uso de décadas. En cambio, los combustibles fósiles implican un desplazamiento temporal que va de algunos cientos de años (turba) a cientos de millones de años (carbones más duros).

32 En Reino Unido, en 1830 los precios de la energía bajaron por primera vez de representar el 20% del PIB (Fouquet, 2014).

33 Apartado 4.3.

34 Apartados 3.3, 3.7 y 4.3.

35 En 1815, las todavía ineficientes máquinas británicas realizaban el trabajo de unos 50 millones de hombres vigorosos, siendo la población total de unos 13 millones (McNeill y McNeill, 2010). En 1875, el carbón ya proporcionaba a Reino Unido una energía equivalente a un bosque con tres veces su superficie (Schandl y Krausmann, 2007). A principios del siglo XX, el carbón, el petróleo y el gas proporcionaban el equivalente a más de 1,25 billones de hectáreas de biomasa, aunque el total de la tierra que se usa para la extracción, procesamiento y transporte de los combustibles fósiles, así como la generación y transmisión de electricidad, es 400 veces menor (Smil, 2010). Una muestra de todo ello es que la propiedad inmobiliaria, en concreto la tierra, dejó de ser la inversión predilecta y fue sustituida por las acciones y distintos formatos de deuda pública (Lietaer, 2005).

a salir de las minas también motivó obviamente el control de estos pedazos de territorio.

En definitiva, el “desenganche” fue respecto a los límites físicos que el sistema basado en la energía solar había impuesto a la humanidad en su crecimiento socioeconómico y demográfico. Pero como todo el entramado dependía de las minas, en realidad era una economía fuertemente anclada a la naturaleza y, por tanto, a sus límites.

Una nueva concepción del espacio-tiempo gracias a la movilidad motorizada

Hasta la Revolución Industrial, la economía había sido básicamente local debido a los altos costes del transporte y a la lentitud de los desplazamientos (en ambos casos, especialmente por tierra), que limitaban el comercio de grandes volúmenes de mercancías y de compuestos perecederos. Con el uso intensivo de la energía contenida en los combustibles fósiles, este panorama cambió radicalmente y el transporte terrestre de mercancías, personas e información se convirtió en rápido³⁶ y rentable³⁷. Si el uso masivo de energía y la alta transformación de materiales (industrialización) fueron rasgos definitorios del nuevo metabolismo, el transporte rápido a largas distancias no lo fue menos³⁸.

Las mejoras en el transporte fueron fruto del capitalismo fosilista, pero, a su vez, permitieron su desarrollo: i) Hicieron posible la producción a gran escala, pues aumentaron los mercados potenciales y facilitaron el abastecimiento de materias primas. ii) La reducción del precio del transporte equivalió a una reducción arancelaria. iii) La propia construcción de los nuevos medios de transporte creó nuevas demandas³⁹, es más, ha sido una de las vías prioritarias de reproducción del capital. iv) Los ferrocarriles, a pesar de las fuertes inversiones que requerían en un principio, ahorran a medio plazo capital para la economía en su conjunto, pues permitían reducir las mercancías almacenadas, mejorando la proporción entre capital invertido y producción. v) La capacidad de transportar mercancías a largas distancias potenció la división espacial de la producción y el consumo que ya se venía articulando en el sistema-mundo. Así, la interrelación entre las Periferias y el Centro se hizo mucho más estrecha y las sociedades periféricas fueron explotadas en mayor medida, pues orientaron más su producción para el mercado internacional y, a su vez, su consumo dependió cada vez más de este. vi) Como ya explicamos, el capitalismo genera crisis periódicas, cuya superación requiere de la expansión del sistema introduciendo más personas y territorios en el mercado capitalista⁴⁰. Para

36 Los carros tirados por caballos se movían a menos de 10 km/h, pero en 1900 los trenes iban 10 veces más rápido (Smil, 2004). Entre 1760 y 1790, el tiempo requerido para viajar de Londres a Mánchester se redujo de 3 a 1 día (McNeill y McNeill, 2010).

37 El coste del transporte por tierra bajó un 90-97% cuando los ferrocarriles sustituyeron a los carros (Wolf, 2006; McNeill y McNeill, 2010).

38 En el siglo XIX, el comercio mundial se multiplicó por 25 y las exportaciones por 50 (Le Moal, 2014).

39 Los ferrocarriles fueron determinantes en que la extracción de hierro británica se duplicase entre 1835 y 1845, pues consumieron el 15% de esta (Hobsbawm, 2001a).

40 Apartado 4.3.

hacer esto posible, unos medios de transporte rápidos y baratos son imprescindibles, es más, su construcción también ha sido un elemento central en la salida a las crisis al generar nuevos nichos de inversión. vii) Se pudieron expandir las ciudades, que son los espacios predilectos de reproducción del capital.

Como apuntamos, los avances se produjeron también en el transporte de la información, con el hito de la invención del telégrafo⁴¹, un cambio de un calado similar al transporte de mercancías, sobre todo para el desarrollo de los mercados financieros.

Por otra parte, el ferrocarril se erigió en el instrumento que permitió doblegar definitivamente a la orografía, transformando la relación del ser humano con el territorio, sobre todo en la segunda mitad del siglo. La dinamita ayudó al ferrocarril en esta tarea, permitiendo eliminar los “accidentes” que este se pudiera encontrar por el territorio, pero también el trabajo de millones de brazos humanos. Esta transformación del territorio fue tanto mayor cuanto mayor era la velocidad a la que se desplazaba el medio de transporte⁴². Además, el aumento en la velocidad implicó un crecimiento del consumo energético.

La movilidad también se convirtió en una diferencia de clase. Como señala Illich (1974): “En toda sociedad que hace pagar el tiempo, la equidad y la velocidad en la locomoción tienden a variar en proporción inversa una de la otra. Los[as] ricos[as] son aquellos[as] que pueden moverse más, ir donde les plazca, detenerse donde deseen y obtener estos servicios a cambio de una fracción muy pequeña de su tiempo vital. Los[as] pobres son los[as] que usan mucho tiempo para que el sistema de transporte funcione para los[as] ricos[as] del país”.

En resumen, la Revolución Industrial se puede leer como una contracción del tiempo (contenido en los combustibles fósiles, aumento de la productividad). Y esta contracción temporal permitió la espacial, arrasando con el resto de formas de organización social no capitalistas.

Nuevas posibilidades para la dominación

Como hemos argumentado, una mayor utilización de energía permitió y requirió de sistemas sociales más complejos, que en muchos casos han venido de la mano de mayores tasas de dominación⁴³. Donde ya existía la relación de interdependencia energía-complejidad-dominación, el uso de los combustibles fósiles posibilitó reforzarla. La restricción en el acceso a la energía había sido una de las limitaciones fundamentales para la dominación de unos seres humanos sobre otros, pero durante dos siglos estos límites físicos a la dominación se difuminaron y casi solo quedaron los humanos, que tuvieron problemas para contener al capitalismo. La clave no estuvo solo en la energía, sino también en su interrelación con la tecnología. De

41 En 1861, San Francisco y Nueva York estaban unidas por el telégrafo y en 1866 se tendió la primera línea transatlántica.

42 Una persona para caminar necesita 0,8 m² libres. Si lo hace en bicicleta, requiere 3 m² de una superficie más o menos llana. El automóvil requiere 60 m² circulando a 40 km/h por una superficie regular (Herrero y col., 2011).

43 Apartados 1.3, 2.3 y 3.7.

este modo, una vez más en la historia, pero con más fuerza que en el pasado, el sistema ciencia-tecnología sirvió a los intereses del poder⁴⁴.

Hay tres bloques de explicaciones por las que aumentaron las posibilidades de dominación: i) los combustibles fósiles aumentaron la capacidad de reproducir el capital⁴⁵, ii) dieron herramientas más sofisticadas de sometimiento y iii) permitieron el desarrollo de unos contextos sociales que alimentan la dominación. Analicemos cada una de ellas.

En el capitalismo, el poder es sinónimo de capacidad de reproducción del capital. Un elemento central de esta reproducción es el trabajo humano asalariado⁴⁶. A este se incorporaron cantidades crecientes de personas por la extensión del sistema-mundo y porque el uso de máquinas hizo menos relevante la fuerza física, lo que permitió la contratación masiva de mujeres e infantes⁴⁷.

Otro factor que incrementó la reproducción del capital fue que la nueva energía barata y abundante permitió aumentar mucho la productividad por persona. Pero no solo eso, sino que las máquinas podían funcionar todo el día y, con el invento de la iluminación con gas, primero⁴⁸, y eléctrica, después, las jornadas laborales se pudieron hacer más extensas⁴⁹. Además, la máquina impuso su ritmo de trabajo, forzando el humano.

La productividad también creció fruto de los cambios en la forma de trabajar. Hasta entonces, la producción manufacturera era descentralizada en pequeños talleres. Pero así el empresario tenía poca defensa frente a los hurtos de materias primas, poco control de la calidad del producto y también una reducida capacidad de disciplinar a quienes trabajaban para él⁵⁰. A esto hay que añadir que no había posibilidades de una economía de escala (con las ventajas organizativas, de reducción de la mano de obra, de compra y de distribución). Todo esto cambió con la creación de las fábricas, empezando por las textiles. Además, la máquina de vapor funcionaba más eficientemente para grandes producciones que para pequeñas.

44 Apartados 3.4 y 4.9.

45 Entre 1500 y 1820, el PIB per cápita de Europa creció el 0,14%/año, pero a partir de ahí alcanzó y después superó el 1%/año (Maddison, 2009). Además, los rendimientos del capital en los últimos siglos (prácticamente desde la Revolución francesa) se han incrementado una tasa media del 5%, lo que está muy por encima del 1-1,5% del crecimiento de la economía media (Piketty, 2014).

46 Apartado 4.3.

47 Gran parte del trabajo más duro era realizado por mujeres y adolescentes (Smil, 1994). En 1838, solo el 23% de las/os trabajadoras/es textiles británicas/os eran hombres adultos (Hobsbawm, 2001a).

48 Los primeros espacios iluminados con lámparas de gas en 1802-1805 fueron fábricas, no calles (Debeir y col., 1991).

49 Alcanzaron las 14-16 h/d (Mumford, 2006).

50 La fábrica supuso el paso de una producción más parecida a una familia a otra similar a un ejército. Y este cambio no era solo de escala, sino también de las relaciones de solidaridad, que eran mayores cuando la producción era familiar. Esto facilitó el sostenimiento de la disciplina en base a las técnicas que ya se venían usando en el ejército y las plantaciones basadas en mano de obra esclava. Por ello, el proletariado se resistió a trabajar en las fábricas a pesar de que allí los salarios tendían a ser más altos que los de las industrias domésticas (Hobsbawm, 2001a).

Esta mayor productividad permitió el aumento de la masa de plusvalía, pues incrementó el número de mercancías y bajó su precio, lo que posibilitó un monto mayor de ventas y rebajar los salarios sin depreciar el poder adquisitivo (o sostener los salarios incrementando el consumo)⁵¹. Además, esto se expandió por todo el mundo cuando se forzó el “libre comercio”, ya que las empresas que implantaron las nuevas máquinas se tornaron más competitivas. El cambio se fue extendiendo por todas las ramas de la producción.

El aumento de la productividad también implicó un crecimiento de la economía productiva. Sobre este crecimiento se construyó un desarrollo de la economía financiera sin precedentes, lo que posibilitó una circulación más rápida del capital.

El maquinismo posibilitó el desarrollo de distintas ramas de la industria conforme fue sustituyendo mano de obra por ingenios. Además, limitó la necesidad de trabajo agrícola en las regiones centrales. Esto se logró mediante la industrialización del campo (que en el siglo XIX vivió solo sus primeras etapas) y por la deslocalización de la producción agraria hacia las regiones periféricas. Todo ello redundó en una capacidad mayor de reproducción del capital gracias a una profundización en la regla del notario⁵².

A esto se añade que, como sostiene McNally (2006), la industrialización permitió al capitalista estar un paso por delante en la lucha de clases. La sustitución del trabajo humano por máquinas creó bolsas de personas desempleadas que permitieron al empresariado bajar los sueldos. Otra ventaja a nivel salarial fue que a las mujeres e infantes que se incorporaron al mercado laboral en un contexto patriarcal se les pagaron salarios bajos con mayor facilidad. Además, en ocasiones las máquinas se introdujeron para minimizar el alcance de las huelgas.

En lo que concierne a la expansión del capitalismo hacia nuevas sociedades y facetas de la vida para aumentar la reproducción del capital, el transporte permitió explotar más territorios y productos, así como unificar los mercados nacionales. Hasta este momento histórico, en el que el transporte se hizo barato, no fue posible la existencia de mercados realmente integrados. A este fin, también sirvieron los avances militares y médicos (que facilitaron la colonización de África). Otro ejemplo fue la introducción de los abonos sintéticos, que hicieron productivas tierras que antes no lo eran, volviéndolas más apetecibles para su apropiación.

Un último factor por el cual el capital se reprodujo mucho más rápido fue por la conversión en capital de una cantidad gigantesca de “trabajo” de la naturaleza. Especialmente, el de concentración de energía en forma de combustibles fósiles, pero también de minerales.

El segundo bloque de explicaciones por las que la concentración de poder aumentó fue por un incremento de las herramientas de dominación. La primera de todas fue la potencia bélica, el último recurso de sometimiento. Sobre este aspecto entraremos más adelante.

Otra herramienta de sometimiento son las propias fuentes y vectores energéticos. Hasta este momento, la energía (madera, agua, viento, animales y seres humanos),

51 Todo esto, con las contradicciones que ya señalamos a largo plazo (apartado 4.3).

52 Apartado 4.4.

aunque no estuvo al alcance de todo el mundo en igual medida, tuvo una amplia distribución y era más o menos accesible para la población. Y lo mismo se puede decir de los recursos usados (madera, piedra). Sin embargo, las fuentes energéticas (carbón) y materiales (hierro) de la Revolución Industrial tenían localizaciones físicas más concretas y, desde el principio, fueron privadas. Además, la población accedía a estos recursos vía mercado monetizado, lo que reforzó la salarización social y el debilitamiento de economías no capitalistas. Lo mismo se podría decir de la nueva tecnología, mucho más compleja y cara que la pretérita en su construcción y mantenimiento y, por lo tanto, con acceso más limitado. Los mismos procesos se reprodujeron a nivel macro: las distintas sociedades fueron teniendo disponibles cantidades cada vez más desiguales de materia, energía y tecnología.

El cambio de sociedades que usaban herramientas y máquinas sencillas, al de sociedades con una utilización creciente de máquinas complejas no fue irrelevante. Mientras el primer nivel tecnológico podía alumbrar sociedades igualitarias o dominadoras⁵³, el segundo es propio y perpetúa las dominadoras, ya que: i) Las tecnologías complejas son intrínsecamente insostenibles. Se basan en materiales no renovables, tienen fuertes impactos ambientales en su ciclo de vida y, en términos globales, todas ellas son muy ineficientes en el consumo energético. De este modo, tienen impactos insoslayables sobre la vida de todos los seres vivos presentes y futuros, y no son universalizables. Es más, en al medida que se fue imponiendo el uso de la alta tecnología, esto implicó que actos cotidianos (trabajar remuneradamente, desplazarse) tuviesen un impacto considerable, significando un ejercicio de poder. ii) Las herramientas complejas implican que el acceso a cómo funcionan, a su control, solo pueda estar al alcance de pocas personas. Como la tecnología es un elemento central del funcionamiento social, este acceso restringido es una desigualdad de poder latente. iii) Los mecanismos de almacenamiento y gestión de la información que posibilitaron las tecnologías complejas fueron permitiendo a los centros de poder manejar volúmenes crecientes. Esto se usó profusamente como herramienta coercitiva⁵⁴.

Finalmente, el tercer bloque de explicaciones del incremento de las relaciones de dominación es que la gran y versátil disponibilidad energética influyó de manera determinante en el desarrollo de los contextos en los que vivían las personas. Estos contextos son elementos centrales para explicar las relaciones de dominación (aunque son mucho más que eso). Nos referimos a elementos como las metrópolis, el Estado, la Megamáquina o la sociedad de la imagen y el consumo. Sobre todos ellos iremos entrando a lo largo de estos dos capítulos.

En consecuencia, sin el incremento de la mecanización y la energía barata, el capitalismo no solo no hubiera llegado a su fase madura como mecanismo de control social, sino que tal vez no habría sido el modelo hegemónico a nivel mundial. Un capitalismo de base agraria tenía mucho más complicado dominar a otros sistemas

53 Ya discutimos que las herramientas son una expresión social que a la vez condiciona los órdenes sociales (apartado 1.3).

54 Haciendo un pequeño salto en el tiempo, Google y la NSA atesoran una cantidad de información sobre millones de personas inimaginable por los Estados agrarios.

económicos también solares. En todo caso, las nuevas fuentes de energía también abrieron caminos para la emancipación humana, aunque fueron menos “exitosos” que los que buscaron la dominación. Los iremos refiriendo.

Una senda de difícil retorno, pero crecientemente inestable

Al igual que indicamos al hablar de la aparición de la agricultura⁵⁵, la industrialización, el uso masivo de la energía, marcó un punto de muy difícil vuelta atrás para la humanidad. Una vez asentado un modo de vida urbano, una economía mundializada, un consumo material en aumento y un tamaño poblacional alto, todo ello dependiente de los combustibles fósiles, desengancharse de ese consumo energético requiere un gran cambio civilizatorio, el cambio que ahora está en curso y en cuyos detalles entraremos más adelante.

La dificultad de evolucionar hacia una sociedad menos energívora no es únicamente sociológica, sino fundamentalmente económica, pues la reproducción ampliada del capital solo puede sostenerse sobre aumentos constantes de la productividad, de la extensión del mercado y de la explotación de la naturaleza⁵⁶. Todo ello, inevitablemente, se apoya sobre consumos crecientes de energía. Esto implica que la vuelta a un metabolismo agrícola requerirá quebrar por la fuerza la tendencia “natural” del capitalismo.

Pero, a la vez, el capitalismo fosilista significó también un incremento de la inestabilidad social. Las anteriores revoluciones energéticas habían generado una aceleración de los cambios históricos, fruto de la energía disponible y de organizaciones sociales cada vez más basadas en la dominación. Tras la Revolución Industrial, el ritmo del cambio social se incrementó en muchos órdenes de magnitud. Además, la tendencia intrínseca a generar crisis del capitalismo se aceleró⁵⁷. En contrapartida, la mayor disponibilidad energética dio más independencia (mientras durase) a las sociedades humanas de las variaciones ambientales.

¿Por qué se produjo la Revolución Industrial?

Esta pregunta tiene dos aspectos: por qué se produjo el salto inicial en Gran Bretaña y por qué este se impuso después en el resto del planeta. A continuación vamos a abordar las dos cuestiones a la vez, pues las respuestas a ambas preguntas se entremezclan.

La Revolución Industrial se dio en Gran Bretaña porque allí existían los recursos naturales necesarios (carbón, hierro), porque había una escasez importante de una fuente energética básica del metabolismo agrario (madera) y porque existían las infraestructuras (canales, barcos) e instituciones (Estado fuerte⁵⁸) para dar salida a esa producción a nivel internacional. En todo caso, la causa última fue que el capitalismo estaba especialmente desarrollado allí y empujaba hacia la competencia

55 Apartado 2.1.

56 Apartado 4.3.

57 Apartado 4.3.

58 Según hemos definido Estado fuerte en el capitalismo (apartado 4.3).

creciente, que conlleva más innovación. Este empuje se produjo de manera que las causas iniciales generaron condiciones que realimentaron el proceso. A continuación analizamos brevemente algunos de estos factores.

