

9.3 La energía y los materiales del futuro (cercano) de la humanidad. Las condiciones de un “mundo lleno”

La energía del futuro

Como hemos señalado⁷², la sociedad del futuro será una sociedad de fuentes energéticas de características casi antagónicas a las del petróleo: renovables, poco concentradas, “poco” versátiles, de difícil almacenaje y transporte, y de bajo impacto económico⁷³ y ambiental⁷⁴. Como plantea Naredo (1993), la fotosíntesis será el modelo, ya que se caracteriza por: i) partir de una fuente inagotable a escala humana, el Sol; ii) basarse en sustancias muy abundantes en el planeta; iii) los convertidores que permiten la transformación de la energía solar (las plantas verdes) se producen usando la misma fuente de energía; y iv) los desechos son recursos que sostienen la fertilidad. Destacamos ahora tres elementos fundamentales de este nuevo sistema energético.

72 Apartado 8.2.

73 El accidente de la plataforma de BP Deepwater Horizon (2010) fue sintomático: altos costes de reparación, impactos en la economía pesquera de la zona y problemas para las aseguradoras que, además, aumentaron sus precios como consecuencia del accidente.

74 Por ejemplo, los requerimientos de agua de la solar fotovoltaica y la eólica son notablemente menores que los de la nuclear y las centrales térmicas de carbón, pero también que los de las centrales térmicas de biomasa, los ciclos combinados y la solar de concentración.

Las renovables serán la base del consumo

Se usará un conjunto de fuentes energéticas más diversificado que el actual, en el que probablemente sigan aportando algo los combustibles fósiles, aunque su extracción será cada vez más costosa y de mayor impacto ambiental. El límite lo marcará la dictadura de la energía neta, el momento a partir del cual ya no sea rentable ni energética ni económicamente explotarlos. El petróleo se usará en sectores clave, probablemente el transporte⁷⁵, la agricultura, algunos servicios esenciales y el ejército. Entre los combustibles fósiles, destacará el carbón⁷⁶, del que hay más reservas, que además están más distribuidas y permite una extracción menos dependiente de la alta tecnología o, dicho de otra forma, puede conseguirse mediante trabajo humano⁷⁷. Una gran parte del futuro humano depende de cómo se utilice ese carbón restante, que podrá ser la energía clave del siglo XXI, como lo fue en el XIX. Se usará para el transporte a través de la conversión a líquido o CTL (lo mismo les ocurrirá al gas y a los cultivos energéticos), pero también se empleará en multitud de servicios, como la electricidad. La energía nuclear quedará en desuso, pues su tecnología y costes serán progresivamente inasumibles. Esto ocurrirá primero con la fusión.

Además, surgirán otras fuentes no renovables que en la actualidad son más residuales, en concreto los plásticos. Se irá a los vertederos en su búsqueda para quemarlos directamente o, si puede ser, transformados en líquidos. En todo caso, será una fuente que no dure mucho.

Las renovables actuales las podemos clasificar en dos grandes grupos. Uno es el de las que necesitan pocos recursos, que además pueden ser de origen renovable. Es el caso de las fuentes energéticas históricas como la madera (biomasa), los pequeños molinos de agua y de viento; y de vectores energéticos como el trabajo humano y animal. También es el caso de la solar de concentración a pequeña escala e incluso grande⁷⁸.

Entre estas fuentes, destacará la biomasa, ya que es versátil (sirve para generar electricidad, calor⁷⁹ y agrocombustibles⁸⁰); almacenable y, por lo tanto, disponible cuando se la necesita; transportable; y pueden usarse residuos para su "fabricación". Por supuesto, todo esto en cantidad y calidad muy inferiores a los combustibles fósiles. Su uso se verá limitado por la disponibilidad (decreciente

75 Este transporte será predominantemente en superficie, reduciéndose notablemente el aéreo. Las máquinas movidas por diésel serán las que más sufran, porque para su síntesis hace falta petróleo crudo con cierta proporción de petróleo ligero, del cual cada vez hay menos (Irán ya no extrae, Venezuela muy poco y en Arabia Saudí comienza a escasear). La síntesis de diésel pudo haber alcanzado su cénit en 2008 (Turiel, 2013g).

