

0.2 Las tesis principales del libro

La energía tiene múltiples caras

Energía es aquello que se suministra o resta a un sistema material para moverlo o transformarlo. Las personas usan la energía a partir de distintas fuentes (carbón, radiación solar), pero sobre todo a través de vectores energéticos que median entre las fuentes y dicho uso (gasolina, electricidad, animales). Los vectores que utiliza la sociedad contemporánea son básicamente calor, electricidad y combustibles procesados. Para obtenerlos a partir de las fuentes primarias, muchas veces se usan

6 Por metabolismo nos referimos al sistema económico desde la perspectiva de la apropiación, transformación, transporte, consumo y excreción de energía y materiales.

otros vectores⁷. Además, hay cadenas de vectores en los que unos se transforman en otros⁸.

La energía usada por el ser humano puede ser endosomática, cuyo origen es la alimentación (y en última instancia, la radiación solar), o exosomática⁹. Entre la energía exosomática, siempre ha estado el fuego, conseguido a partir de la combustión de madera y, más tarde, turba, carbón, petróleo y gas. También es antiguo el uso de las energías renovables de origen solar (hidráulica, solar, eólica) y de trabajo humano y animal. Además, recientemente se ha sumado un vector energético clave, la electricidad, y nuevas fuentes exosomáticas (uranio). Pero, la apropiación humana de energía (y materia) no es solo la más evidente (combustibles, saltos de agua), sino que también se produce a partir de su uso de funciones ecosistémicas (polinización, fertilización, depuración de agua). Todas estas energías se pueden utilizar para producir trabajo, calor y/o luz.

Para que una energía se pueda usar, hace falta que se cumplan tres requisitos: i) Que existan los convertidores adecuados, para lo cual la tecnología ha cumplido un papel histórico central. Pero, a su vez, la tecnología no es independiente de la energía, sino que es conocimiento, materia y energía condensados. ii) Que se pueda usar en el lugar en el que se necesita, lo que ha obligado o bien a realizar las actividades donde estaban las fuentes energéticas (ríos, vientos alisios) o a desarrollar medios de transporte energético. iii) Que esté disponible en el momento que se necesite, lo que ha requerido el desarrollo de mecanismos de almacenaje. El control de la energía ha sido el control de las fuentes y de los vectores, pero también de los medios para poder aprovecharlos (tecnología, transporte y almacenaje).

La concepción de la energía es cultural. Son radicalmente distintas las sociedades que consideran el petróleo como un recurso de las que lo entienden como la sangre de la Tierra. O, dicho de otro modo, las que parten de un antropocentrismo depredador, frente a las que comprenden la interrelación ecosistémica profunda. La energía va mucho más allá de un concepto físico que se mide en julios, pues es también social, político, económico y cultural. No se puede entender sin el contexto en el que se usa.

A esto se suma la materia, ya que energía y materia son dos caras de una misma realidad física. Y, dentro de este binomio, el hecho de que la Tierra sea un sistema abierto para la energía y básicamente cerrado para los materiales conlleva que la gestión de estos últimos sea clave, tanto desde el punto de vista de los recursos como del de los residuos. Pero nos hemos centrado en la energía, pues es la llave maestra para acceder a estos materiales (aunque no es el único elemento que considerar, ni mucho menos).

7 Por ejemplo, una placa solar obtiene energía del sol, que sería la fuente primaria, pero en su construcción ha sido necesario el concurso de otra serie de vectores, como el diésel.

8 Los seres humanos, cuando realizan un trabajo, son vectores energéticos que obtienen la energía de los alimentos, que a su vez son vectores energéticos del sol.

9 La energía endosomática, (energía interna) es producida dentro del cuerpo humano, mientras la exosomática es la generada fuera.

La energía (el entorno en general) determina el marco del devenir histórico, pero son las sociedades quienes toman las decisiones

La complejidad de un sistema la evaluamos mediante cuatro indicadores: i) Número de nodos del sistema. Cuantos más nodos tenga, más complejo es. En una sociedad, estaríamos hablando por ejemplo de personas. ii) Interconexión entre los nodos. Cuantas más interconexiones existan, mayor complejidad habrá. iii) Diversidad de los nodos. Cuanto más diversos sean, mayor será la complejidad del sistema. Una forma de ver esta diversidad es el grado y la variedad de especializaciones de los nodos. iv) Información que existe y fluye. Cuanta más información fluya y esté presente en el sistema, más complejo será. También cuantos más nodos accedan a partes de dicha información.

