

15 DESARROLLO SOSTENIBLE Y ENERGÍA

Dentro del conjunto de “crisis” con las que se asocia la insostenibilidad del mundo actual, y mucho más del mundo futuro la energía ocupa el lugar más relevante y con auténticos motivos, como se verá a continuación.

El término energía es fuertemente polisémico y según en contexto donde se use adquiere significados diversos. Así se habla de que una persona es “muy enérgica”, que alguien tiene “energía positiva o negativa”, que hay “crisis energética”, “alimentos energéticos”, etc.

La realidad es que la energía es algo misterioso de la cual conocemos y comprendemos sus efectos pero no su naturaleza originaria.

En el campo de las ciencias físicas y naturales y de la tecnología se define la energía como “la propiedad de los cuerpos o sistemas materiales en virtud de la cual estos pueden transformarse (a sí mismos) modificando su estado o situación, así como actuar sobre otros cuerpos originando transformaciones en ellos”. La energía indica la capacidad de un cuerpo o sistema para producir transformaciones, se produzcan estas o no. La idea muy extendida de que energía y trabajo es lo mismo es totalmente errónea. El trabajo no es una forma de energía, ni se conserva, ni es propia de un cuerpo o sistema. El trabajo es el vehículo, el proceso mediante el cual dos cuerpos intercambian energía. Y otro de estos procesos de intercambio es el calor y de ahí el error del término energía calorífica.

A escala macroscópico la energía se manifiesta de varias maneras, asignándosele nombres diferentes: energía gravitacional la debida a la atracción entre masas siendo la energía hidráulica un ejemplo típico; la energía cinética o la que existe en una masa en movimiento siendo un caso particular de la misma la energía térmica de un cuerpo caliente; la energía electrostática o la atracción o repulsión entre cargas eléctricas siendo la energía química, la de los hidrocarburos por ejemplo, un caso típico; la energía electromagnética o la que genera una carga eléctrica en movimiento siendo un ejemplo típico la energía que llega a la Tierra desde el Sol; la energía atómica que es la que se encuentra encerrada en los átomos de todas las sustancias y especialmente en sus núcleos.

Las transformaciones energéticas se rigen por dos leyes fundamentales (leyes de la Termodinámica):

La primera señala que la cantidad de energía en el universo es constante, es decir, la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma de un tipo a otro. Por ejemplo en una central de producción de electricidad a partir de gas natural los procesos de intercambio energético son los siguientes: la energía electrostática – química- de las moléculas del hidrocarburo, al combinarlas con moléculas de oxígeno, se transforman en energía electrostáticas encerrada en las moléculas de CO₂ y H₂O que son los resultados de la combustión y en energía cinética de estas moléculas resultantes en forma fuertes oscilaciones de estas moléculas que se conoce como alta temperatura.

Estas moléculas fuertemente excitadas golpean las paredes de la caldera de vapor excitando las moléculas de agua que se encuentran en su interior, elevando su temperatura y haciendo que el agua pase a la fase de vapor. Este vapor de agua, al impactar contra los alabes de una turbina, lo hacen rotar convirtiendo la energía cinética de las moléculas de vapor de agua en energía cinética de rotación del rotor de la turbina. Finalmente el generador eléctrico unido al rotor de la turbina transforma la energía cinética de este en energía electromagnética. Esta energía se conduce por cables hasta los puntos de consumo, en forma de lo que erróneamente se conoce por energía eléctrica, puesto que la electricidad no es más que un vector para transportar la energía.