Acabamos de señalar las ventajas que supuso la industrialización para el desarrollo del capitalismo. Este fue el motor clave de la Revolución Industrial, que probablemente hubiera llegado tarde o temprano con este sistema socioeconómico. Pero el cambio se precipitó por la escasez de madera en Gran Bretaña⁵⁹. Y fue posible gracias a la disponibilidad de capital, que provino de los beneficios del comercio ultramarino y del saqueo colonial, por ejemplo, de India.

Después de 1860, las universidades y centros de investigación, donde la ciencia estaba profesionalizada, se fueron coordinando cada vez más con las empresas (que también empezaron a crear sus propios departamentos de investigación). A nivel de innovación, el Estado apostó especialmente por la investigación militar, que desde 1880 fue fuertemente subvencionada por las principales potencias, empezándose a crear el sistema militar-industrial. Esta inversión militar empujó con fuerza el cambio de la matriz energética⁶⁰.

También hubo elementos en el propio capitalismo que ralentizaron la industrialización, como la lucha por el control de la información y las dudas acerca de la rentabilidad de las inversiones⁶¹. De este modo, el aumento de la eficiencia, por ejemplo en los motores, fue empujado por la competencia y frenado por las patentes⁶².

En contraste con todo lo dicho, en las sociedades exactoras las élites tenían poco interés en desplazar fuerza de trabajo (lo que ocurría con las máquinas), ya que los tributos que pagaban suponían la base de su riqueza. Además, se arriesgaban más a insurrecciones, pues solo contaban con la violencia como elemento coercitivo último, no con la amenaza del hambre que tenía el capitalismo una vez que desposeyó a la población de sus medios de subsistencia. A esto se sumaba la ausencia del imperativo del capitalismo hacia la competitividad en estas economías. Todo esto explica que la Revolución Industrial no se llevase a cabo antes en China, donde se

59 Mientras que los precios de media se habían multiplicado por 5 entre 1500 y 1760, los de la madera lo habían hecho por 10 (Christian, 2005; Lorenzo, 2006), a lo que había que añadir que Gran Bretaña tenía difícil el acceso a la madera báltica por su rivalidad con Holanda. Una fundición de hierro típica inglesa del siglo XVIII necesitaba 1.600 ha de árboles para mantenerse en funcionamiento perpetuo (Smil, 2017).

60 La importancia que fue adquiriendo la innovación se ejemplifica en el fenómeno de las Exposiciones Universales que se organizaron en las principales ciudades. También en que las patentes modernas aparecieron en el siglo XVIII (Sádaba, 2004).

61 Un ejemplo es que, aunque las mejoras en el tejido y el hilado se hicieron en la industria algodonera, hasta finales del siglo XVIII la mayoría de la producción textil británica era de lana y lino. Si las innovaciones no se realizaron en el sector lanero fue porque ningún productor confiaba en poder rentabilizar las inversiones antes de que sus avances fueran copiados, algo que era mucho más difícil en la producción de tejidos de algodón, que se realizaban en la lejana India.

62 Pero finalmente los motores de finales del siglo XIX eran 30 veces más potentes que los del principio del mismo siglo (Smil, 1994), no en vano la difusión de conocimiento es difícil que sea parada, ya que es una mercancía que no se puede intercambiar, sino que se comparte.

había usado el carbón para producir hierro en cantidades ingentes en el siglo XI y, además, se inventaron máquinas de vapor rudimentarias en el siglo XIV⁶³.

En el caso chino, a esto se sumó que el sistema energético, descontando la alimentación, estaba menos “desarrollado” que en Europa⁶⁴. Una forma de ver esto es que mientras Europa fue optando cada vez más por la energía exosomática, China siguió haciéndolo por la endosomática. Desde esa perspectiva, el salto hacia los fósiles era una evolución “natural” en Europa, pero no en China.

En el resto de sociedades centrales no hubo condiciones suficientes en un principio (necesidad de cambio en la matriz energética⁶⁵, Estado capitalista fuerte, capital suficiente para dar el salto). Después, tuvieron que llevarlo a cabo obligadas por el empuje británico.

63 Apartados 4.2 y 4.11.

64 En 1800, sin considerar la alimentación como fuente energética, que era probablemente superior en China, en el Estado asiático había una “unidad energética” (caballo, ganado, leña, molinos de agua o viento, y barcos) por cada 23 personas. En Europa, la razón era 1:8 (Debeir y col., 1991).

65 Por ejemplo, en Francia la carencia de madera era menos acusada y sus minas estaban en lugares con peor comunicación que en Gran Bretaña (Debeir y col., 1991).

66 Apartado 4.5.

5.10 El despegue del Capitaloceno

La naturaleza se explotó con la misma brutalidad que a los seres humanos. A ambos se les sometió a la misma lógica de sustracción, uniendo una vez más ambos aspectos. El capitalismo había generado fuertes impactos ambientales desde su inicio, impactos que están en el corazón de su funcionamiento²⁶³. Por ello se justifica hablar de Capitaloceno (Moore, 2014a): la era geológica en la que el capitalismo se convirtió en el principal agente transformador de la Tierra. Pero habría que precisar más y distinguir el Capitaloceno fosilista como el momento en el que esta transformación empieza a ser realmente intensa.

En todo caso, en el siglo XIX y principios del XX estos cambios todavía estaban relativamente ocultos. Por un lado, porque las inercias y los ritmos en la naturaleza son distintos a los humanos, así la resiliencia de los ecosistemas impidió que los tremendos impactos ambientales comenzados con la Revolución Industrial se expresasen en toda su profundidad hasta finales del siglo XX. Además, por otro lado, al inicio de la explotación intensiva del entorno todavía había muchos recursos y sumideros disponibles. De este modo, ahora vamos a señalar algunos aspectos iniciales del Capitaloceno fosilista. En el capítulo siguiente lo analizaremos en mayor detalle.

Probablemente, el impacto más claro durante esta época para las poblaciones urbanas fue la contaminación del aire (por metales pesados y partículas en suspensión, fundamentalmente), no en vano mató a millones de personas. También se contaminó el agua y el suelo. La principal causa de esta polución era el uso masivo de carbón, pero también que las máquinas de vapor eran tremendamente ineficientes²⁶⁴.

El carbón fue responsable del inicio de la liberación de ingentes cantidades de CO₂ a la atmósfera que fueron incrementando paulatinamente el efecto invernadero, como veremos en el siguiente capítulo. Además, la quema de carbón también suponía el consumo de otros recursos, como agua para la refrigeración.

Las consecuencias ecológicas indirectas de la Revolución Industrial fueron probablemente más importantes. Una de ellas consistió en la extensión de los monocultivos de exportación en las colonias a costa de las regiones boscosas. Durante los siglos XVIII y XIX, el sistema que había permitido la fortuna de los plantadores de caña se extendió a otras especies (goma, algodón, café, té)²⁶⁵. Esto hizo que la recuperación de las zonas boscosas en Europa, que se produjo a partir de 1830 como consecuencia de la sustitución parcial de la leña por el carbón en procesos de calefacción (Smil, 2004), quedase casi en una anécdota y que la AHPPN (apropiación humana de la producción primaria neta) aumentase de forma importante durante esta etapa, por ejemplo, mediante la sustitución de bosques vírgenes por

263 Apartados 4.3 y 4.10.

264 Con rendimientos de alrededor del 10% (Mumford, 2006).

265 Entre 1750 y 1910, las zonas cultivadas casi se triplicaron, sobre todo en América del Norte, Rusia y el Sureste de Asia. Los pastos se triplicaron con creces en Australia, África y América. Se expandió mucho el regadío, con la explotación consiguiente de acuíferos. Y los bosques disminuyeron el 10%, sobre todo en América del Norte (McNeill y McNeill, 2010).

sistemas agrícolas²⁶⁶. También que el uso total de biomasa aumentase, aunque el porcentaje de su contribución al consumo energético disminuyese (Krausmann, 2011).

Ya desde el principio hubo una cierta conciencia de lo limitado de los recursos que se estaban explotando (además de sus impactos ambientales), como mostró Jevons (1865). Aunque la suicida y consciente conclusión del autor, muy en la tónica de la época, fue una apuesta decidida, a pesar de todo, por el carbón.

Al filo del siglo XX, un mundo cada vez más desigual funcionaba aún en base a energías renovables

A pesar de todo el desarrollo industrial y del consumo de energía fósil, en 1900 el grueso de las necesidades energéticas de la humanidad se satisfacían todavía a partir de energías renovables, principalmente provenientes de la biomasa, y estas solo fueron superadas por los combustibles fósiles en el siglo XX²⁶⁷. De este modo, desde una mirada global, el régimen agrario siguió vivo durante décadas, coexistiendo con el industrial.

Otras energías renovables, no solo la biomasa, también siguieron teniendo un papel importante. Un ejemplo es que el uso de energía eólica en EEUU alcanzó su máximo al tiempo que lo hacía el motor de vapor. Es más, ambas energías se reorientaron a través del uso de molinos de viento para la extracción del agua necesaria en las locomotoras. También hubo avances importantes en el aprovechamiento de las energías renovables. El más significativo fue la sustitución de los molinos de agua por turbinas desde mediados del siglo XIX. Esto sería una constante a lo largo del siglo XX: la adición de fuentes energéticas y su complementarización mutua, no la sustitución de unas por otras.

En el mismo sentido, a pesar del desarrollo que había experimentado el transporte motorizado en algunos lugares del mundo, a finales del siglo XIX el grueso de las necesidades de desplazamiento en las Periferias y el Centro se satisfacía aún por medios no motorizados (a pie, tracción animal, uso de veleros). Igualmente, aun con todo el crecimiento urbano acontecido en el siglo, tan solo el 15% de la población mundial habitaba en ciudades, e incluso en Europa existía todavía un mundo rural considerable.

El uso de los combustibles fósiles era tremendamente desigual a escala mundial, pues estos se utilizaban de forma primordial en los espacios donde estaba aconteciendo la Revolución Industrial, y en ellos el peso del carbón era determinante²⁶⁸. En los territorios coloniales, el consumo energético fósil fue en general muy limitado, si exceptuamos el de los trenes que se construyeron para sacar las materias primas hasta las principales ciudades portuarias de cara a su exportación. Se empezó, pues, a configurar una fuerte desigualdad Centro-Periferias en cuanto al uso de la energía

266 En determinados territorios, la AHPPN alcanzó más del 70% (Krausmann y col., 2012).

267 En 1850, la economía mundial se basaba todavía en el régimen agrario y la biomasa proporcionaba el 80% de los materiales y el 95% de la energía (Krausmann, 2011).

268 En 1900, el carbón suponía el 90% de la energía de origen fósil. El 10% restante provenía del petróleo (Heinberg, 2007).

fósil²⁶⁹. Además, también se daba una creciente división en cuanto al consumo energético en las propias sociedades centrales, al tiempo que se acentuaban las divisiones de género en torno al uso de la energía.

En definitiva, el impacto de la actividad humana, a pesar de que se había intensificado considerablemente, todavía era relativamente limitado. El modelo capitalista operaba aún en un mundo “vacío”, en el que quedaba mucho espacio para la expansión. De esta forma, no es de extrañar que, a pesar de la importante extracción y desplazamiento espacial de recursos, y de los impactos ambientales en ascenso, especialmente en los espacios centrales, la naturaleza se considerara todavía como un bien inagotable. El sueño de la Modernidad estaba en su máximo apogeo, a pesar de las agudas desigualdades sociales dentro de los principales Estados capitalistas y entre estos y el resto del mundo. La felicidad y la transformación social se concebían en términos de producción ampliada y el futuro se mostraba radiante. La fe en la evolución positiva de la historia se afirmaba incluso entre el movimiento comunista.

Además, quedaban amplios territorios e importantes poblaciones mundiales no sujetos (o solo parcialmente) a la lógica de la mercancía y el capital, sobre todo en los espacios periféricos (sociedades vernáculas, comunidades campesinas) y, en bastante menor medida, en los territorios centrales. La expansión del capitalismo, el industrialismo y el creciente consumo de energía fósil habían logrado socavar de forma importante la autonomía de las comunidades, pero todavía la autonomía predominaba ligeramente a escala mundial. La preponderancia de las energías renovables sobre las fósiles era un buen indicador de ello. Pero iba a ser así ya por poco tiempo, sobre todo, una vez que entró en escena el uso masivo de petróleo.

269 La diferencia de consumo per cápita entre las sociedades industrializadas y no industrializadas era aproximadamente 3:1 en el siglo XIX. En 1900, con el 30% de la población mundial, los Estados centrales consumían el 95% de los combustibles fósiles (Smil, 1994).



La era trágica del petróleo, de EEUU y del dominio global capitalista

La energía de un simple galón de gasolina es prácticamente equivalente a la energía que gasta una persona en un mes trabajando duro y un[el/la] trabajador[el/la] americano[el/la] con un sueldo mínimo puede comprar un galón de gasolina con unos veinte minutos de trabajo. Es decir, una proporción de 600 a 1 (...). Por lo tanto, incluso para un[el/la] trabajador[el/la] con un sueldo bajo, la energía ha sido (...) tan increíblemente barata que prácticamente resulta gratis. De ahí nuestra capacidad para crear una sociedad en la que cualquier persona tiene cientos de esclavos energéticos. Esto es lo más cercano a la energía libre que jamás tendrá el [ser humano].

Richard Heinberg

Allí donde va el capital va el conflicto.

Beverly Silver

En este capítulo centramos el análisis en la segunda mitad del siglo XX. Gran parte de lo que abordamos es válido también para el inicio del siglo XXI y no volveremos sobre ello en el próximo capítulo. En este periodo, se produjeron dos grandes fases separadas por la crisis energética, económica y de hegemonía de la década de 1970, así como por el estallido de una revuelta global alrededor de 1968. Esta crisis marcó el cambio de la fase de predominio de la economía productiva a la financiera en el ciclo sistémico de acumulación estadounidense. Mientras que la primera etapa fue la de la independencia colonial y la Guerra Fría, en la segunda se vivió el final del “socialismo real” y el ascenso de China a la centralidad mundial.

Durante estas décadas, se produjo un cambio fundamental en varios factores claves para las sociedades y su interrelación con el entorno: i) Implantación del

modelo agroindustrial y desplazamiento de la agricultura solar por la petrolera. ii) Explosión demográfica y urbana basada en el transporte motorizado. iii) Creación de nuevos y potentísimos mecanismos de modelado de subjetividades: los medios de comunicación de masas. Sirvieron, entre otras herramientas, para proyectar el mito del desarrollo, la evolución del mito del progreso que ya abordamos. iv) Cambios en el Estado, pasando del Estado social al neoliberal. v) En interrelación con los cambios en el Estado, se produjeron los de los movimientos sociales, con la pérdida de centralidad del movimiento obrero y el surgimiento de los “nuevos movimientos sociales” y, posteriormente, del movimiento antiglobalización. vi) Y, como elemento central en el devenir presente y futuro de la humanidad, el estallido de la crisis ambiental global.

Todo ello fue posible por la disposición de una cantidad creciente de energía barata, transportable, almacenable y de alta densidad energética: el petróleo. Toda esta etapa está condicionada por esta fuente energética, que será un hilo conductor del capítulo.

6.1 Del carbón al petróleo: la Megamáquina se desparrama por el mundo entero

El petróleo se convierte en la fuente energética básica y la electricidad, en el vector energético clave

Las transiciones energéticas no son un suceso único, sino que están compuestas por múltiples transiciones en distintos sectores, cada una de ellas con una velocidad²⁷⁰. Un nuevo régimen energético tarda décadas en desplegarse y en desplazar al previo²⁷¹: necesita desarrollar nuevas tecnologías, empresas, infraestructuras, vehículos, necesidades sociales, marcos legales, financiación, etc. En el extremo de máxima rapidez en las transformaciones probablemente se sitúe Reino Unido por su posición central en el sistema-mundo (tabla 6.1).

270 Apartado 5.1.

271 Las transiciones en los espacios centrales desde el metabolismo agrario al industrial han durado de media unos 100 años en las fases de innovación y 50 en las de difusión (Fouquet, 2010).

Servicio	Fuente original-nueva	Periodo de la invención al dominio	Periodo de la difusión al dominio
Calefacción residencial	madera-carbón	1500-1800 (300 años)	1580-1800 (220 años)
	carbón-gas	1880-1975 (95 años)	1920-1975 (55 años)
Calefacción industrial	madera-carbón	1300-1700 (400 años)	1550-1700 (150 años)
Fundición de hierro	madera-carbón	1709-1790 (81 años)	1750-1790 (40 años)
Trabajo	animales-molinos	700-1350 (650 años)	1000-1350 (350 años)
	buey-caballo	900-1600 (700 años)	1070-1600 (530 años)
	animales-motor vapor	1710-1920 (210 años)	1830-1920 (90 años)
	motor vapor-eléctrico	1821-1950 (139 años)	1920-1950 (30 años)
Transporte	caballos-tren	1804-1860 (54 años)	1830-1860 (30 años)
	tren-motor combustión	1876-1950 (74 años)	1911-1950 (39 años)
	velero-barco vapor	1815-1890 (75 años)	1830-1890 (60 años)
Iluminación	vela/lámpara-gas	1800-1850 (50 años)	1810-1850 (40 años)
	vela/lámpara-keroseno	1850-1900 (50 años)	1860-1900 (40 años)
	gas-electricidad	1810-1935 (125 años)	1880-1935 (65 años)

Tabla 6.1 Transiciones energéticas en Reino Unido (Fouquet, 2010).

El petróleo había empezado a explotarse industrialmente (como lubricante y luego como combustible para el alumbrado²⁷²) en el último tercio del siglo XIX²⁷³,

272 El petróleo que se encontraba superficialmente se había utilizado a lo largo de la historia para impermeabilizar embarcaciones, madera y ropa, así como para alumbrado.

273 Solo en Bakú (mar Caspio) se había usado el petróleo de forma regular en tiempos preindustriales. En esa zona, Rusia construyó la primera "refinería" (1837) y el primer pozo (1846) (Smil, 2017). El primer pozo de EEUU data de 1859, pero el primero de chorro de petróleo es de 1901. Antes del fin del siglo XIX, había campos petroleros en California, Texas y Oklahoma (EEUU). Su motivación fue sustituir la grasa de ballena, que estaba escaseando. En 1900, en Rumanía, Bakú y Sumatra (en las entonces Indias Orientales Holandesas). Durante la I Guerra Mundial, hubo campos en México, Irán, Trinidad y Venezuela. En el inicio del siglo XX, se descubrieron los principales campos del Suroeste Asiático, pero su explotación masiva no se abordó hasta bien entrado el siglo. La extracción de petróleo entre 1900 y 2013 aumentó 207 veces (Renner, 2015).

pero su uso energético sustancial llegó bien entrado el siglo XX²⁷⁴. Y lo mismo podríamos decir del motor de explosión interna que, aunque se había inventado en 1870, no se difundió masivamente hasta entrado el siglo siguiente²⁷⁵. Petróleo y motor de explosión fueron el tándem equivalente al carbón y la máquina de vapor del siglo XIX.

En las regiones centrales, la penetración del petróleo en los sistemas energéticos se produjo después de la II Guerra Mundial (entre 1950 y 1970)²⁷⁶. EEUU comenzó a montar un sistema de oleoductos en la década de 1880, aunque las redes densas no se construyeron hasta 1945 (Norteamérica) y 1960 (Europa). El transporte en petroleros de forma masiva empezó en la década de 1960. Las primeras refinerías empezaron a funcionar tras el descubrimiento del craqueo a alta presión (1913) y el catalítico (1936) (Smil, 1994). El cambio del carbón al petróleo en el transporte empezó en el ámbito militar. En la década de 1890, se habían construido los primeros navíos propulsados por petróleo, algo que ya era mayoritario en la I Guerra Mundial. Esta tendencia se aceleró durante la II Guerra Mundial.