76 En el inicio de la década de 2010, el porcentaje de consumo de carbón respecto al resto de fuentes ya aumentó (IEA, 2013; BP, 2014).

77 La minería de carbón requiere menos energía que la del petróleo (Pimentel y Pimentel, 2008).

78 Los sistemas basados en cilindros de sal fundida, que permiten acumular energía, implican una tecnología más compleja, pero que sigue siendo sencilla y robusta.

79 Como señalamos, ya lo es para alrededor de 2.000 millones de personas (Abramsky, 2010).

80 Los agrocarburos podrían desempeñar un papel a pequeña escala, usando restos de cosechas o una parte menor de ellas. Hay experiencias en este sentido por parte del MST, en Francia, Cataluña y Andalucía (Vargas y col., 2009).

como corolario del cambio climático) y por las resistencias sociales a la deforestación a causa del papel que tendrán las zonas boscosas para el sostén social⁸¹. El problema de disponibilidad no será menor pues, mientras una persona puede cultivar su sustento en poca tierra, requiere una extensión mucho mayor para conseguir el combustible que necesita. Además, mientras el cultivo puede ser sostenible, devolviendo al suelo los nutrientes, la combustión de biomasa implica una degradación edáfica continuada. A lo largo de la historia, el impacto de los procesos de deforestación ha sido mayúsculo⁸².

“Seguramente, las máquinas que mejor aprovechan los «biocombustibles» sean los animales y los propios [seres humanos]. Versátiles, todoterreno, fácilmente reprogramables y autorreparables para averías limitadas, sus necesidades energéticas son moderadas, aunque su potencia también lo es⁸³” (Turiel, 2011c). En todo caso, el trabajo humano como vector energético estará disponible en menor cantidad que hoy en día como resultado del previsible descenso poblacional, sobre el que entraremos más adelante.

El segundo grupo de renovables son las de producción industrial, como los paneles solares fotovoltaicos, o las grandes turbinas eólicas e hidráulicas. Las renovables serán las energías básicas del futuro, pero solo las del primer grupo⁸⁴, las del segundo también irán decayendo junto a la civilización industrial. Además, no se centrarán en la producción de electricidad⁸⁵, sino probablemente de calor y trabajo directo. La única excepción podría ser la hidroeléctrica, que depende de una tecnología más sencilla.

Mucha menor energía total disponible

La energía total disponible será notablemente menor que la actual. Habrá menos acceso como consecuencia de una disponibilidad bruta y TRE menguantes. Ya vimos cómo la potencia máxima teórica de las renovables es notablemente menor que la de los combustibles fósiles y esta nunca se alcanzará, es más, se estará lejos de ello⁸⁶. Es difícil plantear un punto de estabilización en la bajada del consumo energético, pero probablemente descienda hasta acoplarla con la biocapacidad. Esto supone, para los espacios centrales, un descenso del orden del 90% respecto a los consumos actuales (Bruil, 2008)⁸⁷.

81 Los árboles serán fuente de frutas, forraje, madera para la construcción o medicinas, lo que incentivará la utilización como combustible solo de los desechos agrícolas o de las podas.

82 Apartados 2.2, 3.10, 4.10, 5.10 y 6.13.

83 La TRE del cuerpo humano es de 0,5:1 (Fischer-Kowalski y col., 2012). Su eficiencia al hacer trabajo es del 20%, bastante menor que la de las máquinas actuales, pero mayor que la de caballos, burros, camellos o búfalos (Debeir y col., 1991; Hall y Klitgaard, 2012).

84 Ya lo están siendo en varios sitios en la década de 2010. En Nepal, hay un importante desarrollo de las microhidroeléctricas y en India de plantas de biogás de escala comunitaria. La minieólica (potencia menor de 50 kW) es ya una opción rentable en áreas rurales (Bermejo Gómez, 2013).