La segunda ley de la termodinámica indica que los procesos de transformación de energía nunca son reversibles, o lo que es lo mismo, que en cada etapa de los procesos de conversión parte de la energía no puede ser recuperada. En el caso de la central eléctrica expuesta anteriormente los gases producto de la combustión, fuertemente excitados, solo pueden transferir energía al agua de la caldera si existe una diferencia de temperatura entre ellos y el vapor de agua de su interior, es decir, mayor energía cinética en los gases que en el vapor. En términos más coloquiales el calor solo pasa de un foco caliente a otro más frío pero no al revés. Igualmente las moléculas de vapor fuertemente aceleradas solo pueden transferir energía a las palas del rotor si estas van más despacio. Finalmente el rotor y el generador eléctrico llevan asociadas unas pérdidas de energía por rozamiento que producen la elevación de temperatura del medio circundante. Además los gases producto de la combustión escapan finalmente a la atmósfera, que estará más fría, calentándola, energía que tampoco puede ser recuperada. En definitiva, el rendimiento de una central de este tipo, que representa el porcentaje de energía del gas natural convertido en energía eléctrica no pasa de 40%.

Este segundo principio se formula también como que en todo intercambio energético la “entropía” aumenta. Visto desde otro punto de vista y teniendo en cuenta la relación entre materia y energía la entropía supone un aumento del desorden, el paso de moléculas complejas a otras más simples.

Existe, sin embargo, un proceso que consigue poner orden a partir de un desorden, o conformar moléculas complejas a partir de moléculas simples y tal es el caso de lo que se denomina “vida”. La fotosíntesis, en particular, logra que la energía electromagnética que llega del Sol combine moléculas simples de CO_2 y H_2O existentes en el aire para formar moléculas complejas de hidratos de carbono que forman los vegetales. Pero tal cosa ocurre a expensas de un incremento global de la entropía.

Lo anteriormente expuesto supone, ni más ni menos, que la energía es el sustento de la vida en cualquiera de sus formas, vegetal o animal y en particular del ser humano sobre La Tierra y por consiguiente de su evolución, de su progreso, de lo que se denomina civilización.

Es importante señalar que los humanos no precisan de energía por sí misma sino de los servicios que esta presta. En efecto, la energía permite calentarse, cocinar los alimentos, extraer agua del subsuelo, roturar las tierras de labradío, mover de un punto a otro mercancías y personas, transformar el mineral de hierro en metal utilizable, transformar el metal en un producto útil, etc. Y da igual cual sea la forma en que se manifiesta o la procedencia de la energía utilizada.

La importancia, la trascendencia de la energía es tal que la historia de la Humanidad es, en gran parte, la historia del uso de las fuentes de energía por el ser humano en el transcurso de los siglos.

Muchos estudiosos e historiadores achacan la caída del Imperio Romano a la imposibilidad de que la energía disponible, los esclavos, pudiera suministrar las demandas crecientes de la misma. Los denominados “molinos de sangre” accionados por animales o esclavos eran el método usado para moler cantidades crecientes de grano y producir harina, para extraer agua de pozos, para accionar los fuelles y producir hierro, etc.

Igualmente la introducción en Europa de los molinos de agua y de viento permitió usar los recursos energéticos de los cursos de agua y del viento lo que suponía más energía disponible, descentralizada, de fácil acceso y de bajo coste, todo lo cual permitió la aparición de nuevas técnicas de producción y la aparición de multitud de pueblos y ciudades pequeñas que se fueron extendiendo por todo el continente y que fueron el origen de una nueva burguesía que liquidó el régimen feudal. Estas fuentes de energía fueron el origen del moderno capitalismo industrial. Es interesante señalar que así como la energía de los cursos de agua estaba asociada a la propiedad de los señores feudales y por tanto más controlada por estos, la explotación de la energía del viento permitió una independencia de estos señores, hasta el punto que llegaron a denominarse molinos de la plebe.

Los cambios más profundos, sin embargo, se produjeron cuando el ser humano comenzó a explotar los recursos energéticos denominados fósiles, el carbón, el petróleo y el gas natural, recursos que no son más que un pequeñísimo porcentaje de la energía electromagnética llegada a La Tierra desde el Sol durante millones de años.

De la explotación del carbón surge la primera revolución Industrial y de la explotación del petróleo y del gas natural la segunda con el concurso tardío de la energía nuclear, aun cuando con una aportación mucho menor y solo para la producción de energía eléctrica.