El despegue del petróleo estuvo determinado por EEUU. A pesar de la creciente difusión planetaria de la extracción de crudo durante el principio del siglo XX, en especial en el Suroeste Asiático²⁷⁷, el dominio de EEUU fue abrumador²⁷⁸. Las potencias europeas tardaron décadas en reaccionar ante la avalancha petrolífera. Además, Europa, al principio, no “tenía” petróleo (pues no sabía de su existencia bajo el mar del Norte). Esto fue un factor determinante para que el siglo XX fuera el siglo de EEUU²⁷⁹.

El inicio de la historia del petróleo está marcado por Standard Oil, pilotada por los Rockefeller²⁸⁰. Esta compañía se puede considerar quizás la primera empresa transnacional moderna. Fue un ejemplo de integración vertical y horizontal (con la absorción de competidoras). En las primeras décadas del siglo XX, se crearon las

274 A principios del siglo XXI, el 93% era para usos energéticos y el resto, para materiales (fibras, agroquímicos, alimentos, detergentes, cosméticos, plásticos, explosivos) (Barreda y col., 2007).

275 Solo en 1930 la gasolina se convirtió en el principal derivado del petróleo (Ponting, 2007).

276 Mientras que en 1913 el petróleo proporcionaba el 5% de la energía mundial, en 1970 era responsable del 50% (BP, 2014) y suponía el 60% de las mercancías transportadas por mar (Mitchell, 2011). Fue en la segunda mitad del siglo XX cuando el consumo de petróleo explotó: desde 1961 se ha consumido el 90% de todo el petróleo quemado por la humanidad y el 50% desde 1988 (Hughes, 2012). A principios del siglo XXI, la industria petrolera era la mayor del mundo y representaba el 14% del comercio de mercancías. También era la industria más intensiva en capital (Princen y col., 2013).

277 Usamos esta denominación en lugar de Oriente Medio o Próximo para evitar la carga eurocéntrica que conllevan. Es algo que venimos haciendo durante todo el libro, pero que probablemente llame más la atención en el momento histórico en el que ahora nos adentramos.

278 Al iniciarse la II Guerra Mundial, EEUU controlaba más del 60% de la extracción mundial.

279 Además, EEUU era un inmenso Estado en el que los propietarios del suelo poseían también los recursos del subsuelo.

280 En 1880, Standard Oil controlaba el 90% de las explotaciones mundiales (Heinberg, 2006). En 1900, era responsable de más de 1/2 de las ventas de petróleo refinado globales. En 1910, controlaba el 90% de los productos de refino vendidos en EEUU (Debeir y col., 1991; Podobnik, 2006).

grandes petroleras de los países centrales. Primero aparecieron las estadounidenses, que se originaron principalmente a partir del fraccionamiento obligado (Ley Antitrust) de Standard Oil (1911). Luego irrumpieron las europeas, la mayoría de las cuales recibieron apoyo estatal para empezar a funcionar o fueron directamente creadas por el Estado²⁸¹. El petróleo se convirtió en una cuestión de Estado, como se había visto claramente en la I Guerra Mundial. Así, todas las potencias iniciaron en esas décadas una intensa búsqueda de yacimientos. En esta etapa, las empresas de Estados centrales eran hegemónicas²⁸². Pero también se acometieron las primeras nacionalizaciones petroleras como resultado de cambios políticos (Rusia, 1917; Argentina, 1923; Bolivia, 1937; México, 1938).

Además, el petróleo se convirtió en la llave del resto de fuentes energéticas debido a su uso imprescindible en la mayoría de la maquinaria (tractores, excavadoras, perforadoras, grúas, grupos electrógenos). Así, el petróleo no fue la única fuente energética del siglo XX ni la única que creció. Acoplados a él, también aumentaron el gas natural, el carbón²⁸³, la energía nuclear y la hidráulica. La biomasa nunca dejó de utilizarse. Es más, una parte sustancial de su uso está oculto, pues la leña no comercializada supone la principal fuente energética de la población más empobrecida (unos 3.000 millones de personas)²⁸⁴.

El gas natural se empezó a usar sobre todo a partir de la década de 1980 en las ciudades y para la obtención de electricidad, como respuesta a las crisis energéticas de la década de 1970²⁸⁵. El gas natural se incorporó al sistema energético mundial en solo 30 años, mostrando la facilidad que tiene el capitalismo para sumar fuentes energéticas.

La energía nuclear se expandió a partir de la II Guerra Mundial, alcanzando un apreciable papel en la producción de la electricidad norteamericana, europea y japonesa en la década de 1980²⁸⁶. En todos los casos, contó con un importante apoyo estatal²⁸⁷ y su desarrollo estuvo relacionado desde sus inicios con el arma

281 En 1901, nació Anglo-Persian Oil Company (embrión de la BP). El 51% de las acciones las tenía el Estado. En 1902, se creó Royal Dutch Shell, con capital del Estado holandés y privado.

282 En 1949, las "siete hermanas" (Exxon, Chevron, Mobil, Gulf, Texaco, BP y Shell) controlaban el 90% de la extracción, el 75% de la capacidad de refino, el 66% de la flota de petroleros y casi todos los oleoductos (Heinberg, 2006). Estas siete empresas funcionaban como un cártel.

283 El 50% del gas que se ha quemado ha sido desde 1992 y el 50% del carbón desde 1975 (Hughes, 2012). Entre 1900 y 2013, la extracción de carbón creció más de 10 veces (Renner, 2015).

284 A finales del siglo XX y principios del XXI, 1/2 de la madera cortada se usaba como combustible. A nivel mundial, el 80-60% de la biomasa para fines energéticos se utiliza para calefacción y cocinar en las Periferias (Perlin, 2004; Kranzl y col., 2013).

285 Pasó de suponer el 6% de la energía mundial en 1946, al 42% en 2000 (Podobnik, 2006, 2010).

286 Desde finales de la década de 1950 y, sobre todo, durante las dos décadas siguientes, se crearon más de 400 centrales nucleares de forma casi exclusiva en los países centrales. La URSS abrió la primera planta nuclear para producir electricidad en 1954 y EEUU, en 1955. La energía nuclear pasó de generar el 2% de la electricidad mundial en 1971 al 15% en 2009 (Altvater y Geiger, 2013).

287 El programa Átomos para la Paz (década de 1950), con el que se impulsó esta energía, coincidió con el momento en que EEUU empezó a ser importador neto de petróleo. En Europa Occidental, el inicio del "proyecto europeo" partió del impulso de la energía nuclear (Tratado EURATOM).

atómica. Pero el programa de expansión nuclear mundial se frenó²⁸⁸ por: i) la falta de rentabilidad económica, sobre al incluir la gestión de los residuos; ii) los accidentes de Harrisburg (1979) y Chernóbil (1986); iii) la caída de los precios del petróleo, y iv) el activismo ecologista.

Los combustibles fósiles, especialmente el petróleo, se complementaron con la electricidad, que pasó a ser el principal vector energético. Las primeras aplicaciones de la electricidad requirieron poca potencia (telégrafo, teléfono). Después, en 1882 Edison iluminó el distrito financiero de Manhattan. En la década de 1890, empezaron a funcionar los tranvías y metros eléctricos por las ciudades. Después de la I Guerra Mundial, se empezaron a extender la radio y la televisión. Solo 30 años después de que la electricidad se convirtiese en un bien comercial, ya era consumida en amplias áreas fuera de Europa Occidental y de Norteamérica. Las primeras plantas de generación eléctrica quemaron carbón y, desde la década de 1920, se añadieron otros combustibles y las presas hidroeléctricas.

La electrificación implicó un salto fundamental en la industrialización, pues permitía una gran cantidad de usos (comunicaciones a larga distancia, iluminación, motores), era transportable y su disponibilidad era “instantánea”. Además, al ser generada lejos del punto de consumo, dificulta que se visibilicen y tengan que considerarse los impactos que provoca. La electricidad, gracias sobre todo a la iluminación, también aumentó la capacidad de producción independiente de los ciclos naturales que había empezado con la Revolución Industrial.

Si el negocio del petróleo estuvo concentrado, en un principio, en pocas empresas (7), el eléctrico lo estuvo todavía más (4)²⁸⁹. Además, la electrificación permitió (y necesitó) un nuevo ciclo de inversión de capital en la construcción de centrales eléctricas, de alumbrado público, de redes de distribución o de tranvías. En este ciclo inversor, el Estado, una vez más, fue un agente clave que sostuvo una parte importante del peso y del riesgo.

Todo esto da una idea del tremendo incremento del flujo energético mundial que tuvo lugar, sobre todo desde finales de la década de 1950²⁹⁰ (figura 6.1a). A esto hay que sumar el aumento de la población y de su vigor (mayor estatura y masa corporal), lo que implicó un incremento añadido en la energía disponible,

288 Entre 1971 y 1974 se solicitaron licencias para construir 129 reactores nucleares en EEUU, pero en los 3 años siguientes fueron solo 13 y desde 1978 hasta final de siglo, 0 (Coderch, 2008).

289 Esto continúa: según ETC, actualmente las 10 principales empresas energéticas del planeta concentran el 25% del mercado (Forero y Ortiz, 2012).

290 En el periodo 1950-2000, el consumo mundial de energía se multiplicó por 5; el de petróleo, por más de 7; el PIB, por 7; y las emisiones de CO₂ casi por 5 (Meadows y col., 2006; Podobnik, 2006; Marzo, 2011). Entre 1950 y 1990, el ser humano consumió el doble de energía que en toda la historia humana anterior; y entre 1940 y 1990, la población estadounidense consumió más minerales y combustibles fósiles que toda la humanidad anterior (Worldwatch Institute, 1992). Una segunda forma de ver este impresionante salto energético es que, a principios del siglo XXI, el consumo energético de la humanidad era de unos 10.000 millones de tep. La energía de toda la vegetación que crece en la Tierra es de unos 40.000 millones de tep (Menéndez y Feijóo, 2005).

pues no olvidemos que el ser humano también es un vector energético²⁹¹. Esta capacidad de trabajo humano se usó profusamente, sobre todo en los periodos de mayor estrés energético, como fueron las guerras²⁹². El petróleo permitió que la potencia disponible por el ser humano llegase a su cénit²⁹³.

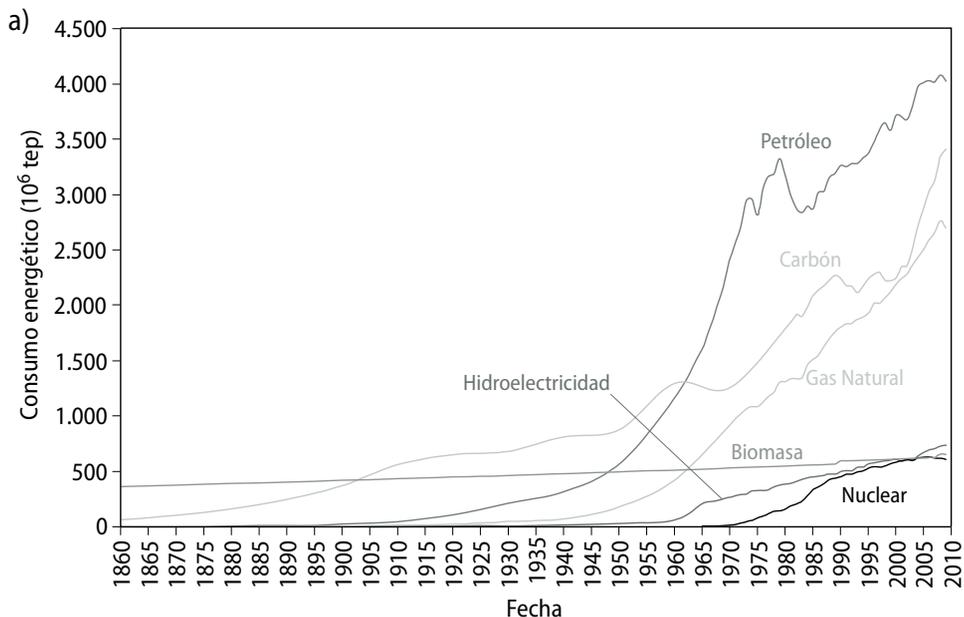


Figura 6.1 a) Consumo energético desde la Revolución Industrial (Murray, 2012).

291 En todo caso, en términos absolutos fue un incremento pequeño, pues en las regiones centrales solo el 0,7% del trabajo (termodinámico) lo realizan los seres humanos (Morgan, 2013).

292 Un ejemplo extremo fue el trabajo esclavo usado por el régimen nazi.

293 Mientras que las personas pueden realizar trabajo físico de forma continuada de 0,07-0,2 kW, la potencia de los animales de tiro es de 0,3-1 kW. Los molinos de viento europeos del siglo X alcanzaban 1-10 kW. Un automóvil de 100 caballos puede llegar a desarrollar 75 kW. La primera central térmica tuvo 5.000 kW, algo menos que los molinos eólicos sobre tierra. Las centrales térmicas actuales tienen una potencia del orden de los GW (1.000.000 kW), la misma que las centrales nucleares. La central hidroeléctrica de las Tres Gargantas tiene una potencia de 18.200.000 kW (Bueno, 2009). En términos per cápita, se pasó de 100 W (sociedades *forrajeras*) a 12.000 W en las sociedades más enriquecidas (Prieto, 2009). Otra forma de ver lo mismo: traduciendo los litros de petróleo consumidos a su "equivalente" en fornidos trabajadores, habría 8,5 esclavos trabajando por habitante. Dado que el consumo global de energía primaria es de unos 14 TW, la media mundial es de 20 esclavos energéticos por persona. Europa llega a 45 esclavos energéticos per cápita y EEUU, a 120 (Turiel, 2011a).

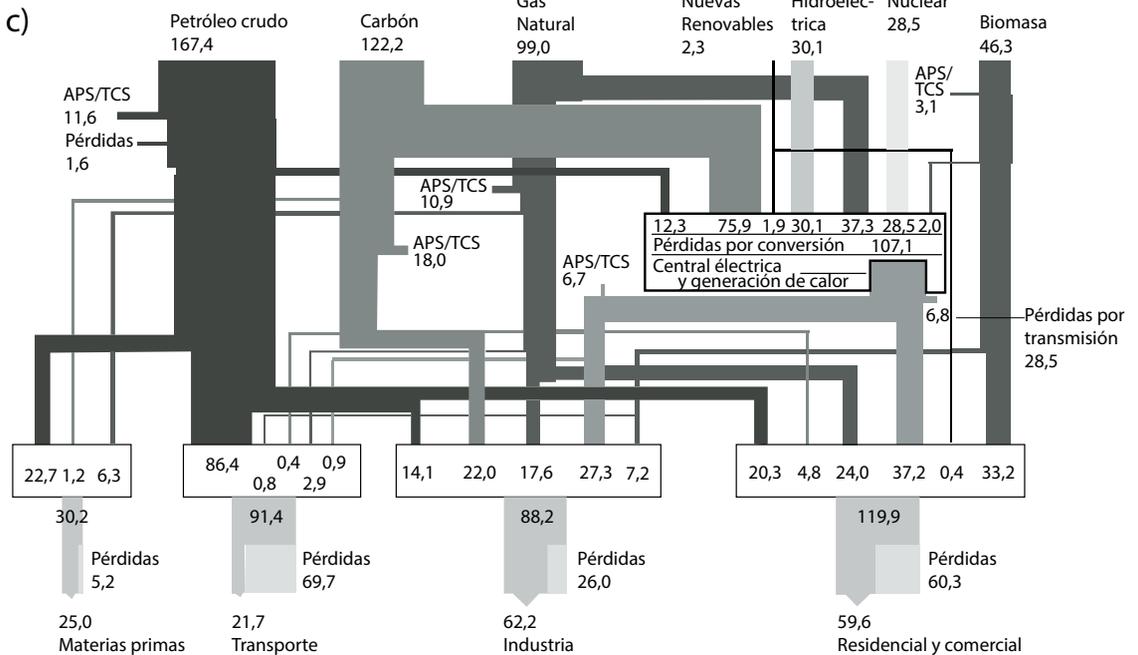
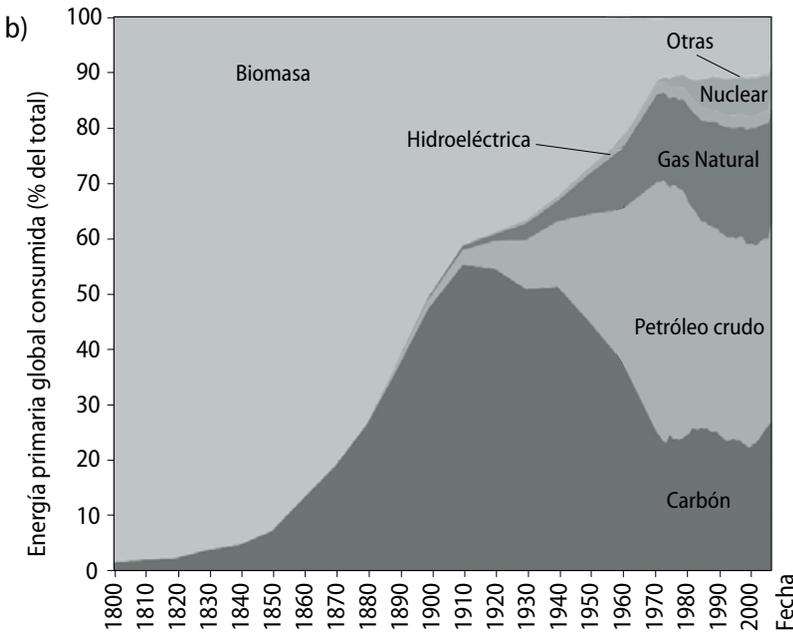


Figura 6.1 b) Reparto del consumo energético mundial por tipo de fuente (Lambert y col., 2012). c) Flujos de energía global (EJ) en 2005 desde energía primaria hasta energía útil. APS: autoconsumo, pérdidas y cambios de stock. TCS: otras transformaciones a combustibles secundarios (GEA, 2012).

A principios del siglo XXI, los combustibles fósiles garantizan *grosso modo* el 86% de las necesidades energéticas mundiales²⁹⁴ (figura 6.1b), mientras que a finales del siglo XIX las energías renovables proveían de la mayoría de la energía a la humanidad. Además, la gran mayoría de la energía está mercantilizada y provoca un importante impacto ambiental. La distribución del consumo de toda esta energía es compleja (figura 6.1c). Más de la mitad se pierde en el proceso. El transporte motorizado consume cerca del 40% de la energía final utilizada y esta proviene prácticamente en su totalidad del petróleo. El carbón, la nuclear y las renovables se usan fundamentalmente en la producción de electricidad.

¿Por qué superó el petróleo al carbón como base energética?

La transición no se produjo por la escasez de carbón, pues era abundante cuando el petróleo empezó a implantarse. La clave estuvo, como ocurrió en su momento con el carbón frente a la biomasa²⁹⁵, en las dinámicas competitivas del capital. En todo caso, el petróleo realmente coexistió con el carbón y solo lo desplazó en algunos usos.

Un factor radicó en las características fisicoquímicas del petróleo, que le dotan de versatilidad, densidad energética²⁹⁶, facilidad y seguridad de transporte, y un fácil almacenaje (no es casi corrosivo, es estable y no se degrada). La densidad energética y facilidad de transporte lo convierten en el complemento ideal del motor de combustión interna. En el transporte sí hubo un desplazamiento real del carbón que aceleró el despegue del petróleo.