85 En 2014 el 15% de la población mundial vivía sin acceso a la electricidad (BM, 2017c).

86 Apartado 8.2.

87 Duncan (2007) sostiene que en 2030 la energía per cápita mundial será similar a la de

Otra razón por la que la potencia renovable disponible será baja es porque la transición energética será muy accidentada por varias causas: i) El menor acceso al petróleo supondrá un descenso también en las renovables, pues dependen de esta fuente para su desarrollo⁸⁸. Mientras que en el pasado las transiciones energéticas se realizaron con un aumento del consumo de la energía de apoyo, ahora esto no será posible. ii) El grueso de los recursos fósiles restantes no se van a invertir en realizar esa transición, sino en sacarles el máximo beneficio económico⁸⁹ y geopolítico, volviendo mucho más abrupto el descenso de la energía disponible futura. Aunque esto dependerá de la fuerza social que se movilice. iii) El colapso del sistema de producción global afectará de lleno al sector de las renovables, desde la obtención de materiales básicos hasta la producción descentralizada. iv) El hecho de que el sistema energético está en gran medida privatizado y desregulado también dificultará el proceso, porque no se podrá planificar a largo plazo y con una mirada estratégica más allá de las cuentas de beneficios. v) Además, las eléctricas entrarán en crisis por los costes de mantener la infraestructura, la entrada de renovables (ya está ocurriendo en Europa) y la bajada del consumo, lo que dificultará aún más las inversiones necesarias. En resumen, la evolución ordenada hacia las energías renovables solo es realista en un escenario de fuerte planificación (no necesariamente centralizada) y conciencia social, algo que no se va a producir con la rapidez que se requiere.

A lo anterior, hay que añadir que las generaciones futuras tendrán que invertir una cantidad de energía cada vez mayor en minimizar los efectos socioeconómicos del Capitaloceno (desde la gestión de los residuos radiactivos, hasta la contaminación del agua, la erosión del suelo o el incremento de desastres naturales como consecuencia del cambio climático). También tendrán que dedicar importantes inversiones a la reconversión hacia un inevitable nuevo sistema energético basado en las renovables y condicionado por la degradación ambiental⁹⁰. Unas inversiones que serán tanto mayores cuanto más baja sea la TRE y mayor sea la intermitencia, pues hará falta una potencia instalada mayor para tener el mismo flujo de energía. Y, fruto de ese cambio de matriz energética, no podrán aprovechar gran parte de las infraestructuras construidas por sus predecesoras/es, como hicieron las pasadas generaciones humanas. Incluso tendrán que gastar energía en el sostenimiento de alguna de ellas, como las nucleares que no estén desmanteladas. Como consecuencia de estos factores, la energía neta será todavía menor. Y esta situación

1930, unos 3,4 b/per. Greer (2008) sugiere que antes de 2100 la cantidad de electricidad disponible en EEUU podría ser la de 1900.

88 Si hoy en día se están usando fuentes energéticas de TRE cercanas a 1:1 (agrocaburantes) o 2:1 (fotovoltaica) es solo porque no se pagan con ellas las infraestructuras de las que dependen. En otras palabras, porque están subsidiadas por los combustibles fósiles de alta TRE (apartado 8.2).

89 Esto se aplica también al capital invertido pues, si se intenta sostener la extracción de crudo, esto restará financiación para otros fines y, además, obligará a que ese capital tenga que ser amortizado, retrasando la transición.

90 El 45% del agua dulce usada en los países centrales es para la generación de energía (WWF, 2014).

se prolongará durante décadas, pues los cambios de matriz energética son lentos y la reparación de un ecosistema desequilibrado mucho más.

Además, la energía también estará menos disponible porque su accesibilidad dependerá más de los ritmos naturales y será más irregular (crecimiento de la biomasa, ciclos hidrológicos y circadianos); las renovables son más difícilmente almacenables, por lo que se usarán *in situ* en gran medida⁹¹; y la energía será más difícil de transportar al lugar donde sea necesaria.