Para aumentar la complejidad, los sistemas necesitan incrementar el flujo y la densidad energética usada. Así, la agricultura gestiona más energía y aumenta la complejidad respecto al *forrajeo* (más población y comercio, organización colectiva de recursos, especialización de la producción, conocimientos agronómicos). A esto se añade que, dentro de los sistemas complejos, hay algunos cuya estructura tiende hacia el incremento de la complejidad. Es el caso de las sociedades basadas en la dominación y, mucho más, del capitalismo.

Por otro lado, uno de los rasgos que definen al ser humano como especie es su capacidad de apropiarse de energía exosomática, lo que amplía las potencialidades que le ofrece la energía endosomática. Para conseguirlo, hace uso de otras dos características intrínsecas de la humanidad: su habilidad de cooperación sin parangón gracias al lenguaje simbólico y la empatía, y el desarrollo de herramientas (tecnología).

La conjunción de estos dos factores (relación entre complejidad y energía, y capacidad de apropiación energética) ha permitido que la historia del *Homo sapiens* sea una escalada de complejidad (plagada de colapsos cuando no fue posible aumentar el consumo energético) muchísimo más rápida que la biológica. Esto ha sido especialmente patente tras el nacimiento de las sociedades basadas en la dominación. Esta interrelación fuerte entre complejidad y energía es un elemento central de este libro.

Otra relación determinante es la existente entre energía y dominación. Una cantidad y una calidad mayor de la energía disponible permiten controlar a más personas y más territorios. Y viceversa, sin un mayor control de la energía es imposible aumentar el control social y del entorno. Esto se concreta en múltiples herramientas, entre las que destacan los sistemas económicos (exacción, capitalismo), las organizaciones sociales (Estado) y las subjetividades (Modernidad). Sin embargo, también se han producido momentos históricos en los que, con más energía disponible, la complejidad no ha tomado forma de relaciones de dominación. Por ejemplo, esto es lo que sucedió durante los primeros 4.000 años de sociedades agrícolas. Una sociedad con más energía disponible tiene la posibilidad de estructurarse en base a relaciones de dominación, pero no es la única opción.

En esta misma línea, las fuentes energéticas usadas marcan un contexto social que no es neutro. Las renovables están más distribuidas, son más difícilmente privatizables, requieren tecnologías más sencillas y son más autónomas que los combusti-

bles fósiles o que la energía nuclear. Esto significa que, potencialmente, conforman sociedades más democráticas, justas y sostenibles que las energías no renovables.

Otro elemento fundamental de la evolución social han sido los cambios climáticos, que se pueden leer como modificaciones en la energía y materia disponibles como consecuencia de las mutaciones ecosistémicas que conllevan (por ejemplo, reducción de la PPN¹⁰). Los cambios climáticos impulsaron la expansión del *Homo sapiens* por todo el planeta, influyeron en el salto a la agricultura, estuvieron detrás del desarrollo de la sociedad dominadora, precipitaron el colapso de varias sociedades y están desempeñando un papel clave en las transformaciones actuales.

En definitiva, la cantidad y las cualidades de la energía disponible han marcado un contexto básico que ha configurado los límites en los que las sociedades humanas han evolucionado.

Como decíamos, el ser humano se apropia de parte del trabajo de la naturaleza, de sus funciones ecosistémicas. Esta apropiación puede darse sin realizar cambios sustanciales en el equilibrio ecosistémico (recolección de frutos, caza controlada) o reorganizándolos con nuevas especies y dinámicas (agricultura, ganadería). La reorganización puede producir nuevos equilibrios, en los que la intervención del ser humano suele ser imprescindible. O puede generar una desestabilización estructural imposible de mantener en el tiempo, como hace el metabolismo urbano-agro-industrial. Cuando la apropiación se realiza forzando los ecosistemas, esto acarrea el descenso de la producción o la necesidad de aportar energía para que esa producción no disminuya (por ejemplo, en forma de fertilizantes).

Así, la influencia es mutua: los ecosistemas también se han visto modificados por las acciones humanas. La sociedad y la naturaleza han coevolucionado a lo largo de la historia. En realidad, la sociedad y la naturaleza no son dos entes distintos, sino que la sociedad es un subsistema de la naturaleza. De este modo, las civilizaciones no interactúan con el entorno usándolo como recurso o sumidero (aunque usaremos esta terminología por facilitar la comprensión), sino que la naturaleza es su matriz.