La cuestión también estribó en la facilidad para extraerlo. La tasa de retorno energético²⁹⁷ (TRE) de la extracción de crudo en 1930 pudo acercarse a 100:1, aunque posteriormente fue descendiendo (actualmente está en 17:1)²⁹⁸ (figura 8.8b).

El petróleo, además de utilidades energéticas diversas, puede refinarse, lo que no le ocurre al carbón. Esto permite una alta variedad de usos²⁹⁹, lo que posibilitó a

294 Aproximadamente, el 33% lo asegura el petróleo (del cual poco más de 1/2 es convencional), el 30%, el carbón y el 24%, el gas natural. El 14% restante está compuesto por la energía nuclear (4%) y por las energías renovables: hidráulica (sobre todo grandes presas de alto impacto ambiental) (7%), energías renovables (fundamentalmente eólica, pero también solar térmica y, de forma residual, solar fotovoltaica) y biomasa. Por otra parte, el 22% de la población mundial todavía no tenía acceso a la electricidad en 2011 (BM, 2014b).

295 Apartado 5.1.

296 El petróleo tiene una densidad energética dos veces superior al carbón estándar (tabla 5.1).

297 La TRE es el cociente entre la energía total obtenida y la invertida para conseguirla (en este caso, en extraer el petróleo). Sobre este concepto volveremos en detalle más adelante.

298 Hay autores/es que rebajan esas TRE, pero no ponen en duda la evolución descendente.

299 En la destilación del petróleo mayoritario en EEUU se obtiene: 45% de gasolina, 23% de combustibles destilados (para motores diésel), 8% de queroseno (combustible para aviones), 5% de coque, 4% de gas de destilación, 4% de fueloil residual (para lubricantes), 3% de asfalto y betún (para carreteras), 2% de materias primas petroquímicas (para plásticos), 2% de gases licuados, 2% de propano y 2% de otras sustancias (Daganzo, 2011). Estos porcentajes terminaron condicionando toda la economía: obligaron a que hubiese más coches de gasolina que de diésel o incentivaron la búsqueda de salidas a productos secundarios a través, por ejemplo, de la industria de los pesticidas.

las empresas del ramo diversificar más los mercados aumentado la competitividad. Además, obligó a un mayor desarrollo tecnológico a las empresas petroleras, lo que las impulsó a modernizarse más que las del carbón, pasando a una integración vertical que las volvió más competitivas.

El carbón ha sido siempre una fuente energética más centrada en los Estados, mientras que el petróleo ha dependido más de las importaciones Centro-Periferias (figura 6.2). Esto marcó también una ventaja del petróleo, pues las mayores tasas de beneficio, al principio, se dieron en las extracciones en las Periferias (por los menores costes laborales). Además, el papel del Estado, una vez más, fue clave para entender el despegue de esta fuente energética, pues otorgó subvenciones para investigación y construcción de infraestructuras.

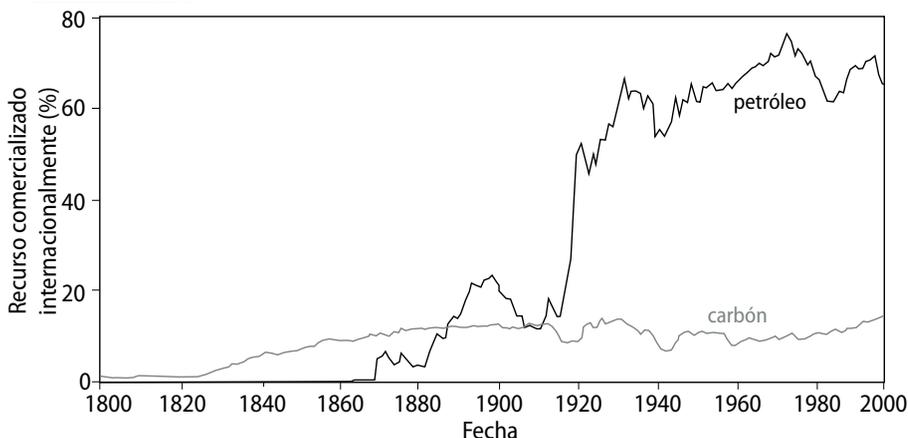


Figura 6.2 Carbón y petróleo exportados frente a la extracción total (Podobnik, 2006).

El cambio del carbón al petróleo no estuvo motivado solo por sus características fisicoquímicas o por los intereses públicos y privados, sino que también estuvo alentado como consecuencia de luchas sociales. En el periodo 1880-1920 y alrededor de la II Guerra Mundial, hubo importantes movilizaciones mineras y ferroviarias que sacudieron Europa y EEUU. Unas reivindicaciones que tuvieron éxito en forma de mejoras laborales. En contraposición, en los pozos petroleros estas luchas eran mucho más débiles³⁰⁰. Además, la extracción de petróleo requería menos mano de obra que el carbón. Una fuerza de trabajo que, además, era más controlable (operaba en la superficie). Y el transporte del crudo se hacía mediante oleoductos, barcos y transporte por carretera principalmente, no por ferrocarril.

300 En las primeras décadas del siglo XX, los costes laborales suponían alrededor del 70% de los costes de extracción en las minas de carbón. En cambio, en los pozos petroleros eran solo el 10%. Esto permitía alzas salariales sin afectar significativamente a la competitividad de la empresa y, por lo tanto, menor conflictividad laboral (Podobnik, 2006).

La Megamáquina

Como venimos señalando, las herramientas no son solo una expresión social, sino que también conforman los órdenes colectivos. No son en absoluto neutras³⁰¹. Esto se mostró más claramente aún con la Megamáquina. La fuerza de la clase dominante no proviene exclusivamente de la economía, ni de la política, ni de la técnica, sino de la fusión de las tres en un complejo empresarial-burocrático-tecnológico que Mumford (1971) denominó “la Megamáquina”. A esto habría que añadir la capacidad de control de la dimensión ideológica.

En su afección técnica, la Megamáquina supuso la creación de un engranaje económico cada vez más globalizado e interdependiente que funcionaba como un “autómata global”: un sistema de extracción, transformación, ensamblaje, distribución y consumo interrelacionados. Este sistema imprimió su propia lógica al resto de la sociedad, que se hizo dependiente de él y se vio forzada a trabajar en su sostenimiento: el grueso de la actividad se centró en fabricar máquinas que sostuviesen otras máquinas. La globalización mercantil y financiera empezó con el sistema-mundo capitalista³⁰², pero la globalización industrial, es decir, el hecho de que el proceso de producción esté unificado con una serie de fábricas entrelazadas entre sí, se comenzó a construir después de la II Guerra Mundial y, muy especialmente, a partir de la década de 1970. En esta interrelación, desempeñaron un papel fundamental el sector energético, el financiero y el entramado de infraestructuras.

A nivel más pequeño, la Megamáquina también es la extensión del sistema de máquinas interconectados entre sí: máquinas que mueven otras máquinas, que fabrican otras máquinas. Si en el siglo XIX se impuso la mecanización, tras la II Guerra Mundial fue el turno de la automatización. Entre las múltiples máquinas que se desarrollaron y expandieron en la segunda mitad del siglo XX, destacó el motor de explosión interna. Un motor que era mucho más ligero que el de vapor y, por lo tanto, permitía muchos más usos, como la aviación³⁰³. También fue clave el motor eléctrico. Durante esta etapa, las transformaciones tecnológicas llegaron en tres oleadas: i) la generalización del uso del automóvil, el teléfono y la radio a partir de 1920³⁰⁴, así como el desarrollo de los plásticos; ii) el uso habitual de la televisión y el avión en EEUU a partir de 1940-1950; y iii) los ordenadores y los teléfonos móviles, que despegaron a partir de la década de 1990. En todas ellas, la electrónica se fue perfeccionando y desempeñó un papel fundamental³⁰⁵.

Otra forma de enfocar la expansión de la Megamáquina es que, como señala Sádaba (2004), el campo de la invención se fue ensanchando (cada vez más cosas

301 Atender especialmente al apartado 5.1.

302 Apartado 4.4.

303 El motor de explosión interna, usando derivados del petróleo, permitió la invención del avión a partir de 1903, aunque su mayor desarrollo vino con la turbina.

304 Aunque el teléfono es de la década de 1870; el automóvil, de la de 1890; y la radio, de la de 1900, sus usos no se empezaron a generalizar hasta 1920.

305 En la década de 2010, los microchips eran los artefactos más ubicuos. Se producían más de 200.000 millones cada año para multitud de aplicaciones (Smil, 2017).

fueron producibles de manera artificial, hasta órganos del ser humano y seres vivos), a la vez que menguaba el de los descubrimientos (fruto de lo “natural”). La técnica le fue comiendo terreno a lo “natural” y lo biológico, suplantándolos. El entorno humano pasó de ser natural a ser artificial. La tecnosfera se expandió hasta determinar el entorno y las vidas de quienes en ella habitaban.

Esta expansión de la Megamáquina en forma de autómatas global, de sistemas de máquinas interconectados y de la expansión de la tecnosfera se logró suprimiendo la diversidad de opciones por “monopolios radicales”. Illich (2012) define los monopolios radicales como aquellos que al principio eran una opción (como usar el coche para ir a la compra) y terminan siendo una obligación (por la degradación del transporte público y el alejamiento de los centros de consumo). La reversión de estos monopolios es muy compleja, porque parten de toda una infraestructura física ya construida, tienen poderosos intereses económicos detrás y conforman una forma de ver el mundo que dificulta contemplar alternativas.

El papel de los Estados también fue determinante. Hasta este momento, la ciencia había sido sostenida por el trabajo de personas más o menos aisladas. Pero en el siglo XX los Estados y las corporaciones hicieron un esfuerzo patente por sostener una invención sistemática³⁰⁶. Esto, unido a la disponibilidad masiva de energía, rompió los techos técnicos una y otra vez.

El petróleo y la Megamáquina cambian la sociedad

A continuación, vamos a referir algunas de las implicaciones de la nueva base energética, pero sin ánimo de exhaustividad, pues en el resto del capítulo iremos desarrollando aspectos concretos, como las transformaciones de la relación ser humano-entorno, la agricultura o el Estado. Además, algunas ya las analizamos³⁰⁷.

Crecimiento económico gracias al petróleo

Ya apuntamos cómo el crecimiento económico se correlaciona directamente con el consumo energético³⁰⁸. Lo volvemos a señalar, pero no entramos en argumentarlo, pues lo haremos de forma extensa en el capítulo 8, cuando mostremos la imposibilidad del desacoplamiento entre el consumo de energía y el crecimiento del PIB; y en el 9, cuando tratemos cómo un descenso en el consumo de energía implica una crisis capitalista. Ahora subrayamos cómo el crecimiento económico de la segunda mitad del siglo XX fue único en la historia y solo fue posible gracias a la existencia de grandes cantidades de petróleo barato³⁰⁹.

Este crecimiento en el plano productivo posibilitó una fuerte expansión de la esfera monetario-financiera. Como dice Campbell (2006), desde el inicio

306 En la década de 1970, el Gobierno de EEUU sufragaba 2/3 de la investigación básica que se desarrollaba en el país (Hobsbawm, 1998).

307 Apartado 5.1.

308 Apartado 4.3.

309 Entre 1500 y 2000, el descenso del coste de la calefacción doméstica fue del 90%; el de la industrial, del 92%; el del transporte refrigerado, del 95%; el del transporte transoceánico, del 98%; y el del alumbrado, de más del 99% (Smil, 2017).

de la era del petróleo se produjo un “rápido auge del capital financiero en un sistema en que los bancos prestaban más dinero del depositado y cobraban intereses por ello. El sistema se basaba en que la expansión del mañana, impulsada por la energía barata basada en el petróleo, era prenda y garantía de la deuda de hoy”. Este sistema funcionó a lo largo del siglo XX, con diversas crisis, por supuesto.

Sociedades cada vez más complejas y dependientes del petróleo a través de la tecnología

La complejidad social aumentó fruto de: i) El incremento poblacional que permitieron los combustibles fósiles, como veremos. ii) La mayor conexión entre esa población, facilitada por los derivados del petróleo. iii) La sustitución de trabajo humano por el de las máquinas alimentadas por combustibles fósiles posibilitó una creciente especialización y estratificación social. La disponibilidad de mucha energía permitió que pocas personas se dedicasen a su “producción” y muchas a su utilización (justo lo contrario que en las economías agrarias). Es decir, que pudiese darse una gran variedad de actividades, entre las que destacaron las del sector terciario³¹⁰. iv) El aumento de la cantidad y del flujo de información. Por ejemplo, el avance técnico implicó la sofisticación de los sistemas educativos, no solo para formar al cuerpo científico, sino también para cualificar al resto de la sociedad para desenvolverse en un entorno laboral de creciente complejidad. También hizo posible el acceso a una ingente cantidad de información a través de un sistema de ordenadores interconectados, lo que supuso un cambio revolucionario, como habían sido la aparición del lenguaje simbólico, de la escritura y de la imprenta³¹¹. Como señaló Cottrell (1955), este avance tecnológico dependía directamente del uso intensivo de energía: solo así era posible sostener la investigación, cada vez más costosa en todo tipo de recursos. De este modo, la tecnología es energía, materia y conocimientos condensados. Además, cuanta más energía ha requerido para su desarrollo, en general, más ha necesitado para funcionar.

La tecnología fue creando nuevas dependencias y situaciones de muy difícil retorno, pues el sistema productivo dependía de un complejo entramado de máquinas (la Megamáquina). Pero la dependencia se hizo también a nivel civilizatorio: los problemas políticos o económicos se fueron intentando resolver únicamente mediante la tecnología. Además, el capitalismo, para mantener incrementos desenfadados en las tasas de productividad, requiere de la innovación técnica constante³¹². De este modo, la dependencia social de la tecnología es, ante todo, la dependencia del capitalismo de la tecnología.

Por primera vez en la historia, importantes partes de la población dispusieron de una cantidad de energía mayor que la que habían tenido los estratos sociales

310 Mientras en la Europa moderna hubo unas 10.000-20.000 profesiones, en las sociedades fosilistas se llegó a más de 1.000.000 (Costanza y col., 1996).

311 Apartados 1.1, 3.3 y varios del capítulo 4, entre ellos el 4.6.

312 Apartado 4.3.

más poderosos en el pasado, lo que supuso cambios psicológicos y sociológicos de primer orden, sobre los que entraremos.

Mayor concentración de poder

Ya vimos cómo la Revolución Industrial había ayudado a la concentración de poder³¹³. Con el capitalismo petrolero esta dinámica se acrecentó hasta los niveles más altos de la historia de la humanidad.

En primer lugar, la Megamáquina necesariamente concentró el poder conforme se fue desplegando, al requerir una coordinación centralizada y una focalización del capital financiero en ella. La creciente complejidad de la tecnología consolidó la ventaja de los Estados y empresas centrales respecto a las periféricas.

Otra forma de concentrar el poder fue la pérdida de autonomía social. El control no fue ya solo por la propiedad o gestión de los medios de producción³¹⁴, sino también por el conocimiento de cómo usarlos. Con el avance del siglo, las personas fueron olvidando sus conocimientos tradicionales para la supervivencia y pasaron a depender cada vez más de los sofisticados aparatos. Con cada paso en esa dirección, se perdió soberanía y se otorgó más poder a quienes tenían la capacidad de controlar la tecnología. La situación resultante en el siglo XXI en las regiones centrales es que no existen formas de vida sin alta tecnología. Mumford (1989) argumenta que el desarrollo de los autómatas fue el de las técnicas autoritarias frente a las democráticas, que son aquellas que están bajo la dirección activa del ser humano.

De este modo, aunque formalmente cada vez más países fueron adoptando la democracia parlamentaria como mecanismo de gobierno, no se produjo un incremento de la democracia. Elementos básicos para determinar la capacidad de decisión de las personas sobre sus vidas, como la alimentación, la consecución de recursos energéticos y materiales, la calidad ambiental, el poder de financiar proyectos (de llevarlos a cabo, en definitiva) o de determinar la política económica, se fueron perdiendo paulatinamente. Así, la capacidad de escapar del capitalismo fosilista disminuyó.

El poder también se concentró porque, como ya señalamos al analizar el inicio de la Revolución Industrial, la expansión tecnológica permitió aumentar la productividad usando progresivamente a menos personas, excepto como consumidoras. Así, la coacción del paro fue un arma de los grupos sociales más poderosos que se fortaleció durante el siglo³¹⁵. A esto se sumó que una sociedad más compleja es potencialmente una sociedad más estratificada y esta estratificación ha sido un método usado por el capital para dividir a las clases trabajadoras y enfrentarlas entre sí. Esto se estructuró sobre las categorías jerárquicas laborales ya existentes de género, etnia, edad o nacionalidad.

313 Apartado 5.1.

314 Apartados 3.4 y 4.2.

315 1 kWh de trabajo de un/a estadounidense cuesta 260 \$. Usando gasolina (a 1,06 \$/l) se puede realizar el trabajo equivalente por 0,11 \$ y usando electricidad proveniente de centrales térmicas de carbón, por 0,06 \$ (Hagens, 2015).

Siguiendo con el plano económico, la emancipación del dinero respecto al oro se basó en la abundancia de energía barata disponible. Fue la energía, a través del crecimiento que generó, lo que permitió la creación de cantidades ingentes de dinero desligadas de cualquier valor físico o, más bien, ligadas indirectamente al petróleo barato. Y, como veremos, la creación de dinero y deuda ha sido un instrumento de primer orden en la dominación social.

Otro factor fue el gran desarrollo militar y represivo que permitió la energía concentrada y barata. De este modo, el siglo XX ha sido el más sangriento de toda la historia de la humanidad³¹⁶. A esto se añadió todo el poder de seducción de la sociedad de la imagen y el de control de la información gracias a las TIC, sobre lo que entraremos en detalle más adelante.

Además, el patriarcado también se sostuvo con la ayuda de grandes fuentes de energía. En la medida que la productividad aumentó mucho, eso permitió, durante la segunda mitad del siglo XX, prescindir del trabajo de las mujeres en las fábricas para obligarlas a que se centrasen en las labores de cuidados en el hogar³¹⁷. Esto permitió solventar la primera crisis de los cuidados a su costa³¹⁸. Es más, las labores de reproducción y sostenimiento de la mano de obra se fueron haciendo cada vez más complicadas y requirieron más atención³¹⁹, fundamentalmente por las crecientes medidas higiénicas y la preocupación por la alimentación, el retraso de la emancipación de la descendencia (entre otras razones, por la necesidad de formación cada vez más especializada) y, en paralelo, el alargamiento de la vida (y de los cuidados en la vejez). Aunque los Estados y el mercado fueron asumiendo parte de estas labores, esto no impidió que siguiesen siendo las mujeres las principales responsables de llevarlas a cabo.

El ser humano como extensión de la Megamáquina y pérdida de la humanidad

La tecnología ha llegado a difuminar las fronteras entre lo humano y la máquina, entre lo “natural” y lo artificial. Las máquinas se han convertido hasta un extremo nunca antes alcanzado (aunque sí iniciado) en extensiones de los cuerpos humanos. El ordenador es una memoria ampliada; el coche, unas piernas potenciadas; el aparato de diálisis, un riñón. Y eso sin entrar en interrelaciones mucho más sofisticadas y menos extendidas socialmente. En definitiva, el ser humano se ha robotizado. En paralelo, las máquinas se han humanizado, de forma que la inteligencia artificial imita a los seres humanos o el ciberespacio permite a los humanos tener un avatar mecánico (Sádaba, 2009). Además, la naturaleza se ha

316 Unos 187 millones de bajas provocadas por las guerras (directa e indirectamente). El 10% de la población mundial de 1913 (Hobsbawm, 2009).