Menos versatilidad, pero no poca

Hemos visto que las fuentes renovables tienen menos usos potenciales que los fósiles, que abarcan desde los energéticos de todo tipo, hasta los materiales. Pero eso no quiere decir que no permitan un amplio abanico. Por ejemplo, la electricidad se podrá generar por minihidráulicas, eólicas, paneles solares de concentración y plantas térmicas de biomasa (o de carbón). La energía solar a pequeña escala permitirá proveer a los hogares de agua caliente y de una temperatura adecuada mediante el uso pasivo. Tradicionalmente, se han usado molinos de viento y de agua para tareas tan variadas como el bombeo de agua, la molienda de cereal o el prensado. La transmisión mecánica directa del movimiento de las aspas para accionar una máquina tiene la ventaja de ahorrar las pérdidas energéticas por la conversión del momento de giro a corriente eléctrica. La desventaja es que no se puede transportar. Una última muestra será la vuelta a la navegación a vela⁹².

No solo menos energía, también (o fundamentalmente) menos materiales

La gestión de los materiales será un problema delicado por el pico de numerosos materiales básicos y la menor disponibilidad energética, que hará más difícil la extracción y el procesado de los materiales que requieran mucha energía, como el aluminio, el níquel o el cobre⁹³. A largo plazo, será un problema más importante que el energético, ya que la Tierra es un sistema abierto en energía, pero cerrado en materiales (salvo meteoritos esporádicos) Es bastante más fácil convertir materiales en energía que a la inversa, y estos se van degradando con el tiempo.

¿Cuáles serán los materiales del futuro? Deberán contar con dos características: disponibilidad (cantidad y accesibilidad con menos energía y otras tecnologías) y propiedades fisicoquímicas que les permitan sustituir a los no accesibles. Los mejores candidatos son sodio, magnesio⁹⁴, aluminio⁹⁵, silicio, potasio, calcio, hie-

91 Apartado 8.2.

92 Los cíperes alcanzaban 15 nudos, más que los 11 que muchos cargueros actuales no sobrepasan para no gastar demasiado combustible (Turiet, 2011c), aunque desplazaban mucha menos carga.

93 Apartado 8.3.

94 Sería la única alternativa al hierro a gran escala (Diederer, 2009).

95 Podría sustituir al cobre, pero perdiendo casi 1/2 de la conductividad (de Souza, 2013) y aumentando el riesgo de combustión (Bardi, 2014b).

ro, hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, azufre y cloro. Son metálicos y no metálicos, y en ellos, no por casualidad, se basa la vida o, al menos no le resultan tóxicos, lo que será fundamental en un entorno degradado (Diederer, 2009; Wouters y Bol, 2009; Zittel y Exner, 2013). Las sociedades podrán contar también con otros no tan abundantes, pero poco agotados; como vanadio, cobalto, torio y yodo (Valero y Valero, 2010b). Sin embargo, no todo será sustituible con una mínima calidad⁹⁶.

La materia orgánica será una fuente básica de recursos. Así, ante la carencia de fósforo mineral, clave en la fertilización, volverá la centralidad de los restos orgánicos⁹⁷. Frente a la crisis de productos sintéticos obtenidos por la industria petroquímica, los biopolímeros serán una opción factible⁹⁸, pero no única, pues se volverá también al uso de materiales naturales, el primero la madera. Además, el consumo de biomasa está acoplado al tamaño de la población, más que al del PIB⁹⁹. Todo esto redundará en una mayor presión sobre los ecosistemas.

Más allá de la sustitución, será imprescindible un mayor reciclaje de los materiales¹⁰⁰, proceso que consume además menos energía que su extracción y refinado¹⁰¹. Esta es la estrategia básica de la naturaleza para resolver la finitud de los materiales usando grandes ciclos biogeoquímicos (carbono, nitrógeno, azufre, fósforo). El inevitable retorno a una economía productiva (basada en la biomasa) y no extractiva (basada en los minerales) permitirá disponer de un flujo de materiales sostenido, pero eso solo será posible si una gran parte de la actividad humana se centra en cerrar los ciclos apoyándose de forma central en los ecosistemas¹⁰² (González Reyes, 2017d).