Aunque la energía y la relación con el entorno han sido fundamentales en la historia, y consideramos que son absolutamente centrales en los escenarios presentes y venideros de colapso civilizatorio, no determinan el orden social. El entorno físico y biológico, y la cantidad y cualidad de la energía disponible marcan los contextos de la acción humana, pero no la gobiernan. En ocasiones, las sociedades han sido capaces de romper los límites mediante desarrollos tecnológicos u organizativos, mientras que en otros han sido los límites quienes han forzado el devenir humano, bien generando crisis, bien por el acoplamiento social a ellos. En definitiva, son los seres humanos, a través de su organización, quienes “definen”¹¹ el curso de la historia dentro de los márgenes de lo posible. Dicho de otra forma, la termodinámica no es negociable, no se puede ir más allá de ella, lo que no quiere decir que el funcionamiento social se ajuste a las leyes de la termodinámica.

10 Producción primaria neta.

11 Esta definición también es en muchos casos estocástica: ni mucho menos todos los cambios son dirigidos ni conscientes.

De este modo, la humanidad ha ido evolucionando impulsada por distintos factores. El primero es que las necesidades, y las emociones que generan, son los elementos centrales que activan a los seres humanos. Estos factores se expresan de forma diferente en función del sistema de valores. Simplificando, los sistemas de valores se pueden agrupar en individualistas (priorizan el yo) y colectivos (equilibran el yo con el nosotros/as). Estos sistemas se construyen en gran parte a partir de las prácticas cotidianas, por lo que están fuertemente condicionados por los entornos económicos y sociales que fomentan unos comportamientos u otros. Es decir, el ser humano no es “bueno” o “malo” por naturaleza, sino por contexto.

Una expresión social de esta amalgama de necesidades, emociones, valores y contextos ha sido la lucha, contradictoria y cambiante, entre articular sociedades basadas en la dominación o basadas en la armonía con el entorno y los seres humanos. Ambos polos, entre los que se han situado múltiples opciones intermedias, han influido fuertemente en los cambios sociales. Su campo de actuación ha sido político, cultural, económico y/o tecnológico¹².

Un segundo factor de cambio social ha sido el entorno. Los aumentos en la energía y materia disponibles, así como los cambios en sus cualidades, produjeron un ensanchamiento de las posibilidades humanas, que permitieron cambios sociales hacia grados mayores de complejidad (y, en ocasiones, de control social)¹³. A la inversa, el choque contra los límites ambientales, o su estrechamiento fruto de cambios climáticos o agotamiento de recursos, ha forzado reajustes sociales en forma de salto hacia delante (consiguiendo ensanchar estos límites mediante expansiones territoriales, cambios tecnológicos o aprovechamiento de nuevas fuentes energéticas), crisis o colapso societario. En todos los casos, el resultado ha permitido el acoplamiento a los nuevos límites ambientales.

En tercer lugar, la complejidad socioambiental ha producido emergencias que han condicionado todo el sistema, incluidos los nodos. Es decir, la evolución humana no solo ha sido fruto de los entes individuales, sino de la propia configuración de todo el sistema.

12 La misma relación existente entre energía y dominación aparece entre tecnología y control. El cambio de sociedades que usaban herramientas y máquinas sencillas, al de sociedades con una utilización creciente de máquinas complejas no resultó irrelevante. Mientras el primer nivel tecnológico alumbró tanto a sociedades igualitarias como dominadoras, el segundo fue propio y perpetuó las dominadoras. Esto se debió a que las tecnologías complejas son intrínsecamente insostenibles (se basan en materiales no renovables, tienen fuertes impactos en su ciclo de vida, 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. Por otra parte, las herramientas complejas implican que el acceso a cómo funcionan, a su control, solo puede 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.

13 Los cambios en los metabolismos, que son también mutaciones en las fuentes energéticas, implican cambios sociales (sistema económico, instituciones, subjetividades) y en la relación con el entorno. Estos cambios nunca han sido tranquilos. En contraposición, el despliegue de nuevas fuentes energéticas sin cambiar el metabolismo (adición de la energía eólica e hidráulica en el metabolismo agrario, o del petróleo en el industrial) se ha producido en periodos de menos agitación social, aunque los cambios que han propiciado también han sido de calado.

Las relaciones con el entorno y entre los seres humanos evolucionaron juntas en dos grandes marcos civilizatorios

La evolución de las sociedades humanas, como sistemas complejos que son, no ha sido lineal, sino que ha tenido puntos de bifurcación en los que se han producido cambios profundos que han dado lugar a nuevas situaciones de equilibrio dinámico. Estos momentos y estos cambios han tenido como elemento fundamental un incremento o descenso en el uso energético.