317 El número de personas empleadas en el servicio doméstico en EEUU bajó de 1.851.000 en 1910 a 1.411.000 en 1920, mientras que el número de hogares subió en 4,1 millones (Schwartz, 2011).

318 Apartado 5.4.

319 En EEUU, la dedicación al trabajo doméstico pasó de 52 h/semana en 1920 a 56 a mediados de la década de 1960 (y eso que se mecanizó el hogar y disminuyó la natalidad) (Carrasco y col., 2011).

antropizado, no solo por la extensión de la Megamáquina, sino también por la capacidad humana de recrearla. Por ejemplo, la biología sintética ha supuesto un nuevo modo de relación con la materia biológica desde el punto de vista económico, simbólico y social³²⁰. Todo ello implicó que una de las dicotomías fundamentales de la Modernidad (cultura-naturaleza) fuese perdiendo sentido (si es que alguna vez lo tuvo).

En esta dilución de las fronteras la Megamáquina terminó conformando como nunca antes al ser humano. Así, tecnologías cada vez más complejas y especializadas, como la nuclear, llevaron irremediamente a sociedades más centralizadas; inventos como el coche, el teléfono, la televisión o el ordenador transformaron radicalmente la organización económica, social, así como los valores; o los ritmos de trabajo y vitales fueron los de las máquinas, no los de las personas. Sobre algunos de estos aspectos entraremos a lo largo de este capítulo. La máquina dejó de ser una extensión de la actividad humana, y el ser humano se fue convirtiendo en una extensión de la actividad maquina. En realidad, la Megamáquina que domina al ser humano no es más que una herramienta de las clases capitalistas. Es decir, que la tecnología es a la vez causa y consecuencia del sistema social que la crea.

Además, la tremenda potencia del sistema tecno-científico ha situado al ser humano en una creciente brecha entre sus capacidades técnicas (cada vez mayores), y las éticas y cognitivas (básicamente inalteradas). De este modo, la desconexión de causas y efectos, y los fortísimos impactos de actos triviales de consumo en el espacio y en el tiempo, ha llevado a la pérdida de la ética, de la base de la sociabilidad humana (Riechmann, 2004, 2009b).

320 En 2007 se “fabricó” una bacteria, Sintia, proveniente de ADN sintetizado artificialmente. Una nueva forma de vida creada por el ser humano.

321 Apartados 4.5, 5.2 y 5.3. Durante todo este apartado nos referiremos en varias ocasiones a temas tratados en estos tres apartados, que no volveremos a referenciar.

6.13 El Capitaloceno se expresa: la crisis ecológica adquiere dimensión mundial⁹⁰⁴

El cambio que había empezado con la Revolución Industrial se completó en el siglo XX⁹⁰⁵. Un país tras otro, pasó de tener una economía de “producción” (basada en biomasa renovable) a una de “adquisición” (basada en la extracción de minerales y combustibles fósiles) (Naredo, 2006a; Carpintero, 2009). Además, en palabras de Daly (1999), en el siglo XX se pasó de un mundo “vacío” a un mundo “lleno”, de un mundo con abundancia de recursos y sumideros a otro descrito por la escasez y la saturación. Esta es una situación nunca antes conocida por el ser humano a escala global y que forzará políticas radicalmente distintas de las llevadas hasta ahora. Mientras que en el siglo XIX los impactos del metabolismo del capitalismo industrial

903 Unos 1.300 grupos patrióticos (Sistiaga, 2013).

904 Este apartado es una versión resumida y actualizada de Fernández Durán (2011a), texto que fue escrito como parte de este libro.

905 Apartado 5.1.

estuvieron confinados en determinados territorios y fueron relativamente limitados (el mundo “vacío”)⁹⁰⁶, en el siglo XX dichos impactos se acrecentaron y mundializaron (generando un mundo “lleno”). Además, en las sociedades agrarias las degradaciones ambientales eran locales (deforestación, erosión del suelo)⁹⁰⁷, pero el capitalismo fosilista produjo nuevos impactos, que diseminó de forma diferencial por el espacio y el tiempo.

El Holoceno, la etapa histórica que coincide con el inicio de la agricultura (los últimos 12.000 años), ha tocado a su fin, ya hay una nueva era geológica que se ha denominado Antropoceno⁹⁰⁸. Una sola especie, la especie humana, ha logrado desviar en su propio beneficio una gran parte de los recursos del planeta. El funcionamiento del clima, la composición y las características de los ríos, mares y océanos, la diversidad y complejidad de la biodiversidad y el paisaje se han alterado, convirtiéndose el sistema urbano-agro-industrial en la principal fuerza geomorfológica. Y sus impactos durarán milenios y condicionarán cualquier evolución futura⁹⁰⁹. Pero más correcto que hablar de Antropoceno sería hablar de Capitaloceno (Moore, 2014a), pues, como hemos venido repasando⁹¹⁰, la mayoría de la historia de la humanidad no ha sido la de la depredación de la naturaleza. Ha sido el capitalismo el que ha implicado un cambio cualitativo y estructural en la relación con el entorno⁹¹¹, y los combustibles fósiles los que han permitido que este se expresase hasta configurar una nueva era geológica.

El capitalismo global se convierte en el principal agente geomorfológico

El metabolismo del capitalismo global no se puede sostener sin un consumo creciente de recursos de todo tipo extraídos del medio natural. Posteriormente, esos recursos son procesados con el concurso fundamental del trabajo humano, generando una producción que, en parte, es acumulada en forma de construcciones (edificios, infraestructuras), al tiempo que produce también mercancías de toda índole destinadas al consumo. A su vez, ambos procesos engendran importantes residuos de diversa naturaleza que son vueltos a lanzar al medio.

A lo largo del siglo XX, la producción industrial mundial se multiplicó por más de 50 (Heinberg, 2006), la urbanización planetaria pasó del 15% de la población a más del 50% (con el cambio del milenio), al tiempo que la población se multiplicaba por 4 (Krausmann y col., 2009) y el número de metrópolis millonarias, por 40. La agricultura industrializada se globalizó en gran medida, partiendo prácticamente de cero en 1900. El transporte motorizado se desbocó, partiendo también casi de la nada. Todo ello fue posible por un impresionante

906 Apartado 5.10.

907 Apartados 2.2 y 4.10.

908 El término Antropoceno fue acuñado por Crutzen en 2000. Además, la Sociedad Geológica de Londres así ha definido a esta etapa de la historia terrícola.

909 *La princesa Mononoke*, de Miyazaki, es una compleja alegoría del Capitaloceno.

910 Apartados 1.2, 2.2, 3.10 y 4.10.

911 Apartado 4.3.

flujo energético⁹¹² (se multiplicó por 12), de biomasa (por 3,5), de metales (por 19), de materiales de construcción (por 35) (Krausmann y col., 2009) y de minerales (por 27)⁹¹³ (Graedel y col., 2011) (figura 6.27a). Además, el uso de biomasa descendió en porcentaje sobre el total, mientras se incrementaba el de recursos no renovables (figura 6.27b). Y esto se ha producido con efectos acumulativos, pues una de las características del metabolismo industrial es la ruptura de los ciclos de materiales, que en la naturaleza son cerrados.

El aumento del consumo per cápita material⁹¹⁴ y energético se produjo fundamentalmente durante los “Treinta Gloriosos” y en los años de consolidación de la globalización neoliberal (figura 6.27c). Esto fue posible por un incremento en el uso de combustibles fósiles⁹¹⁵ (figura 6.1a). En general, el consumo de biomasa y de minerales para la construcción ha crecido al mismo ritmo que la población, mientras que el de combustibles fósiles y minerales industriales lo ha hecho junto al PIB. Aunque todos los consumos están relacionados con el PIB⁹¹⁶, como muestra que las regiones centrales consumen más biomasa que las periféricas (Steinberger y col., 2010). En todo caso, la biomasa muestra un comportamiento más cercano al de un recurso básico para las personas, mientras que el petróleo lo sería del capital.

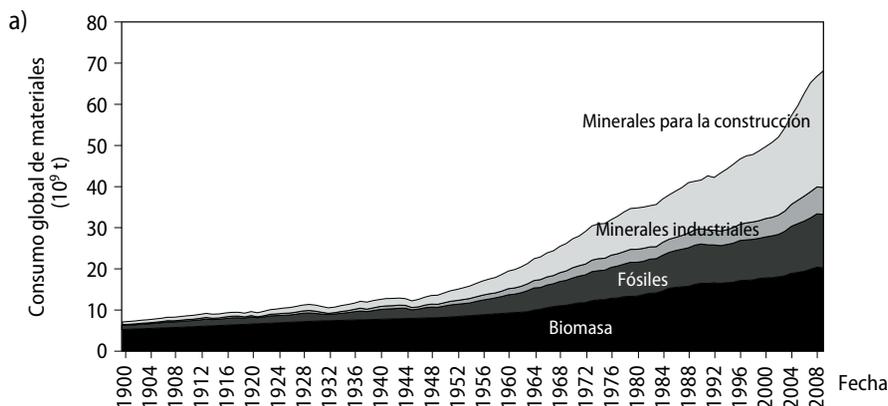


Figura 6.27 a) Consumo mundial de materiales (Fischer-Kowalski y col., 2012).

912 Desde el despegue de la Revolución Industrial (1850), el consumo de energía ha crecido en un factor de 13 y el de materiales, de 15 (Krausmann, 2011). A finales del pasado siglo, el sistema urbano-agro-industrial mundial derrochaba casi 100.000 veces la energía consumida por los seres humanos a principios del Neolítico. En el siglo XX, dicho sistema ha utilizado más energía que en toda la historia anterior de la humanidad (McNeill, 2003).

913 Este metabolismo ha llegado a usar 15-25 t/per/año, lo cual contrasta con las 3-6 t/per/año de las civilizaciones agrarias y con las 0,5-1 t/per/año de las sociedades forrajeras (tabla 4.1). Y todo ello con un importante ascenso de la población. El actual sistema urbano-agro-industrial pone en movimiento cada año un tonelaje de materias primas muy superior a cualquier fuerza geológica: solo los movimientos anuales de tierra ligados a las actividades extractivas multiplican por 4-5 los sedimentos arrastrados por todos los ríos del mundo en un año (Naredo, 2006a).

914 En 2000, el DMC mundial fue de 8,0 t/per. En 2010 subió a 10,1 t/per (ONU, 2016).

915 Del 4,5%/año.

916 El PIB mundial se multiplicó por algo más de 3 en 1970-2010 y la extracción global de materiales, por 3, mientras que la población lo hacía por 2 (Schandl y col., 2016).

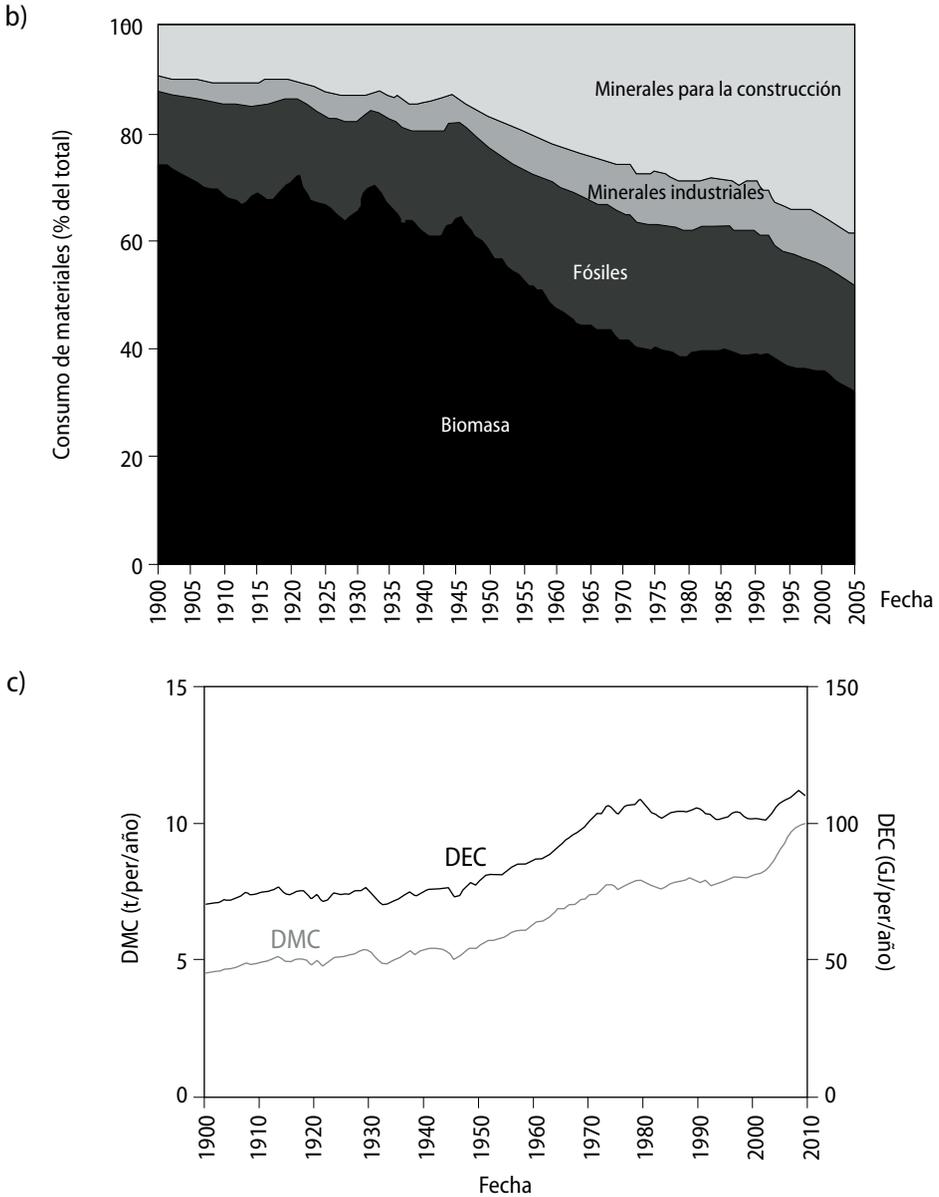


Figura 6.27 b) Proporciones relativas (Krausmann y col., 2009; Fischer-Kowalski y col., 2012). **c) Consumo doméstico de materiales y consumo doméstico energético per cápita.** DEC (*domestic energy consumption*, consumo energético doméstico): energía comercial más comida y pienso. DMC (*domestic material consumption*, consumo material doméstico): biomasa, combustibles fósiles, minerales y metales industriales y minerales para construcción extraídos y usados (Fischer-Kowalski y col., 2012).

En los países centrales, alrededor del 50% de todo el consumo material no es para uso energético, sino fundamentalmente para construcción⁹¹⁷ (tabla 6.4): infraestructuras (carreteras, ductos, puertos) y edificaciones (Krausmann, 2011). Esto es otro cambio histórico de gran calado, ya que, como vimos, hasta este momento los materiales utilizados habían sido fundamentalmente los energéticos, que no se acumulaban⁹¹⁸. Además, esta enorme cantidad de materiales atesorados dificulta la transición hacia otros imprescindibles regímenes metabólicos, ya que requiere una ingente cantidad de energía para su mantenimiento.

Las personas más enriquecidas son las principales responsables de este ecocidio⁹¹⁹: mientras que hasta el inicio del capitalismo el incremento de la población y del consumo (de la riqueza de unas pocas personas) fueron factores que contribuyeron más o menos por igual a la degradación ambiental, desde el comienzo del Capitaloceno el consumo de unas pocas personas (la acumulación de riqueza) es responsable de unas 3 veces más impacto ambiental que el crecimiento demográfico (Fischer-Kowalski y col., 2014). Además, los impactos ambientales del actual capitalismo se recrudecen en los espacios periféricos y semiperiféricos, mientras que se contienen en mayor medida en los centrales⁹²⁰. En definitiva, la regla del notario⁹²¹, que se aprecia entre China, la UE y EEUU (figura 6.28).

En el reparto de responsabilidades, la población urbana también acapara más. La artificialización del espacio está en fuerte alza⁹²². Para ello, ha sido preciso un movi-

917 El consumo material mundial a principios del siglo XXI se repartía en: 12 Gt de combustibles fósiles, 19 Gt de biomasa (el 80% se usa como fuente energética), 22 Gt de materiales de construcción, arenas y gravas para cemento, y 4,5 Gt de materiales metalíferos (Haas y col., 2015). Cada metro cuadrado de una vivienda exige de media 1 t de energía y materiales (Carpintero y Bellver, 2013).

918 Apartados 2.2 y 4.10.

919 En 2010, el 10% más enriquecido de la población mundial acaparaba el 40% de la energía y el 27% de los materiales (Weisz y Steinberger, 2010). A principios del siglo XXI, el uso medio de materiales en EEUU era de 80 t/per/año; en la UE, de 45 t/per/año; en China, de 19 t/per/año; y en los espacios periféricos, de 7 t/per/año (Murray y col., 2005; Murray, 2012). De media, las regiones centrales consumen 10 veces más materiales que las más empobrecidas (Schandl y col., 2016). En realidad, la distribución es todavía más desigual, pues estos datos enmascaran el consumo de recursos en espacios periféricos para producir lo que se consume en los centrales. Por ejemplo, en 2007 el 40% de la tierra que la UE usaba para su consumo agroganadero se situaba fuera de su territorio (Lutter y col., 2013). Y en 2008, la huella energética de la UE, Norteamérica, Australia y Japón fue el 13% mayor que su consumo. Lo contrario ocurrió en los BRIC, con el 16% menos (Capellán-Pérez y Arto, 2017).

920 Para que esto fuese posible, el comercio internacional tuvo que aumentar. Así, en 1970 ascendió a 5,4 Gt, y alcanzó la cifra de 19 Gt en 2005. La extracción de materiales mercadeada a nivel mundial representaba cerca del 20% de la extracción total en 2000 (PNUMA, 2011).

921 Apartado 4.4.

922 Entre 2000 y 2013 la superficie artificial se triplicó (del 0,2 al 0,6%), mientras que las zonas arboladas evolucionaron del 29,4 al 27,7% y los terrenos áridos del 13,3 al 15,2% (FAO, 2014).

miento de materiales sin precedentes⁹²³, que ha supuesto un alto impacto en sus lugares de extracción y un elevado consumo energético en su procesamiento (acero⁹²⁴, aluminio⁹²⁵, cemento, vidrio)⁹²⁶. Además, la industrialización de la construcción ha favorecido el abandono de materiales autóctonos. La creación del sistema urbano-metropolitano ha implicado también otras importantes afecciones territoriales indirectas (presas, infraestructuras interurbanas), que suponen una alta demanda de materiales. Todo ello, está convirtiendo el planeta en una gran mina, en gran parte a cielo abierto. Por último, el funcionamiento del sistema urbano-metropolitano comporta una bulimia de recursos energéticos, manufacturados y bióticos (principalmente, alimentos), con sus correspondientes huellas ecológicas. Esta bulimia solo se sostiene por el transporte motorizado. Este, a su vez, se basa en el petróleo⁹²⁷ y en minerales metálicos (el sector de la automoción es el que más minerales consume), para cuya extracción es preciso una gran remoción de rocas⁹²⁸, que se efectúa con maquinaria activada por derivados del petróleo. Son las mochilas ecológicas.