No solo se reciclarán los nuevos productos sino también los antiguos. “Cuando una civilización quiebra, la economía más eficiente es la que usa su legado de materias primas” (Greer, 2009). Así, las ciudades se convertirán en las nuevas minas. Allí se encontrarán las concentraciones mayores de muchos de los ma-

96 Por ejemplo, el manganeso es insustituible en la mayoría de sus aplicaciones (Wouters y Bol, 2009).

97 Figura 8.15.

98 Actualmente, resulta factible reemplazar el 90% de los plásticos por bioplásticos, empezando por el polietileno, el más utilizado (Shen y col., 2010), pero usando cantidades mucho menores. En todo caso, solo se degradan de forma biológica el 23,2%. Además, prácticamente ninguno se descompone en condicionales naturales, sino industriales, mediante la acción de microorganismos y en condiciones ambientales específicas (Gayá, 2018).

99 Apartado 6.13.

100 En este sentido, es sintomático el papel que desempeñaron (y todavía mantienen) los/as “cartoneros/as” en Argentina tras la crisis de 2001.

101 Por ejemplo, el reciclaje de aluminio consume un 5% de la energía requerida para su extracción y procesamiento, y el del acero, un 25% (Zittel y Exner, 2013).

102 Serían necesarias tasas de reciclaje del orden del 99%, lo que está solo al alcance de la biosfera, que lo consigue reusando 200-500 veces elementos como el carbono, el nitrógeno y el fósforo (de Castro, 2015).

teriales. Destacarán el hierro, el cobre¹⁰³ y el aluminio. También se reutilizarán aparatos en desuso, como los generadores de los coches. La importancia de las ciudades-mina crecerá conforme se vaya cortocircuitando el comercio internacional de minerales que, en cualquier caso, solo está mundializado en parte¹⁰⁴. Sin embargo, el reciclaje de los materiales de las ciudades e industrias no será sencillo, pues hacen falta los conocimientos químicos para ello. También son necesarios reactivos y energía. Además, a diferencia de la piedra, el hormigón no es reutilizable sin tratamiento previo¹⁰⁵.

Por supuesto, por encima de la sustitución y el reciclaje primará la reducción. A medida que el acceso a los materiales vaya disminuyendo (no solo por la extracción y el procesado, también por el transporte), el diseño de los bienes irá enfocándose hacia la durabilidad, reparabilidad y reciclabilidad. La obsolescencia programada será un lujo del pasado. Acompañando a la reducción del consumo, se producirá un considerable descenso en la generación de residuos.

Otros contextos, otras sociedades

El inicio de la era de los combustibles fósiles cambió el contexto en el que se desarrollaba el capitalismo, permitiendo una fuerte reconfiguración socioeconómica. Otros cambios en la matriz energética y material también impulsaron grandes mutaciones sociales¹⁰⁶. El contexto futuro volverá a propiciar lo mismo. No determinará los nuevos órdenes sociales, pero sí marcará los posibles.

Sociedades con baja TRE y poca energía bruta son sociedades menos complejas

Se pasará de sociedades en las que había mucha energía disponible y un porcentaje pequeño de ella tenía que ser reinvertido para sostener ese flujo (figura 9.4a), a otras donde la energía disponible total bajará y el porcentaje de esta que deberá utilizarse en obtención de nueva energía aumentará (figura 9.4b)¹⁰⁷. Esto implicará, inevitablemente, cambios sociales profundos por el descenso de la energía neta disponible.

103 Esto ya está ocurriendo: el precio del cobre es suficientemente alto como para incentivar un continuado robo del cableado.

104 En los últimos años de la década de 2000, aproximadamente un 10% de los materiales extraídos fueron comercializados internacionalmente (Ortega y col., 2013).

105 Requiere ser machacado para convertirse en un árido que pueda usarse, mezclado con más cemento y agua, en nuevas construcciones.