Simplificando, el ser humano ha conocido dos grandes marcos civilizatorios¹⁴. Uno es el que se extendió hasta hace unos 6.000 años y que estuvo caracterizado por una mayoría de sociedades igualitarias, pacíficas y con una relación armónica con la naturaleza. El otro empezó a desplegarse entonces y se ha ido profundizando (con altibajos) hasta hoy mediante la guerra, la coacción y la creación de subjetividades, para lo que ha usado cada vez más energía. Su forma más desarrollada es el capitalismo global. Tiene características contrarias al anterior: jerarquía en las escalas micro y macro, guerra, y explotación ambiental. Lo denominamos civilización dominadora.

Estos periodos no tienen una separación clara. En primer lugar, porque las circunstancias son distintas en función del territorio y la cultura. En segundo, porque los cambios siempre han requerido del paso de generaciones para irse asentando y difundiendo. También porque en ambos periodos se han producido momentos con características similares al antagónico. Y, finalmente, porque nunca han existido formatos puros, sino un gradiente entre ambos.

Sostenemos que estos cuatro factores (jerarquías micro y macro, guerra, y explotación ambiental) van unidos, aunque haya momentos en los que puedan haberse desligado parcialmente. La dominación puede definirse como la concentración del flujo de energía y materia proveniente de la naturaleza a través del trabajo humano en un grupo social frente al resto de personas y seres vivos. Así, la dominación no es solo de las personas, sino también de la biosfera. Además, el mismo sistema de valores que se aplicó a las personas se utilizó para el entorno y viceversa.

Las causas del salto de una civilización a otra son múltiples y tienen que ver con factores ambientales, demográficos, sociológicos y psicológicos. Un requisito para el cambio fue el paso de identidades relacionales¹⁵ a identidades individuales en algunos hombres¹⁶, en concreto en los que se desplazaban a mayores distancias. Ese fue un requisito necesario, pero no siempre suficiente, pues hubo muchas sociedades que no dieron el salto hasta no verse sometidas por la fuerza y otras que necesitaron enfrentarse a una carencia de recursos para realizarlo (en muchos casos, fruto de cambios climáticos). Otro factor necesario en el cambio civilizatorio, pero tampoco suficiente, fue una mayor apropiación de energía.

Dentro de estos dos grandes periodos civilizatorios también se han producido otros cambios fundamentales. Durante la civilización igualitaria, se llevó a cabo

14 Al referirnos a civilización hablamos de un conjunto de instituciones, personas, organizaciones, infraestructuras, redes relacionales y culturas con parámetros básicos similares.

15 Nos referimos a aquellas que conciben prioritariamente el nosotros/as y no el yo.

16 Personas de sexo masculino.

el tránsito del metabolismo *forrajero* al agrícola; y en el de la dominadora, el del agrario al industrial, así como la aparición del capitalismo. En todos estos cambios, la energía desempeñó un papel importante.

El inevitable colapso del sistema urbano-agro-industrial y la emergencia de una nueva civilización

Las sociedades basadas en la dominación tienden a aumentar su complejidad como respuesta a los desafíos que van encarando. Esta “salida” acaba abocándolos tarde o temprano a tres posibles escenarios: i) salto adelante en la captación de energía y materia; ii) crisis y recuperación (que en realidad es solo algo temporal, pues no aborda los problemas de fondo); o iii) colapso y reestructuración.

El capitalismo global es la forma culminante de la civilización dominadora y, a su vez, la que está generando su colapso. Este es un momento de profundas transformaciones, que empezaron con el cambio de siglo y se prolongarán durante décadas hasta conformar un tercer gran marco civilizatorio. El colapso es inevitable por múltiples razones.

El sostenimiento de la gran y creciente complejidad del sistema urbano-agro-industrial requiere de un gran flujo de energía de alta calidad. Esto es cada vez más difícil como consecuencia de estar alcanzando los picos de extracción¹⁷ de los combustibles fósiles y, en breve, será imposible. Además, no hay ninguna fuente de energía, ni combinación de ellas, que pueda sustituir al petróleo (y mucho menos al conjunto de los combustibles fósiles) ni en cantidad ni en calidad.

El problema también es material, pues se están alcanzando los picos de distintos elementos básicos (fósforo, cobre). Además, hay problemas de acceso a tierra fértil y agua. A esto se suma el aumento del desequilibrio de los ecosistemas (de los que el ser humano obtiene funciones básicas) debido al cambio climático y la sexta extinción masiva de biodiversidad de la historia de la vida. Todo esto son elementos básicos para la perpetuación social que están en crisis, como también lo está la atención a las labores de cuidados imprescindibles para la reproducción. El detonante del colapso civilizatorio está siendo el final de los combustibles fósiles abundantes, pero en la determinación del nuevo contexto también resultarán claves el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

Al colapso también está influyendo poderosamente la incapacidad estructural del capitalismo de acogerse a los límites físicos del planeta, es más, su necesidad de aceleración constante en la acumulación (y, por lo tanto, sustracción) de riqueza. La reproducción del capital solo se puede lograr mediante la explotación interna del trabajo, la inclusión sostenida de más sociedades y facetas de la vida dentro del capitalismo, y la conversión del “trabajo” de la naturaleza en capital.