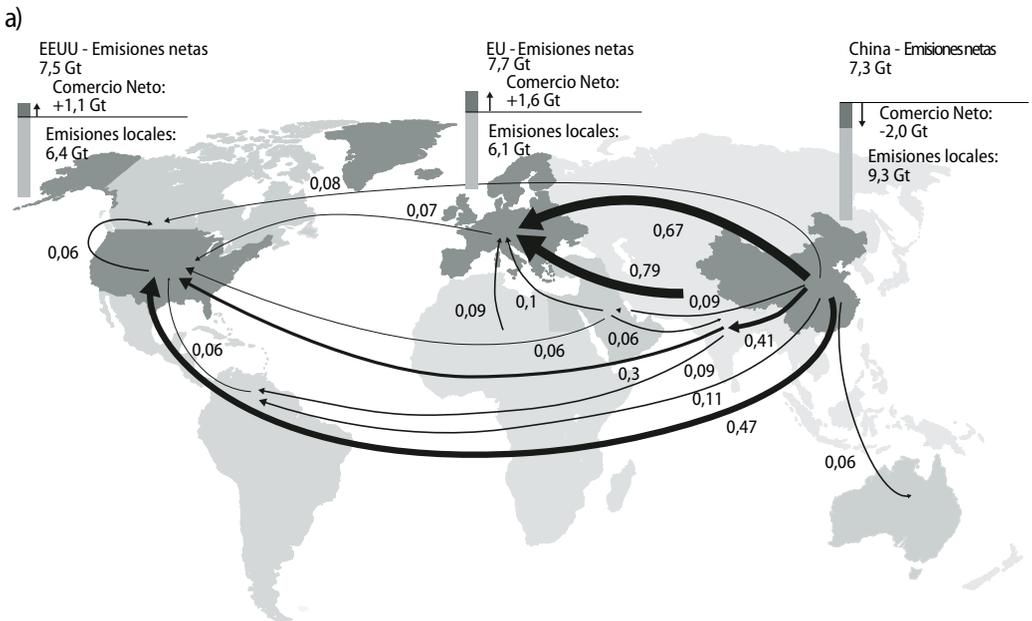


Figura 6.28 a) Comercio de carbono considerando las importaciones y exportaciones de China, EEUU y la UE (Tukker y col., 2014).

923 El 75% en peso de todo el trasiego mundial de materiales se relaciona con la construcción (Carpintero, 2005).

924 Es el metal más utilizado. Su utilización se multiplicó por 55,8 entre 1900 y 2013 (Renner, 2015). En 2013, el hierro y el acero supusieron casi el 7% del consumo de energía primaria mundial, lo que implicó que fueron el sector industrial más consumidor de energía (Smil, 2017).

925 Su uso se multiplicó por 32 entre 1950 y 2013 (Renner, 2015).

926 El hierro, el cemento y el aluminio suponen más del 50% de las emisiones de CO₂ de la industria (Vidal y col., 2016).

927 El 97% del transporte motorizado depende de los derivados del petróleo (Segura, 2012).

928 En la extracción de metales, se genera 10 veces su peso en ganga (Naredo, 2006a).

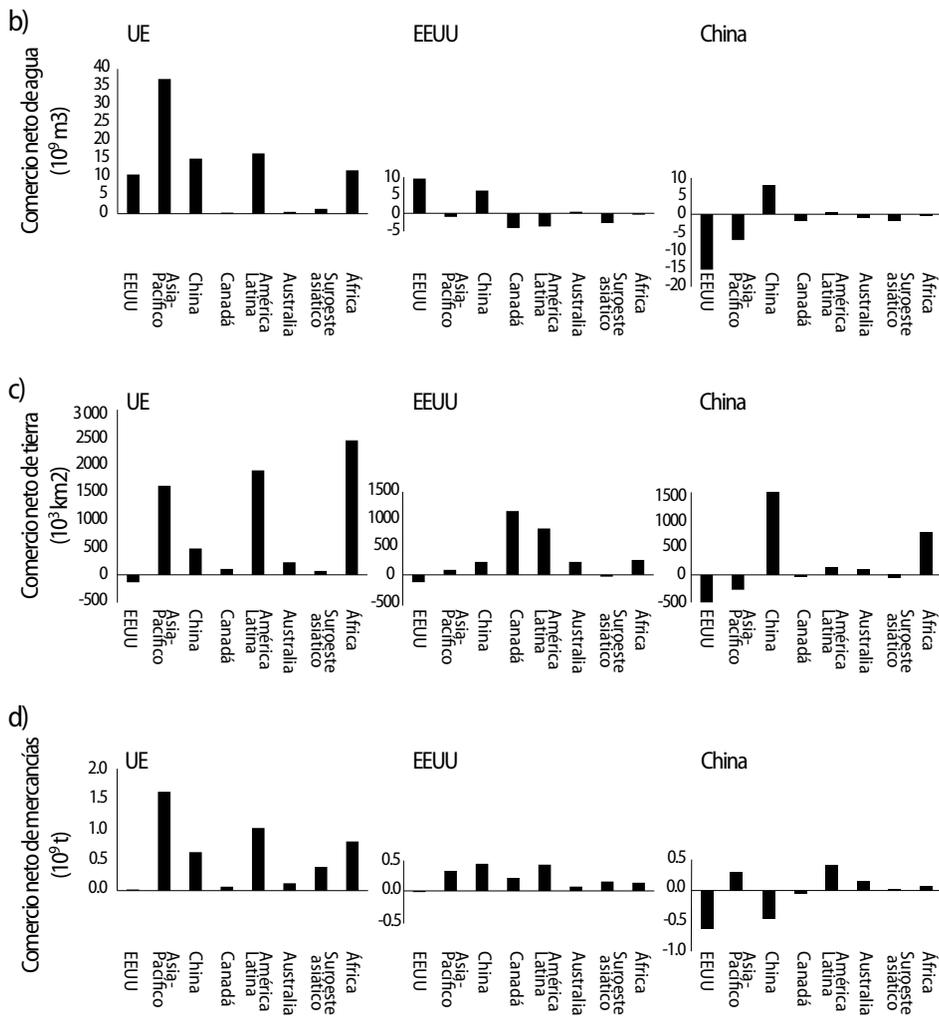


Figura 6.28 Comercio de b) agua, c) tierra y d) materiales considerando las importaciones y exportaciones de China, EEUU y la UE (Tukker y col., 2014).

Indudablemente, la extracción de minerales y energía no se lleva a cabo, en general, sin resistencias sociales. Sin embargo, estas resistencias, aunque importantes, no han logrado frenar el avance de la actividad extractiva, aunque lo han condicionado a veces⁹²⁹.

929 Las resistencias campesinas e indígenas a la extracción de recursos mineros y energéticos han sido (y están siendo) particularmente intensas en América Latina, donde a veces han derribado Gobiernos y provocado cambios de régimen político (Bolivia), o han condicionado fuertemente el ejercicio del poder (Perú, Ecuador). En África, las resistencias a la extracción de petróleo en el delta del Níger han llegado a tener también un importante impacto.

Residuos y contaminación, el lado oculto del metabolismo urbano-agro-industrial

El impacto ambiental del consumo material y energético del metabolismo industrial permanece en gran medida oculto al enfoque económico dominante y a los ojos de la ciudadanía metropolitana. Pero las secuelas de residuos y contaminación que genera el otro extremo del metabolismo permanecen aún más escondidas. Esto se debe a que: i) en muchas ocasiones tienen menor visibilidad física (por ejemplo, gran parte de las emisiones a la atmósfera, ríos, océanos y suelos) y aquejan principalmente a los territorios más empobrecidos, pues cada vez un porcentaje mayor de las actividades más contaminantes se llevan a las Periferias; ii) en el Centro, actúan ciertas medidas correctoras, las de “final de tubería”; iii) los países enriquecidos se aprovechan de la debilidad de los empobrecidos para firmar acuerdos por los que estos se comprometen a recibir sus residuos⁹³⁰.

El metabolismo industrial tiene unas tasas de reciclaje de solo el 6% (figura 6.29)⁹³¹. Estructuralmente, esto se debe a que el 44% de los materiales procesados se usan como fuente energética y, por lo tanto, no son reciclables. Además, el 27% son materiales que se acumulan en forma de construcciones⁹³² (Haas y col., 2015).

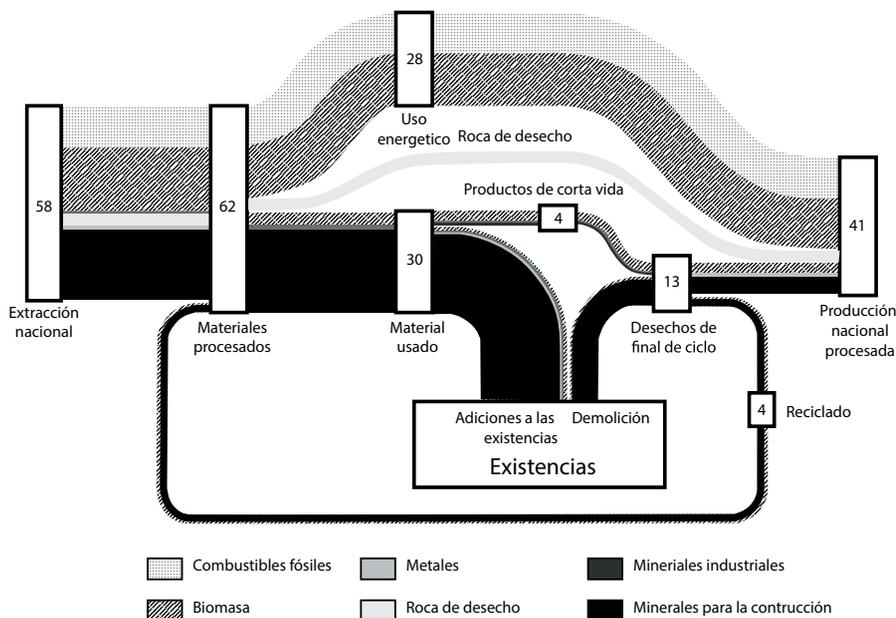


Figura 6.29 Flujos materiales de la economía global en Gt/año (Haas y col., 2015).

930 Por ejemplo, Japón envía sus residuos más peligrosos a vertederos fuera de sus fronteras, asociando este comercio a la inversión y la ayuda al desarrollo (Baselga, 2009). Algunos de los receptores más importantes son China, Ghana, Senegal, Guinea, Sierra Leona, Liberia, Malí, Benín, Togo, Costa de Marfil, Congo, Somalia, India, Pakistán, Bangladés, Vietnam, Singapur, Uzbekistán, Tayikistán, Kazajistán y Kirguizistán (González Reyes, 2011a).

931 Anualmente, se reciclan unas 4 Gt/año de desechos, muy poco comparado con las 62 Gt/año de materiales procesados y las 41 Gt/año de desechos (Haas y col., 2015).

932 Se añaden 17 Gt/año (Haas y col., 2015).

La explosión de los residuos sólidos, tanto urbanos (domésticos, industriales, terciarios) como agroindustriales, muchos de ellos de muy difícil reciclaje y tóxicos, se aceleró en la segunda mitad del siglo XX. Mayoritariamente, esto se debió a la intensificación de la urbanización y al fuerte incremento de la producción industrial, que empujaron la extracción minera⁹³³. Pero también al incremento del sector terciario, pues sus residuos son considerables. Por ejemplo, la importante expansión de la gran distribución comercial en las últimas décadas del siglo XX contribuyó a la proliferación del sobreempaqueado, y a hacer no rentable la retornabilidad y reutilización de los envases.

Por todo ello, los vertederos cercanos se colmatan o dejan de ser asumibles para la opinión pública, mientras que se acometen programas de incineración de residuos con el fin de reducir en gran parte su volumen y, de paso, obtener energía. Esto transforma el grueso de esos residuos sólidos en gases, algunos altamente peligrosos (dioxinas, furanos), pero invisibles. Y eso sin contar con la basura que termina en el océano⁹³⁴. En suma, se renuncia en gran medida al reciclaje, al tiempo que se incrementa la contaminación.

Por otro lado, en los últimos 60 años se ha producido una expansión impresionante de la industria química⁹³⁵, que ha generado, aparte de un estallido de la producción de plásticos⁹³⁶ (petroquímica) difíciles de tratar y reciclar, una enorme variedad de sustancias sintéticas de carácter tóxico y persistente. Estas sustancias se comercializan con un mínimo conocimiento de su peligrosidad sobre la salud o el entorno⁹³⁷. El principio de precaución brilla por su ausencia. Y ello ha provocado que las enfermedades⁹³⁸ y las muertes⁹³⁹ por exposición a compuestos sintéticos

933 Solo en torno al 10% (o incluso menos) es transformada en bienes útiles, el resto se convierte en residuos (Del Val, 2013).

934 8 millones de toneladas de plásticos en 2014 (Jambeck y col., 2015).

935 Desde 1900, se han sintetizado unos 10 millones de compuestos químicos. Todos los años, solo en EEUU salen al mercado unos 700 nuevos productos (Renner, 2015). En la década de 2010, existían más de 85.000 químicos sintéticos (Hayes y Hansen, 2017).

936 Desde 1950 hasta 2015, se han generado 8.300 millones de toneladas de plásticos, de las cuales se ha reciclado, como mucho, el 9% (Geyer y col., 2017). Aunque existen muchos tipos de plásticos, cinco constituyen alrededor del 85% del consumo mundial por peso: polietileno (32%), polipropileno (23%), PVC (16%), poliestireno (7%), PET (7%). El propileno es la materia prima para el polipropileno y el etileno, del resto (CIEL, 2017).

937 Un ejemplo entre muchos fue el DDT. Todas las personas nacidas después de la década de 1950 tienen DDE en el organismo, un metabolito tóxico del DDT. A esto hay que añadir que el funcionamiento de estas sustancias no es lineal. Así, los disruptores endocrinos pueden provocar daños a bajas concentraciones y no hacerlo a concentraciones altas. Otras sustancias son dañinas a niveles tan bajos que no es posible determinar un umbral de seguridad. Las bioacumulativas, por el hecho de no excretarse, tampoco tienen umbrales de exposición seguros. Además, las sustancias no actúan solas, sino mezcladas, alterando sus impactos con ello (Romano, 2009).

938 El cáncer especialmente, pero también enfermedades de índole reproductiva (infertilidad, malformaciones), alteraciones hormonales (diabetes, problemas tiroideos), disfunciones inmunológicas (alergias, dermatitis) y problemas neurológicos (de aprendizaje, autismo, hiperactividad, alzhéimer, párkinson).

939 Según la OIT, las sustancias peligrosas matan a alrededor de 438.000 trabajadores/as al año (Bejarano, 2015). En términos generales, en 2004 pudo haber 4,9 millones de muertes en el mundo por la exposición a sustancias químicas o su manejo inadecuado (Prüss-Ustün y col., 2011). Las malas condiciones ambientales son responsables de 12,6 millones de muertes al año en el planeta, el 23% de los fallecimientos en el mundo (Prüss-Ustün y col., 2016).

se hayan disparado. Algunas de ellas han alcanzado ya cifras epidémicas, siendo la infancia la más vulnerable.

Durante estas décadas, han sido continuos los accidentes industriales. El primer desastre de la industria química que tuvo una repercusión global fue la explosión de la fábrica de Union Carbide en Bhopal (India)⁹⁴⁰ (1984). Otra sacudida del lado más oculto del metabolismo industrial fue la explosión de la central nuclear de Chernóbil (Ucrania) (1986)⁹⁴¹. Este accidente superó con mucho al de Three Mile Island (EEUU) (1979). A ellos se sumó el de Fukushima (Japón) (2011), de magnitud similar a Chernóbil. Un tercer ejemplo han sido los continuos vertidos de crudo (Prestige, Erika, Deep Water Horizon, Exxon Valdez). Estos y otros accidentes y peligros llevaron a Beck (1994) a hablar de la “sociedad del riesgo”.

Por otra parte, es importante resaltar la contaminación química, biológica y radiactiva provocada por la guerra y la industria militar. El armamento químico y biológico se había utilizado con profusión en la I Guerra Mundial, con efectos humanos tremendos, por lo que se prohibió su uso en 1923⁹⁴². Pero mientras que los Estados centrales no los han utilizado en las guerras entre ellos, sí lo han hecho en las Periferias⁹⁴³. Los impactos del armamento nuclear no han sido menores, sobre todo por las múltiples pruebas realizadas (Nevada, Argelia, Polinesia, Siberia) tras los bombazos de Hiroshima y Nagasaki. También conviene subrayar el impacto radiactivo de las armas con uranio empobrecido usadas en Irak o Serbia.

Las resistencias sociales en relación con los impactos medioambientales y humanos del lado más invisible del metabolismo urbano-agro-industrial han sido, en general, menores que las resistencias a los impactos de la extracción de recursos. De todas maneras, las formas de contaminación más intensas no se han producido sin contestación social, que propició en muchos casos la toma de medidas para reducir los impactos socioambientales.

El impacto en la hidrosfera y la conversión del agua en el “oro azul”

El consumo de agua se multiplicó por 10 a escala mundial a lo largo del siglo XX, 2,5 veces más que el incremento de la población. Este crecimiento se ha debido a la expansión de la agricultura industrializada de regadío⁹⁴⁴. También se han

940 La nube de gases tóxicos y los metales pesados que se liberaron mataron a unas 20.000 personas, pero sus efectos alcanzaron a otras 600.000, a 150.000 gravemente (De Grazia, 1985). La lucha internacional para procesar a Union Carbide solo ha conseguido una leve condena a 8 directivos de la empresa (todos indios, ningún estadounidense) (Rojas, 2010).

941 Se tuvo que evacuar a unas 130.000 personas. Ucrania cifró en 100.000 los fallecimientos a causa del accidente en Ucrania, Bielorrusia y Rusia, cifra que la Academia de Ciencias Rusa sitúa por encima de los 200.000 (Castejón, 2011). *Voces de Chernóbil*, de Alexiéovich, refleja ese horror.

942 Posteriormente, en 1993 se firmó la Convención sobre Armamento Químico y Bacteriológico, que prohíbe (en teoría) su producción y almacenamiento.

943 Contra los movimientos de liberación nacional, en la Guerra de Vietnam o proporcionándoselos a Husein para la Guerra Irak-Irán.

944 A nivel mundial, consume el 70% del agua (Manahan, 2017). Como ya señalamos, el regadío

producido consumos suntuarios por las poblaciones urbanas⁹⁴⁵ en los jardines y actividades de ocio⁹⁴⁶. A esto hay que añadir que el Centro importa también agua de las Periferias en forma de mercancías y alimentos, el “agua virtual”⁹⁴⁷. Además del agotamiento de las reservas⁹⁴⁸, otro impacto del sobreuso es la creciente salinización de muchos de los suelos y acuíferos debido al riego excesivo⁹⁴⁹ y a la intrusión marina en zonas costeras. Esta sobreexplotación fue factible gracias a la energía barata que permitió explotar acuíferos a gran escala. Ante el agotamiento de los escasos recursos subterráneos⁹⁵⁰, los Estados fueron recurriendo cada vez más a costosas técnicas de desalación, que se sustentaban también en el consumo de crudo (McNeill, 2003; Arroyo, 2012; Postel, 2013a; Valdés, 2014).

La agricultura industrializada es una de las principales responsables del aumento de la contaminación de los recursos hídricos por nutrientes sintéticos y pesticidas⁹⁵¹. A ello se suma la ausencia de un tratamiento adecuado de las aguas de los complejos metropolitano-industriales. La depuración de las aguas residuales es una realidad únicamente en las metrópolis centrales⁹⁵², y es solo una realidad incompleta, pues la eliminación de determinados componentes químicos persistentes es muy difícil y costosa. Todo ello provoca la progresiva eutrofización y contaminación de muchos lagos y embalses, además de un impacto en ascenso en los mares interiores y en las zonas litorales⁹⁵³.

se multiplicó por 5 entre 1900 y 1990 (McNeill, 2003; Holt-Giménez, 2009), aunque al final del siglo XX el aumento del regadío prácticamente cesó (Ponting, 2007).