106 Apartados 2.2, 3.7, 5.1 y 6.1.

107 Apartados 8.1 y 8.2.

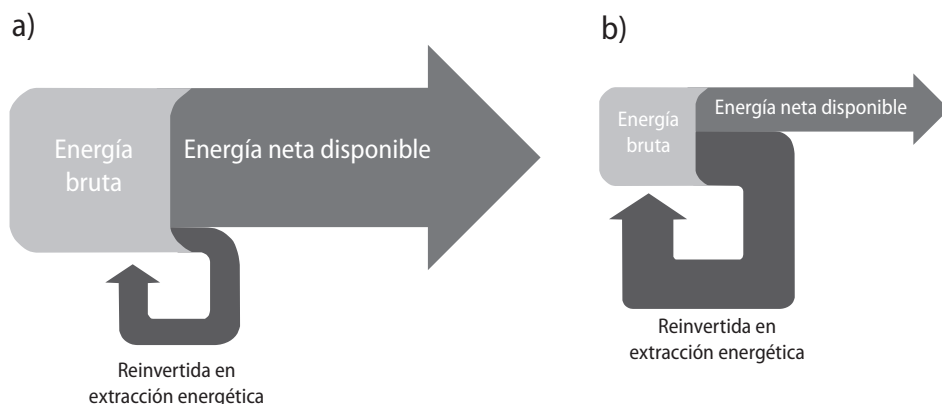


Figura 9.4 a) Sociedades con una alta disponibilidad energética y con una alta TRE, y b) con una menor disponibilidad energética y una baja TRE.

En este contexto, cobra relevancia saber cuál es la TRE mínima que necesita una sociedad de similar complejidad a la actual para reproducirse. Al respecto, Hall (2012) apunta: «Si tienes una TRE de 1,1:1, puedes bombear el petróleo fuera de la tierra y mirarlo. Si tienes 1,2:1, lo puedes refinar y mirarlo. A 1,3:1, lo puedes mover donde quieras y mirarlo. Hemos investigado la TRE mínima que se necesita para conducir un camión, y necesitas al menos 3:1 en la boca del pozo. Luego, si quieres poner algo en el camión, como grano, necesitas una TRE de 5:1. Y eso incluye la amortización del camión. Pero si quieres incluir la amortización del camionero/al y la del trabajador/al petrolero/al y la del granjero/al tienes que tener lo suficiente para mantener las familias. Y entonces necesitas una TRE de 7:1. Y si quieres educación, necesitas 8:1 o 9:1. Y si quieres asistencia sanitaria, 10:1 o 11:1». De este modo, la TRE mínima para la sociedad industrial debe estar en 7-10:1 (Hall y col., 2009; Lambert y col., 2014). Esa misma TRE fue la que tuvieron aproximadamente las sociedades agrícolas y *forrajeras*¹⁰⁸. Sin embargo, no está nada claro que en el futuro se pueda llegar a estos guarismos, pues muchas renovables tienen TRE notablemente inferiores y las condiciones ambientales dificultarán que la agricultura sea muy productiva. Además, por debajo de 10:1 se entraría en el “precipicio energético”¹⁰⁹.

En realidad, la clave no es tanto la TRE como la cantidad de energía neta total disponible, pues bajas TRE se pueden compensar con altas energías brutas de partida. En última instancia, la menor cantidad de energía bruta (unida a la menor TRE) es lo que explica que las sociedades agrarias tuviesen grados de complejidad social notablemente menores que las industriales. Así, en el futuro se reducirá la complejidad social.

Esto implica que descenderá la estratificación y especialización (lo que no implica el fin de las jerarquías). Si hasta este momento de la historia, se había producido una

108 Fischer-Kowalski y col. (2012) recogen un rango más amplio 10-25:1.

109 Apartados 8.1 y 8.2.

creciente segmentación social (con altibajos), esto se invertirá. El grueso de la población se dedicará a la agricultura. La transición será la inversa a la experimentada tras la Revolución Industrial: primero bajará el número de personas dedicadas al sector servicios y después al industrial. La especialización en las distintas fases del flujo metabólico (apropiación, transformación, circulación, consumo y excreción) se irá diluyendo. Apoyando esa misma idea, vimos como en las etapas de colapso, y sobre todo de reorganización, abundan los nodos generalistas. Esto mismo le ocurre a los sistemas complejos en un contexto de escasez y fluctuación de recursos (Prigogine, 1993). Una menor especialización redundará en una menor productividad social en múltiples campos, pero permitirá una visión más holística de la realidad local.