Pero hay más factores, como la ley de rendimientos decrecientes, que supone que los costos de la complejidad (energéticos, tecnológicos, de gestión de informa-

17 El pico de extracción de un recurso es el momento a partir del cual el flujo que se puede obtener alcanza el máximo y empieza a descender.

ción) crezcan más rápido que sus beneficios, de manera que el problema no es ya sostener el flujo de recursos, sino la necesidad de incrementarlo.

También se está produciendo una importante pérdida de resiliencia de todo el sistema por su alta conectividad, la existencia de nodos claves muy vulnerables (finanzas, producción y consumo globales, ciudades), la hiperespecialización, la merma de diversidad, una muy difícil vuelta atrás en muchos de los pasos dados por la humanidad (agricultura, Estado) y la pérdida de colchones de amortiguación (no hay un “afuera” del sistema-mundo, los ecosistemas están totalmente extralimitados).

Un último factor que empuja hacia el colapso es que las sociedades contemporáneas no están preparadas para afrontar la situación actual (incluidos los movimientos sociales) y, sobre todo, que las élites están haciendo todo lo posible por mantener sus posiciones de privilegio a costa de ahondar en la Crisis Global.

Así pues, sostenemos que se está produciendo una crisis civilizatoria, un hundimiento general de las estructuras de gobierno, los valores, las infraestructuras, las clases y el metabolismo. Lo que surja después será radicalmente distinto. Así, la Crisis Global se caracteriza por tener múltiples facetas: energética, política, alimentaria, financiera, productiva, de cuidados, material, urbana, cultural, laboral, etc.

La etapa en la que la humanidad inevitablemente está entrando retornará a un metabolismo agrario que, necesariamente, será distinto del pretérito, pues tendrá que desarrollarse en un entorno diferente. La población (que disminuirá) habitará mayoritariamente en entornos rurales, se relacionará de manera local, usará energías solares y materiales biológicos. Los parámetros culturales que emerjan tendrán en su corazón el concepto de límite ambiental.

Pero, más allá de estas características comunes fruto de las disponibilidades energéticas y materiales, los formatos sociales futuros están muy abiertos. Creemos probable una primera etapa dura en la que se refuercen las relaciones de dominación. Sin embargo, el nuevo contexto (relocalización económica y de la organización social, menor cantidad de energía disponible y de origen solar, tecnologías más sencillas y apropiables, supervivencia que requiera una fuerte articulación en colectivo) podrá facilitar, a medio plazo, sociedades más igualitarias, justas y sostenibles; sociedades ecomunitarias. La civilización que surja dependerá de las luchas sociales, especialmente en la primera fase de contexto más duro. Cuanta menor degradación social y ambiental se produzca, más posibilidades de sociedades emancipadas.

La historia tiene forma de espiral

El devenir del *Homo sapiens* está salpicado de fuertes discontinuidades y periodos de cambio más paulatino. Este libro muestra una visión cíclica de la historia en la que, fruto del aumento de la complejidad de las sociedades humanas, se van repitiendo colapsos, crisis y saltos adelante. Cada uno de estos cambios, a su vez, tiene varias fases. Así, tras los colapsos se suceden prototípicamente etapas de reorganización, crecimiento y clímax. En esta evolución, también se producen umbrales de no retorno. Uno fue el salto al metabolismo agrario; otro, la aparición de la identidad individual. También hay tránsitos muy difíciles de revertir. Las so-

ciudades dominadoras son uno de ellos. De este modo, por cíclica no nos referimos a repetitiva, a un eterno retorno, sino a una espiral en la que se vuelve a pasar por etapas similares, pero en contextos y formatos distintos.

Sin embargo, no todas las organizaciones sociales son igual de inestables. Aquellas basadas en la dominación lo son mucho más y la velocidad a la que se suceden los colapsos, las crisis y los saltos adelante aumenta. También la profundidad de los colapsos.

La tendencia histórica hasta ahora, con altibajos, ha supuesto un aumento de la complejidad. No tenemos nada claro que esta tendencia se vaya a mantener, pues el colapso actual será mayúsculo y la recuperación de altos grados de complejidad con poca energía disponible es improbable. Pero el grado de complejidad no se relaciona con el de bienestar de la población humana y ecosistémica. Es más, en muchos momentos la correlación ha sido inversa.