- 945 Un/a habitante urbano/a consume 3 veces más agua que un/a rural. Un/a norteamericano/a utiliza casi 600 l/d. Un africano/a, apenas 6 (MREEPB, 2009).
- 946 Por ejemplo, en los complejos turísticos en países periféricos, donde se garantizan consumos de 1.400 l por turista y día.
- 947 Es el agua requerida para producir cada uno de los bienes. Los mayores exportadores de agua virtual son EEUU, China, India y Brasil. Y los mayores importadores, EEUU, Japón, Alemania y China. De este modo, el 21% de la huella hídrica de los países del mundo se produce fuera de sus fronteras (Álvarez, 2012), el 88% de ella contenida en productos agrícolas (Hoekstra y Mekonnen, 2012).
- 948 En 35 cuencas en las que habitan 483 millones de personas hay escasez hídrica grave, al menos, durante la mitad del año. El 20% de los acuíferos del mundo están siendo explotados por encima de su nivel de regeneración. Entre ellos, hay zonas claves para la producción de alimentos: el Valle Central y las Altas Llanuras en EEUU, la Llanura Norte en China, el Delta del Nilo y el Alto Ganges (Gardner, 2015). El descenso freático puede ser más rápido de lo estimado (Famiglietti, 2014).
- 949 El 11% de los terrenos de regadío en el planeta están afectados por la salinización. Se concentran especialmente en EEUU, China e India (El Asmar, 2014).
- 950 El caso más extremo sería el de Arabia Saudí (y de otros petro-Estados de la zona), que cultiva (dentro de poco, cultivaba) trigo en el desierto gracias al consumo de agua fósil.
- 951 El 40% de la contaminación del agua es producida por el sector de la alimentación (Valdés, 2014).
- 952 El 80% de las aguas residuales no se tratan (Valdés, 2014).
- 953 En 2010, los ecosistemas marinos en mayor riesgo de eutrofización costera eran la bahía de Bengala, el mar de la China oriental, el golfo de México, la plataforma del norte de Brasil y el mar de la China meridional (ONU, 2016). En 2008, había 400 zonas marinas muertas por falta de oxígeno como consecuencia de la eutrofización, con una superficie equivalente a Reino Unido (Renner, 2015).

Para conseguir agua para la agricultura, electricidad para el desarrollo industrial y garantizar el abastecimiento de las metrópolis, durante el siglo XX, especialmente en su segunda mitad, se acometió la construcción de megapresas y grandes obras hidráulicas que canalizaban, y en algunos casos desviaban, los ríos⁹⁵⁴. Los desastres ambientales acoplados se han multiplicado por todo el planeta: Assuan, en Egipto⁹⁵⁵; Itaipú, entre Brasil y Paraguay; Narmada, en India; Tres Gargantas, en China; Bello Monte, en Brasil, etc. Por ejemplo, las presas y trasvases están provocando la regresión de muchos deltas del mundo al alterar el curso y el flujo normal de los ríos, y porque los sedimentos quedan atrapados, al menos en parte, en las presas. También ocasionaron enormes daños sociales, provocando el desplazamiento de más de 40 millones de personas, 3/4 partes de ellas en India y China⁹⁵⁶, no sin fuertes resistencias (McNeill, 2003; Orrego, 2012). Asimismo, ha producido una importante pérdida de biodiversidad al desviar, hormigonar y hasta entubar muchos cauces fluviales, desecándose en paralelo también lagos y tierras pantanosas⁹⁵⁷, para que se desparrame la lengua de hormigón urbanometropolitana.

Por último, desde finales del siglo XX el agua se ha convertido en un recurso enormementepreciado debido a su creciente demanda y escasez⁹⁵⁸. En ese contexto, los Gobiernos de muchos países están procediendo a su privatización y mercantilización bajo la presión de las transnacionales del agua, con la ayuda inestimable de la OMC, los TLC y el apoyo del BM.

En definitiva, el agua dulce limpia ha empezado a escasear seriamente en muchos territorios, agudizando las tensiones sociopolíticas en torno a este recurso (es el caso del conflicto israelo-palestino⁹⁵⁹), al tiempo que se convertía en un mercado en expansión. Los costes de esta dinámica los soportaban las poblaciones más empobrecidas⁹⁶⁰. Además, el acaparamiento y la contaminación humanas del agua imposibilitan que otras especies accedan a ella.

954 A finales de siglo XX, estas obras afectaban al 60% de los ríos del planeta (McNeill, 2003).

955 Su construcción acabó reteniendo el 98% del limo que enriquecía las tierras del Nilo, por lo que la agricultura egipcia ha tenido que recurrir a los fertilizantes químicos y el delta del Nilo está hundiéndose. Además, se han destruido los bancos de sardinas y gambas del delta. En resumen, el fin de 5.000 años de un sistema agrario y de riego sostenible.

956 La construcción de la megapresa de las Tres Gargantas, la mayor del mundo, ha implicado la desaparición de casi 20 ciudades y más de 300 pueblos, lo que ha supuesto la reubicación de unos 2 millones de personas. Además, su construcción ha generado derrumbes que han hecho necesario desplazar a otros 4 millones más (Wong, 2007).

957 Por ejemplo, a finales del siglo XX el 20% de los humedales sufrían desecación (McNeill, 2003).

958 Las actividades humanas se apropian de más del 50% del agua dulce líquida del mundo y del 30% de la escorrentería (Postel, 2013a).

959 Israel se viene apropiando de las aguas de los territorios palestinos desde al menos 1967, cuando invadió Gaza, Cisjordania, los Altos del Golán, la península del Sinaí y Jerusalén Este. El control de este recurso se ha agudizando en estas últimas décadas en los territorios ocupados.

960 A finales del siglo XX, había más de 1.000 millones de personas que no tenían acceso directo a agua (McNeill, 2003).

De la incidencia en la atmósfera local al cambio climático planetario

En el siglo XX, la contaminación se intensificó, regionalizó (primero) y globalizó (después). La polución se fue controlando algo con medidas de “final de tubería” y la extensión del gas natural en los países centrales. Pero el *smog* fotoquímico⁹⁶¹ se extendió por todas las metrópolis del mundo, sobre todo con el aumento del tráfico motorizado, siendo especialmente intensa en algunas de ellas (Delhi, Karachi, Abu Dabi, Doha, Pekín, México DF, Río de Janeiro, Seúl, Teherán, Dakar)⁹⁶². A esto se sumarían las muertes por la mala calidad del aire en los hogares como consecuencia de cocinas con una deficiente combustión⁹⁶³ (Sevillano, 2014b).

Desde mitad del siglo pasado, la industrialización ha provocado una contaminación atmosférica cada vez más transnacional. Entre EEUU y Canadá, en el norte, centro y este de Europa, en Japón, en Corea del Sur y China empezó a proliferar la lluvia ácida⁹⁶⁴, lo que repercutió gravemente en bosques, tierras, lagos y ciudades.

Al mismo tiempo, desde desde la década de 1960 la utilización de gases CFC (clorofluorocarbonados) en la industria de la refrigeración y de aerosoles empezó a destruir el ozono de la estratosfera, que absorbe los rayos ultravioletas que llegan del Sol, lo que hace posible la vida sobre la Tierra. Así, el desgaste de la capa de ozono ha producido niveles más altos de radiación ultravioleta sobre la corteza terrestre, poniendo en peligro el fitoplancton marino, las plantas, los animales y los seres humanos. La rapidez e intensidad de este fenómeno creó un profundo debate político-social a escala mundial en las décadas de 1970 y 1980, y los CFC fueron finalmente prohibidos en muchos países a partir de la firma del Protocolo de Montreal (1987). Sin embargo, el hecho de que esos gases se hayan seguido produciendo hasta ahora en muchos Estados periféricos, que se siga usando el bromuro de metilo como fertilizante y, sobre todo, la larga vida de los CFC⁹⁶⁵ (unos 100 años) hace que el problema se alargue durante décadas, aunque el agujero se está reduciendo⁹⁶⁶ y es posible que la capa de ozono esté recuperada a mediados del siglo XXI (Renner, 2015).

Finalmente, uno de los problemas centrales que condiciona el presente y el futuro del planeta y de la humanidad es el cambio climático, causado por la emisión antropogénica de gases de efecto invernadero (GEI). Sobre él entraremos en detalle más adelante.

961 Una mezcla de NO_x , SO_2 , compuestos orgánicos volátiles, ozono troposférico y otros gases.

962 Casi el 90% de 1.600 urbes a nivel mundial superan los niveles recomendados por la OMS de partículas en suspensión (Sevillano, 2014b).

963 Según la OMS, en 2012 se produjeron 2,6 millones de muertes por la contaminación atmosférica y 4,3 millones por la mala calidad del aire dentro del hogar (Sevillano, 2014b).

964 La combinación de SO_2 y NO_x con vapor de agua genera H_2SO_4 y HNO_3 , que acidifican la lluvia.

965 En todo caso, la utilización de CFC bajó el 96% en 2005 respecto a 1987 (Renner, 2015).

966 Desde 2000, cuando alcanzó su máximo histórico (25 millones de kilómetros cuadrados), el agujero antártico se ha reducido en 4 millones de kilómetros cuadrados (Solomon y col., 2016). Sin embargo, la reducción de la capa está volviendo (ahora en otras latitudes), fruto probablemente de las emisiones de gases no recogidos en el Protocolo de Montreal, los clorocarbonos (Oram y col., 2017) o del cambio climático (Ball y col., 2018).

La perturbación de los ecosistemas: un golpe de Estado biológico

Hasta el siglo XX, el desarrollo de la vida estuvo marcado por la evolución genética, con cinco grandes extinciones de especies como resultado de cambios cósmicos y causas endógenas de la transformación de la propia biosfera (supervolcanes, grandes glaciaciones). Todas ellas tuvieron en común cambios climáticos⁹⁶⁷. Ahora se está produciendo la sexta, cuya causa principal es el capitalismo fosilista.

La Revolución Verde, un gigante depredador y tóxico con pies de barro

Ya abordamos los impactos de la agricultura industrial, por lo que aquí tan solo realizaremos algunas consideraciones sumarias. En primer lugar, cabe destacar que el balance energético de la agricultura industrializada es deficitario, es decir, consume bastante más energía que la que produce, en contraste con la agricultura tradicional. Por otro lado, la extensión de la frontera agraria ha alterado ya el 12,6% de las tierras emergidas mundiales (FAO, 2014), sobre todo aquellas más llanas y fértiles. Además, están los impactos derivados del metabolismo agrario sobre los ecosistemas: agotamiento, contaminación y eutrofización de recursos hídricos y degradación de los suelos. Igualmente, la agricultura industrializada ha fomentado los monocultivos, lo que ha provocado una alarmante pérdida de biodiversidad. Esta deriva se ha agudizado a causa de los transgénicos. Estos impactos se concentran allí donde la agricultura industrializada se ha extendido más y lleva más años de existencia⁹⁶⁸.

La explotación industrializada amenaza los bosques del mundo

Más de 1/2 de los bosques originarios del mundo han sido talados o han sufrido un deterioro irreversible, aunque más de 1/4 de la superficie emergida mundial todavía cubierta forestal. Esta degradación se ha llevado a cabo desde hace unos 8.000 años⁹⁶⁹, pero se intensificó especialmente en el siglo XX⁹⁷⁰. Hasta entonces, el considerable requerimiento de mano de obra había frenado la tala rápida y masiva, sobre todo en las Periferias. Pero desde 1950 la deforestación con maquinaria se cebó de forma prioritaria en las selvas tropicales. En el hemisferio norte, la destrucción arbórea remitió (salvo en las zonas boreales, donde se intensificó) debido a presiones sociopolíticas, a consideraciones estratégicas, a políticas de reforestación y a una explotación más sostenible de la industria papelera.

La tala de bosques viene determinada sobre todo por: i) la expansión de la

967 La última de estas extinciones se produjo en el Cretácico, hace 65 millones de años, cuando desaparecieron los dinosaurios, entre muchas otras especies (solo sobrevivió el 24% de ellas).

968 Sobre todo, en EEUU y la UE, pero también en los grandes agroexportadores mundiales (Australia, Brasil, Argentina, Paraguay, Indonesia, Colombia).

969 Apartados 2.2, 4.10 y 5.10.

970 En la década de 1990, se talaron 16 millones de hectáreas al año. En la siguiente, el ritmo bajó a 13 millones anuales (FAO, 2010). La pérdida neta anual, contemplando el crecimiento de nuevos árboles y la reforestación, es de 10.000 millones de árboles. Desde el comienzo de la civilización, se ha reducido el 46% del total de árboles del planeta (Crowther y col, 2015).

frontera agraria; ii) la explotación industrializada de las selvas tropicales en América Latina (Amazonas), África Subsahariana (cuenca del Congo) y Asia Oriental (Indonesia, Filipinas), y de los bosques boreales (Canadá, Rusia); iii) el crecimiento urbanometropolitano y la construcción de infraestructuras de conexión; iv) la expansión de la minería y las graveras, y v) el consumo de leña, sobre todo en las Periferias. Además, el deterioro de las masas arbóreas también está producido por el incremento de la contaminación (lluvia ácida), la expansión de plagas (que se acelera en los monocultivos forestales), las estrategias de lucha militar para “desemboscar” al enemigo (defoliantes químicos) y el cambio climático (incendios, sequías).

Las consecuencias de esta destrucción y este deterioro de la masa forestal son dramáticas, sobre todo por la pérdida de biodiversidad que conlleva (microorganismos, vegetales, animales). Esto se produce en las selvas tropicales, donde se halla más de la mitad de las especies que existen, pero también en los bosques secos y montes bajos tropicales, los más afectados por la presión agraria, el sobrepastoreo, la expansión urbanometropolitana y la búsqueda de leña. Igualmente, la pérdida de bosques también conlleva otros procesos que acentúan indirectamente estas dinámicas: la pérdida de pluviosidad y de suelo fértil, así como el incremento de la sequedad del suelo y la erosión. Además, el troceamiento del territorio forestal por la construcción de infraestructuras dificulta la supervivencia de muchas especies⁹⁷¹. Por último, la sustitución del bosque originario por plantaciones de árboles, muchas veces no adaptados a las condiciones edáficas (eucaliptos, pinos), conlleva la degradación de los ecosistemas.

Toda esta destrucción no se ha llevado a cabo sin fuertes resistencias sociales, que en ocasiones han conseguido frenar o revertir los procesos. Dos ejemplos son los movimientos de mujeres Chipko en el Himalaya⁹⁷² y Cinturón Verde en Kenia.

La pesca esquilma los caladeros mundiales

El pescado es la principal fuente de proteínas para unos 1.000 millones de personas y para 1/2 de la humanidad es un importante complemento dietético⁹⁷³. Desde principios de la década de 1990, las capturas mundiales se han estancado, después de haber crecido fuertemente desde 1950⁹⁷⁴. La razón es que, *grosso modo*, el 80% de las poblaciones mundiales de peces se encuentran sobreexplotadas (el

971 El 20% de los bosques de la Tierra tienen alguno de sus bordes a menos de 100 m. El 50% de las selvas tiene una carretera, prado o campo de cultivo a 500 m de su centro y el 70% de la masa forestal linda con alguna modificación humana del paisaje a menos de 1 km (Pfeifer y col., 2017).

972 Las mujeres de Uttar Pradesh (norte de India) se abrazaban a los árboles (de ahí el nombre *chipko*, que significa “abrazar”) como forma de defensa no violenta de sus recursos comunales y vitales.

973 La pesca proporciona el 15% de la proteína animal en las zonas centrales y hasta el 50% en muchas periféricas de Asia y África (WWF, 2014). Alrededor del 15% de las capturas, incluyendo las de acuicultura, se convierten en pienso para ganado o pescado (FAO, 2012).

974 Desde la década de 1990, las capturas se han situado en algo más de 90 millones de toneladas, cuando en 1950 habían sido menos de 20 millones (FAO, 2012). Pero eso son las cifras de pesca legal, pues los datos pueden ser el 30% mayores de los declarados (Pauly y Zeller, 2016).

50%) o colapsadas (el 30% restante)⁹⁷⁵. Desde entonces, las capturas se sostienen a costa del 20% de los caladeros restantes y de ir esquilmando los niveles más bajos de la cadena trófica, lo que puede provocar el colapso de los ecosistemas marinos. Sin embargo, la “producción” de pescado ha seguido aumentando gracias a la acuicultura⁹⁷⁶, que también tiene importantes impactos socioambientales⁹⁷⁷. Con el desarrollo de la acuicultura a finales del siglo XX, se estaba produciendo una transición en los mares equivalente a la del Neolítico con la agricultura, pero mucho más agresiva para el medio.

La razón principal de esta situación es la intensificación de las capturas que permite la pesca industrializada, impulsada especialmente en la segunda mitad del siglo XX. En esta pesca, destacan las técnicas altamente depredadoras (por ejemplo, la pesca de arrastre, que conlleva una alta mortalidad de otras especies) y los barcos cada vez más grandes que las aplican, sobre todo en alta mar, una vez agotados los recursos pesqueros de las plataformas costeras. Los poseedores de estas flotas son grandes empresas de países centrales (Japón, EEUU, Canadá, España) y emergentes (China, Corea del Sur). Estas flotas han ido desplazando a la pesca artesanal, primero en los mares y océanos que bordeaban los territorios centrales y más tarde en los del mundo entero. La destrucción de empleo en este sector está siendo salvaje⁹⁷⁸. Toda una forma de vida más en consonancia con los límites ambientales se viene abajo. Aun así, la pesca artesanal está viva todavía en Asia y el Pacífico (India, Indonesia, Vietnam, Filipinas, Myanmar) y, en menor medida, en América Latina, el Caribe y África (FAO, 2012).

El turismo también arrasa el planeta

Una gran parte del turismo internacional es de “sol y playa”, pero también es importante el que visita espacios de gran valor natural y cultural. Todo ello supone una presión adicional, en algunos casos muy considerable, sobre muchos territorios frágiles y de alto valor⁹⁷⁹.

Por otro lado, la llegada masiva de turistas también impacta sobre las poblaciones y culturas que habitan dichos espacios, que hasta entonces vivían en mayor

975 Los caladeros más esquilados son los del Atlántico Norte, parte del océano Índico y el Pacífico Noroccidental (en torno a Japón, China y Corea del Sur) (FAO, 2012).

976 Cerca de 1/2 del pescado que se consume en el mundo proviene de piscifactorías (FAO, 2012).

977 Sirva como ejemplo el de las camaroneras (gambas y langostinos), actividad que necesita sustituir manglares para establecer granjas marinas y que produce fuertes impactos. Los manglares son espacios de una altísima biodiversidad, con gran capacidad para absorber carbono y con un importante valor protector en el interfaz tierra-mar.

978 Una de las consecuencias de esto es que está proliferando la piratería que aborda las flotas extranjeras, sobre todo en el Índico. Es su nueva fuente de recursos, una vez desaparecida la pesca.

979 Los espacios dedicados al turismo a escala mundial ocupaban a finales del siglo XX una superficie similar a la de España, y los requerimientos energéticos de la industria turística se elevaban a un consumo energético fósil equivalente al de Alemania y España juntos. A esto hay que añadir las emisiones de CO₂, sobre todo del transporte aéreo (Buades, 2009; Murray, 2012).

equilibrio con el entorno. La mercantilización de los destinos turísticos y la monetización de las formas de vida de sus poblaciones aumentan su dependencia del turismo. Esto hace que supediten la gestión de sus ecosistemas a esta actividad, en general depredadora. También, que aumenten los flujos de energía y materiales, y la generación de residuos. Además, la brusca modernización subordinada de las comunidades locales implica su pérdida de autonomía y autoestima, lo que redundará en una mayor dependencia de la economía monetizada.