Este cambio no está claro si se acompañará de más o menos trabajo. En términos generales, la cantidad de trabajo que requiere una sociedad depende del total de bienes y servicios (incluidos los de cuidados) que persiga y necesite, y del tiempo necesario para producirlos en función de la tecnología disponible. En el primer factor, los bienes y varios servicios disminuirán mucho, mientras que los cuidados podrían aumentar, sobre todo los de reparación ambiental. En cambio, el tiempo de trabajo aumentará notablemente, fruto de la desindustrialización. Además, un sistema energético basado en renovables es también más intensivo en trabajo humano para ponerlas en marcha¹¹⁰ (González Reyes, 2017a).

Una parte mayoritaria de la población volverá a dedicarse a la extracción de energía y al reciclaje (cierre de ciclos) o, dicho de otra forma, a la agricultura sostenible¹¹¹. Con menores TRE, y una energía disponible en flujos y no en *stock*, será necesario emplear más trabajo humano en conseguir energía.

Menos energía y en formatos más descentralizados dificultarán la dominación

Como vimos, el salto hacia sociedades dominadoras solo fue posible gracias al incremento en la energía disponible. Por otra parte, la restricción en el acceso a la energía hasta la Revolución Industrial había sido una de las limitaciones fundamentales para la dominación de unos seres humanos sobre otros. La conversión de energía fósil en mecánica dio unos poderes sin precedentes a las organizaciones jerárquicas, coercitivas y centralizadas gracias a la capacidad de destrucción, de vigilancia, de sometimiento laboral y de proyección de sus imaginarios¹¹².

Un cambio que se operará consistirá en la disminución de las diferencias sociales. Por una parte, porque la capacidad de acumulación decrecerá, pues esta se basará en bienes físicos, que son limitados y más difícilmente almacenables. Como veremos más adelante, el papel del dinero cambiará y perderá centralidad social. La acumu-

110 Las energías renovables generan 2,7 veces más empleo por unidad de PIB que el sector energético convencional y la agricultura ecológica 6,7 veces más que la industrial (Garí, 2014). En 2016, excluyendo la gran hidroeléctrica, supusieron 8,3 millones de empleos en el mundo (IRENA, 2017).

111 En la década de 2010, menos del 1% de las personas que trabajan en el mundo se dedican directa o indirectamente al sector energético comercial (de Castro, 2015f).

112 Apartados 3.7, 5.1 y 6.1.

lación también descenderá porque bajará la productividad, que está directamente relacionada con el uso de energía. Así, la clase capitalista tendrá que recurrir en mayor medida a la conquista, al aumento del trabajo humano (en tiempo y en número) y a la reducción salarial, lo que es más costoso, difícil y menos rentable que la mecanización y la deslocalización para la reproducción del capital¹¹³. Por otro lado, el descenso en las diferencias entre la población se producirá fruto de una menor estratificación social al disminuir la complejidad. En todo caso, este proceso será más por el descenso del número de personas enriquecidas, que por el ascenso de las empobrecidas, que podrán seguir viviendo en condiciones igual de miserables.

Las luchas sociales probablemente aumentarán. Una de las causas serán esos intentos de mayor explotación, fruto de que la tiranía del beneficio implicará que se intente redoblar la explotación para paliar el descenso energético. También porque el costo de la vida (desde la alimentación hasta la calefacción) aumentará respecto a los salarios, y con ello el descontento. Además, en la medida en que el ser humano vuelva a ser un vector energético importante socialmente, su poder volverá a incrementarse. A la vez que será difícil alimentar a mucha población, será imprescindible para sostener una producción más intensiva en mano de obra. Será lo contrario de lo que ocurrió con el proceso de mecanización. Por último, los mecanismos de control de las "clases medias" (sociedad de la imagen, consumismo) irán siendo cada vez menos viables. Todo esto conllevará un control social más difícil, como sucedía en las sociedades dominadoras agrarias.

Las energías renovables, al estar más distribuidas, ser más difícilmente acumulables, estar basadas en tecnologías relativamente sencillas y, en muchos casos, no conllevar rivalidad¹¹⁴, dan más oportunidades a una organización social más democrática, permiten una mayor autonomía e incitan menos a los conflictos geopolíticos.