La Sexta Extinción ya está en marcha

Se está produciendo la Sexta Extinción de especies de la historia de la vida en la Tierra⁹⁸⁰. En las anteriores, la pérdida absoluta de biodiversidad se situó en el 70-97% de las especies existentes (López-Colón y García, 2015). Lo que aconteció entonces condicionó de forma decisiva la evolución biológica. Por ejemplo, la Quinta Extinción abrió el camino para los mamíferos. Y lo que es más importante, puede haberse pasado ya el límite de seguridad de pérdida de biodiversidad⁹⁸¹.

Las causas de esta acelerada pérdida de biodiversidad están en la insostenibilidad de la agricultura y la pesca industrializada, así como en la gestión asimismo industrializada de los bosques, junto con la expansión física del modelo urbano-industrial y el impacto negativo de su metabolismo⁹⁸². Detrás de todo ello, en gran parte, está el comercio internacional⁹⁸³. En resumen, la AHPPN era del 40-50% en el cambio de siglo⁹⁸⁴ (Haberl y col., 2007a, 2007b; Schramski y col., 2015), lo que suponía

980 El ritmo de desaparición de especies está siendo unas 1.000 veces mayor que antes de la Revolución Industrial (CEEM, 2013) y 10 veces superior a la de las 5 grandes extinciones previas (salvo tal vez la de los dinosaurios) (Ariza, 2014). En los últimos cinco siglos, la tasa de extinción de especies se ha multiplicado por más de 100 (Ceballos y col., 2015). Este ritmo se ha intensificado en las últimas décadas: entre 1970 y 2010 la biodiversidad planetaria ha caído el 32% en los ecosistemas templados y el 56% en los tropicales (WWF, 2014). La UICN (2013) muestra que el 41% de los anfibios, el 33% de los corales formadores de arrecifes, el 25% de los mamíferos, el 13% de las aves y el 30% de las coníferas están amenazados de extinción. Entre las especies que están disminuyendo su población hay algunas básicas para el sostén de los ecosistemas, como el plancton oceánico, que ha bajado el 40% desde 1950 (Butler y Wuethner, 2012). Además, no solo se extinguen especies, sino que se reducen poblaciones (Ceballos y col., 2017). Desde los tiempos del Imperio romano, se ha reducido el 45% la cantidad de biomasa (Schramski y col., 2015).

981 Este límite está fijado en la pérdida del 10% de especies con respecto a las cifras previas al ser humano. En la década de 2010, había caído al menos el 12% (Newbold y col., 2016).

982 Los principales vectores de pérdida de biodiversidad son la sobreexplotación (tala, caza, pesca) (afecta al 72% de las especies en peligro), la agricultura industrial (62%), el desarrollo urbano (37%), especies invasoras y enfermedades (27%), contaminación (22%), modificación del entorno (fuego, presas) (22%) y el cambio climático (19%) (Maxwell y col., 2016).

983 Al menos 1/3 de las amenazas a la biodiversidad en todo el mundo están vinculadas a la producción para el comercio internacional (Moran y Kanemoto, 2016) y alrededor del 11% de la extracción de agua fósil es para regar cultivos de exportación (Dalin y col., 2017).

984 La biomasa cosechada o recolectada supone el 53% de la AHPPN, los cambios de uso del suelo han sido responsables del 40% y los fuegos provocados por la especie humana han contribuido con el 7%. En contraste, las sociedades *forrajeras* se estima que se apropiaban del 0,01% de la PPN, mientras que las últimas sociedades agrícolas lo hacían del 20% (Haberl y col., 2007a).

una enorme merma para el resto de las especies⁹⁸⁵, pues tan solo el 10-20% de las áreas naturales emergidas del planeta estaban más o menos vírgenes (Sanderson y col., 2002; Murray, 2005; Murray y col., 2005; Erb y col., 2007). Esta dinámica se acentúa por los efectos del cambio climático.

A todo ello se suma el trasiego intercontinental de especies, que es, por lo menos, de una magnitud similar al que describimos con la expansión imperial de Europa por el globo⁹⁸⁶. Esto está produciendo bioinvasiones de especies alóctonas⁹⁸⁷ y la consiguiente homogeneización y simplificación intercontinental e interoceánica de la flora y la fauna. El trasiego está impulsado por la expansión y funcionamiento de la sociedad industrial, por el comercio de especies “exóticas” y como consecuencia no buscada de las dinámicas comerciales del capitalismo global. La actividad humana ha hecho progresar de manera no deseada algunas especies (ratas, cucarachas, palomas, gaviotas), y deseada otras (unas 40 de animales y unas 100 de plantas han aumentando de forma exponencial gracias a la domesticación⁹⁸⁸). A esto se añade la capacidad de alteración de la biodiversidad que tienen los organismos genéticamente modificados y, de forma más profunda, la contaminación química.

Todo esto no está siendo frenado por las medidas de conservación de la naturaleza⁹⁸⁹. Por ello, decimos que se está llevando a cabo un golpe de Estado biológico por parte del capitalismo. Sobre las profundas implicaciones de esta pérdida masiva de biodiversidad volveremos más adelante, pues es un elemento clave de la Crisis Global actual.

Desbordamiento de la biocapacidad del planeta y deuda ecológica

Steffen y col. (2015b), tomando un trabajo previo de Rockström y col. (2009), analizaron nueve líneas rojas que el metabolismo industrial no debería pasar⁹⁹⁰,

985 A principios del siglo XXI, descontando Groenlandia y la Antártida, el 75% de la tierra es usada o estaba afectada por las actividades humanas (el 1%, por urbanización; el 11,7%, por cultivos; el 36%, para el ganado, y el 26%, por bosques explotados por el ser humano) (Erb y col., 2009). Del 25% restante, algo más de 1/2 eran zonas desérticas, rocosas o heladas. Lo que quedaba eran bosques vírgenes, sobre todo en los trópicos y en las zonas boreales (Wuerthner, 2012a).

986 Apartado 4.10.

987 Algunos ejemplos: la introducción británica del conejo en el continente australiano, que desencadenó un desastre ecológico al no tener depredadores; la penetración del conejo en la Patagonia, con impactos similares; la grafiosis del olmo, que proviene de Asia; la introducción de la perca del Nilo en el lago Victoria, que implicó la desaparición de más de 200 especies; y el mejillón cebra y su tremenda capacidad invasora de ríos, lagos y embalses.

988 El vacuno se multiplicó por 4 en el siglo XX, lo mismo que el caprino y el lanar (como la población humana mundial), los cerdos, por 10, y las aves de corral, por 20 (McNeill, 2003; Diamond, 2007).

989 Según WWF, 1/2 de los 229 lugares declarados Patrimonio Mundial Natural y Mixto por la UNESCO estaban amenazados por proyectos industriales en 2015 (Planelles, 2016a).

990 Siempre con el matiz de que es difícil marcar los límites claros en un sistema complejo con múltiples realimentaciones e interacciones entre estos nueve fenómenos. Además, entre las nueve hay dos (ya superadas) que aparecen como centrales: la integridad de la biosfera y el cambio climático.

aunque ya ha superado las cuatro primeras que señalamos⁹⁹¹ y sobre dos hay datos insuficientes (las últimas que nombramos): i) La concentración de CO₂ debería reducirse a 350 ppm. El nivel actual supera las 400 ppm y sigue subiendo (antes de la Revolución Industrial era de 280 ppm). ii) La desaparición de especies es 100-1.000 veces superior a la que existía antes de la Revolución Industrial, que era la tasa “natural”, lo que hace peligrar la integridad de la biosfera. iii) El ser humano está fijando más nitrógeno (sobre todo a través de un uso de los fertilizantes de síntesis) de lo que lo hacen los procesos naturales. La reducción para volver a estar dentro del límite debería ser del 40%. Lo mismo sucede con el fósforo, donde la reducción debería rondar el 50%. iv) No menos del 54-75% (dependiendo de los biomas) del área forestal primigenia debería mantenerse. En varios biomas, el porcentaje ya es menor del límite. v) La línea roja en el consumo de agua dulce se situaría en los 4.000 km³/año. En la década de 2000, alcanzó los 2.600 km³/año y sigue en aumento. vi) Las aguas de los océanos se están acidificando debido al exceso de CO₂. Este fenómeno afecta a multitud de especies sensibles a los cambios del pH. Un indicador es la aragonita, uno de los compuestos en las conchas de los moluscos, cuya concentración en el océano no debería bajar del 80% de la existente antes de la Revolución Industrial y su descenso ya se está acercando a ese límite (84%). vii) El agujero en la capa de ozono sobre la Antártida persistirá aún durante varias décadas. El límite serían 276 unidades Dobson. El nivel actual es de 283 (aunque en la Antártida baja en primavera de 200) y el preindustrial era de 290. viii) La concentración atmosférica de aerosoles se ha duplicado. La compleja naturaleza de las distintas partículas dificulta el establecimiento de un valor límite, por lo que no es posible evaluar si se ha superado. ix) En la actualidad, hay más de 100.000 sustancias comercializadas que son potencialmente dañinas para la vida, sin contar con los nanomateriales y los polímeros plásticos. No hay un límite de seguridad determinado.

Otro indicador de insostenibilidad global es la huella ecológica, que cuantifica los requerimientos territoriales totales de los sistemas urbano-agro-industriales mundiales (esto es, tanto de sus consumos como de sus residuos)⁹⁹². La huella ecológica mundial supera en más del 50% la biocapacidad planetaria (figura 6.30). O lo que es lo mismo, a la biosfera le costaría más de 1,5 años generar y regenerar aquello que la humanidad consume en 1. La superación de la biocapacidad planetaria se dio a principios de la década de 1970.

991 Jaramillo y Desouni (2015) sostienen que cinco, incluyendo también el uso de agua dulce.

992 Por un lado, la huella ecológica analiza la capacidad de producción biológica de las diferentes cubiertas de suelo. Por otro, mide los flujos de materiales y energía consumidos, así como los residuos que genera. Todo ello lo traduce a hectáreas, esto es, en la superficie de tierra y mar necesaria para producir dichos recursos y absorber sus residuos.

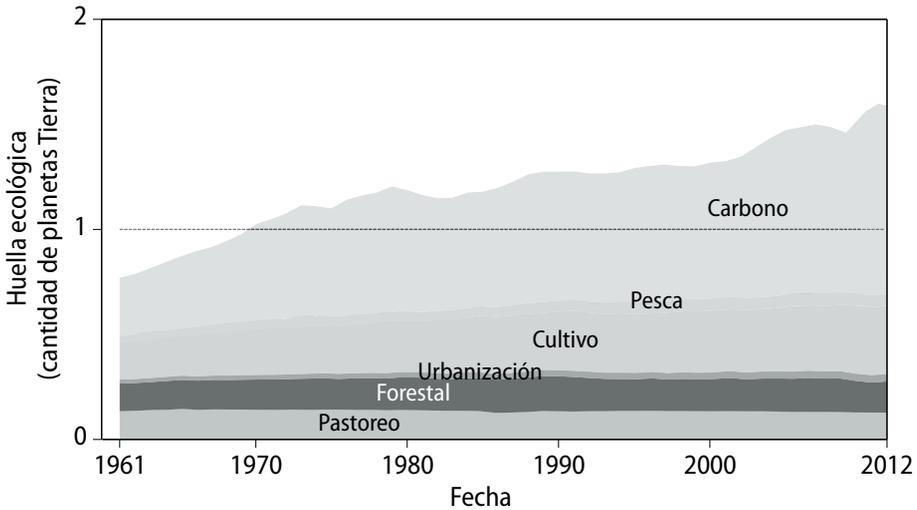


Figura 6.30 Huella ecológica mundial (WWF, 2016).

¿Cómo es posible este ritmo de consumo superior al de producción de la naturaleza? La razón es que el déficit ecológico se compensa mediante la sobreexplotación de las reservas naturales existentes; esto es, consumiéndolas a una velocidad mayor que su regeneración mediante la capacidad de apropiación y metabolización que proporcionan los combustibles fósiles. Es decir, el capitalismo está creciendo (temporalmente) agotando las reservas planetarias.

Una vez más, no todos los territorios ni los sectores sociales consumen la misma cantidad de espacio ambiental. Las regiones centrales⁹⁹³, en concreto las metrópolis, y dentro de ellas las “clases medias”, pero sobre todo las élites, son las que más derrochan espacio ambiental. Normalmente lo importan (cada vez más) del resto del mundo. Se crean centros (sobre todo, urbanometropolitanos) de un aparente orden, a costa de generar una mayor degradación mundial. Como hemos sostenido (regla del notario), esto lleva ocurriendo desde el inicio del capitalismo, pero su ritmo se ha acrecentado enormemente con el capitalismo fosilista. De este modo, se visibiliza, una vez más, la deuda ecológica del Centro con las Periferias, sin la cual es imposible entender el crecimiento de los espacios centrales⁹⁹⁴. Además, poco a poco emergen con fuerza nuevos actores, algunos ya con la potencia suficiente para ir obteniendo espacio ambiental global, pues han desbordado ya la biocapacidad de sus propios territorios⁹⁹⁵. El caso de China es el más significado. Sin embargo, esta estrategia de importación de biodiversidad y de funciones ecosistémicas concluirá

993 En 2012, si toda la población mundial consumiera lo mismo que la estadounidense, la huella ecológica equivaldría a 3,9 planetas. Si el parámetro fuese Argentina o Sudáfrica, la cifra bajaría a 1,5-1,4 (WWF, 2014).

994 Apartado 4.4.

995 Los países con mayor biocapacidad del mundo son EEUU, Brasil, Rusia, China, Canadá, India, Argentina y Australia. EEUU, China e India han superado ya esa biocapacidad (WWF, 2012).

conforme sea inviable el transporte mundial en el volumen y velocidad actual. El ser humano está ya en un mundo “lleno”.

“Invisibilidad” de la crisis ecológica mundial al entrar en el siglo XXI

A pesar de que en el siglo XX los problemas ambientales pasaron de ser limitados y locales a tener un alcance planetario, la percepción social de la crisis ecológica mundial fue (y sigue siendo) muy limitada si se compara con el problema. El problema no se ve porque no se quiere ver, máxime en un momento histórico de gran accesibilidad a la información, especialmente para las “clases medias”. Simplemente, es más cómodo no encarar los profundos cambios vitales que implica el Capitaloceno. En todo caso, sobre lo que moviliza a las personas entraremos con más profundidad y matices en el último capítulo. Pero, más allá de esto, también hay otras explicaciones más sistémicas.

En primer lugar, la sensación de bonanza, sobre todo en los espacios centrales y emergentes, por el crecimiento sin freno (aparente) de la economía-mundo capitalista. Un crecimiento que ha sido impulsado por la expansión indiscriminada del crédito, la rebaja de las condiciones laborales y la globalización del mercado, y garantizado por el fácil acceso masivo a combustibles fósiles, materias primas y funciones ecosistémicas. Y cuando el crecimiento se frenó, se cerraron todavía más los ojos a la crisis ambiental para intentar retomarlo.

Pero, sobre todo, ha sido la tremenda capacidad de ocultación de la aldea global, y el hecho de que el mensaje institucional y corporativo haya sido que caminábamos hacia el desarrollo sostenible, que no hay otra alternativa y que la tecnología resolverá todos los problemas, lo que ha instalado al capitalismo global en la complacencia. Se ha repetido machaconamente que el crecimiento económico posibilita, gracias a la tecnología, caminar hacia una mayor sostenibilidad medioambiental, al tiempo que acabar con la pobreza. Todo ello, lubricado por la capacidad de consumo de las “clases medias”. Hasta quienes habían apuntado los “límites del crecimiento” (Meadows y col., 1972) señalaron dos décadas después que quizás se podría entrar en una nueva etapa “más allá de los límites del crecimiento” (Meadows y col., 1994), en base al desarrollo tecnológico y a un mejor aprovechamiento de los recursos⁹⁹⁶. Además, desde la nueva derecha animaban, con fuerte apoyo mediático, a olvidar los límites biofísicos, señalando su falsedad e irrelevancia, y que su abordaje iba a generar más pobreza.

A esta “invisibilidad” de la problemática ambiental ha contribuido también la expansión del planeta de metrópolis. Las ciudades ayudan a ocultar el océano de desorden ecológico mundial que la creación de estas islas de orden aparente impulsa. Además, la desconexión de la vida urbana con la rural ha redundado en dicha invisibilidad. En definitiva, los impactos se han alejado y ocultado. En este

996 Sin embargo, en su último informe, realizado 30 años después del primero, volverían a incidir sobre sus tesis iniciales (Meadows y col., 2006).

mismo sentido, otro factor clave ha sido la aceleración creciente de la velocidad de vida, lo que dificulta reflexionar⁹⁹⁷.

Además, el sistema actual desplaza las consecuencias ambientales de las decisiones que toma en el espacio y en el tiempo. Cuando esto ocurre, aumentan las conductas irresponsables y antiecológicas, ya que es más probable que no retorne la información adecuada, suponiendo que esta interese. La distancia de las estructuras de poder de los problemas locales proporciona una pérdida de la información sistémica y compleja añadida.

El problema se agrava porque las decisiones se toman ateniéndose a consideraciones puramente monetarias. Así, al reducirse toda la complejidad a un único indicador, difícilmente pueden tenerse en consideración las dimensiones biofísicas relevantes para el sustento de la biosfera, máxime cuando en ese indicador solo se contemplan, en el mejor de los casos, los costes de extracción, no de reposición. Pero no es solo que se mire nada más a lo monetario, sino fundamentalmente que el capitalismo, fruto de su competitividad intrínseca, solo puede eforar a la reproducción del capital, es ciego a todo lo demás⁹⁹⁸.

Finalmente, un aspecto muy importante que explica esta ceguera es la propia aproximación a la naturaleza por parte del pensamiento moderno. Un pensamiento basado en la idea de progreso constante y en fuertes dualismos jerarquizados. Uno de ellos es el de la supeditación de la naturaleza a la cultura⁹⁹⁹. Es por eso por lo que está incapacitado para ver, comprender y sentir el deterioro del entorno, sobre todo cuando desde sus inicios se ha construido para dominarlo. Si a ello le sumamos el enfoque analítico parcelario que domina el saber científico moderno, y la minusvaloración de las reflexiones más holísticas y cualitativas, el resultado es que, a pesar de disponer de un conocimiento técnico cada día más sofisticado para evaluar lo que acontece en la realidad, esta no haga sino deteriorarse a velocidad de vértigo. Es más, el conocimiento científico y el deterioro ecológico han seguido una senda paralela. En definitiva, los fortísimos intereses económico-financieros que conducen la lógica del capital no quieren ni pueden ver la realidad, pues esto iría contra su esencia.

Las casi cinco décadas pasadas desde las crisis energéticas de la década de 1970 han sido un tiempo precioso perdido para llevar a cabo una transición ordenada hacia un mundo más justo y sostenible, en paz con el planeta. Como sostiene Riechmann (2004), ha pasado ya la ventana histórica para hacer dicha transición ordenada hacia la sostenibilidad. Pero esta transición se va a llevar en cualquier caso. En el siglo XXI, lo "invisible" se hará claramente visible. Como argumentaremos en lo que queda de libro, la degradación ambiental es el factor más determinante de la Crisis Global actual. El capitalismo está chocando con la biosfera, aparte de con todo un conjunto de límites sociopolíticos.

997 Los tiempos financieros son más de 1.000.000 de veces más rápidos que los biogeológicos (Herrero y col., 2011).

998 Apartado 4.3.

999 Apartado 4.6.