La seguridad energética pasará por el bajo consumo, la producción descentralizada, la diversidad de fuentes locales y la capacidad de almacenamiento. Esto contrasta con la necesidad de control de los grifos del petróleo y también ayudará a una organización social más justa. Quienes sean capaces de sobrevivir con poca energía y tecnología tendrán una ventaja frente a quienes sean más dependientes. Esto puede ayudar a dar un vuelco en las relaciones de poder actuales cuando se haya producido un importante descenso en la disponibilidad energética global.

Las sociedades futuras estarán basadas en lo local y serán más pequeñas. Una comunidad pequeña puede ser opresiva (patriarcado, caciquismo), pero el poder se ve más claro y se dispersa más fácilmente. Además, la gestión democrática es más difícil en las escalas muy grandes (muy complejo) y muy pequeñas (conflictos que se enquistan). Probablemente, el tamaño al que evolucionen los grupos sociales esté cerca del óptimo democrático.

Para el desarrollo de fuertes jerarquías es necesario un alto procesamiento de la información. Solo así es posible el control social. Pero una de las características de las sociedades con menos energía será una capacidad reducida de manejar in-

113 Apartado 4.3.

114 Por ejemplo, la generación de electricidad usando el sol o el aire no restan apreciablemente las posibilidades de su utilización por terceras personas.

formación. No volverán panópticos como los de Google o la NSA. Ya vimos como los Estados del capitalismo agrario tenían una posibilidad de influencia sobre su población notablemente menor que los fosilistas¹¹⁵.

En todo caso, estas potencialidades tendrán también límites, pues habrá cierto grado de complejidad tecnológica y, por lo tanto, de uso intensivo de la energía que, si es posible, se mantendrá y que conllevará un cierto grado de centralización inevitable.

Sin embargo, esto solo será una ventana de oportunidad. Un sistema con menos energía disponible y de origen renovable no implica necesariamente un mundo no basado en la dominación, sino que esta tiene menos facilidades para su desarrollo. El tipo de organización social es una opción humana, no una imposición ambiental. Esto lo ejemplifica toda la historia de sociedades dominadoras basadas en el sol que vimos, incluido el capitalismo agrario. Es más, procesos de descenso en la disponibilidad energética pueden aumentar los grados de acumulación de riqueza en pocas manos, como ejemplificó el desmoronamiento de la URSS¹¹⁶.

Desplazamiento del foco del conflicto social.

Volverá la centralidad de la tierra

El control de la energía ha sido un motivo central de los conflictos sociales a lo largo de la historia. Esto se ha expresado en todos los niveles, desde las comunidades afectadas, hasta los/as trabajadores/as y consumidores/as. Esto no cambiará, lo que sí va a evolucionar es el espacio en el que se exprese ese conflicto prioritariamente.

La conflictividad laboral en el sector de las renovables ha sido pequeña hasta ahora, pues había unas condiciones contractuales relativamente aceptables y faltaba organización sindical (Abramsky, 2010). Esto es lógico en un sector secundario. En cambio, en el del petróleo crece, fruto de luchas sociales (Venezuela, Bolivia) y geoestratégicas (Irak). Es lo mismo que ocurrió con el paso del carbón al petróleo¹¹⁷. Pero esta situación cambiará conforme las renovables vayan cogiendo una mayor proyección. De hecho, ya está sucediendo.

Pero lo determinante será el control de la tierra. En la medida en que los recursos energéticos y materiales se vayan volviendo cada vez más escasos, volverá la relación directa entre poder y tierra que observamos durante toda la etapa agraria de la humanidad¹¹⁸. Será central quién detente la propiedad. Es algo que ya está ocurriendo con el proceso de acaparamiento en las Periferias¹¹⁹, pero también se está produciendo en el Centro¹²⁰. La lucha será también por el dominio de los suministros para que la tierra produzca, desde el agua hasta las semillas.

115 Apartado 4.5.

116 Apartado 6.6.

117 Apartado 6.1.

118 Apartado 3.3.

119 Apartado 7.2.

120 Entre 2008 y 2012 el precio de la tierra en Alemania aumentó un 69%. En EEUU, el precio promedio por hectárea de tierra de Iowa subió un 60% entre 2007 y 2012 (Guzmán, 2014).