Del uso de estas energías ha surgido la civilización actual, absolutamente dependiente de la existencia de estos recursos, recursos por otra parte finitos, agotables y fuertemente impactantes sobre el medioambiente.

La población actual y las economías de las zonas más desarrolladas del planeta y de las que están en vías de hacerlo están absolutamente soportadas por las energías fósiles, destinadas a la iluminación, calefacción y refrigeración, producción y bombeo de agua, producción de alimentos en una agricultura energéticamente dependiente, transportes de mercancías y personas, turismo, fabricación de todo tipo de productos como plásticos, medicinas, materiales de construcción, maquinas, etc.

El inevitable fin de estos recursos energéticos por un lado y una profunda modificación del ecosistema derivado de los efectos perniciosos de los residuos de la combustión por otro que no son más que la devolución a la atmósfera, en muy pocos años, el CO₂ y otras sustancias acumuladas en forma de materia orgánica durante millones de años, están conduciendo a una situación insostenible y que no tiene ninguna

posibilidad de prolongarse más allá de 40 o 50 años según todos los pronósticos y menos aún si China, India, Brasil y otros países emergentes alcanzan el consumo medio de la Unión Europea.

La cruda realidad es que la humanidad está entrando en una tormenta perfecta por causa de la energía, tanto de manera directa como escasez, altos precios, crisis económica, crisis social, etc., como indirecta por la acumulación en la atmósfera y en el mar de los residuos de la combustión, principalmente el CO₂ y el CH₄ (metano), de los óxidos de nitrógeno NO_x y los óxidos de azufre SO_x todo lo cual modifica el efecto invernadero y modificando consecuentemente el clima de La Tierra: lluvias torrenciales y sequías, tormentas, pérdida de las masas glaciales y subida del nivel del mar, acidificación de los océanos, migración de especies, etc., todo lo cual se traduce en tensiones sociales y políticas de todo tipo.

Lo más peligroso de esta situación es que los cambios no se incrementan de forma lineal sino exponencial, con unos efectos fuertemente sinérgicos, de modo que para muchos estudiosos la situación ya es irreversible aun cuando se inicien de forma decidida y masiva los profundos cambios en la producción y uso de la energía que esta situación crítica demanda. La permanencia de los GEI en la atmósfera oscila entre los 40 años para el CO₂ y los 200 años para el metano.

Para salvar esta situación y que la civilización humana pueda basarse en unas fuentes de energía limpias y perdurables caben varias posibilidades: la energía de fusión nuclear; el empleo directo de la propia energía que llega del Sol a La Tierra en sus múltiples derivaciones; la energía del magma terrestre; la energía derivada de la interacción Tierra – Luna.

La energía de fusión nuclear es la trasmutación controlada de hidrógeno en helio como ocurre en el sol y su problema es que la tecnología se encuentra muy lejos de su aplicación en un plazo similar al agotamiento total de los recursos fósiles o a un cambio climático inasumible.

La energía que llega del Sol, que es el único recurso que llega al planeta desde el exterior, es inmensa y equivalente a 15 000 veces el consumo energético en todo el mundo cada día. Esta energía puede aprovecharse directamente transformada en electricidad en los paneles solares fotovoltaicos o como calor en los paneles solares térmicos o bien en sus diversas transformaciones como puede ser la energía de los vientos o eólica, la energía de las olas producidas por los vientos o energía del oleaje, la energía hidráulica o la producida por la caída del agua evaporada en forma de lluvias en zonas altas donde pueda utilizarse en saltos de agua y la energía de la biomasa o energía solar acumulada en las plantas por el fenómeno de la fotosíntesis.

La energía del magma caliente de la Tierra o energía geotérmica pueda aprovecharse para producir calor o para transformarla en electricidad, dependiendo de su temperatura y del volumen de magma caliente al que se tenga acceso.

La energía de la atracción Tierra Luna puede aprovecharse a través de las mareas que en los océanos esta interacción provoca y también depende no solo de la altura de las mareas sino de la disponibilidad de raras donde confinar las aguas en las mareas altas

Todas estas energías presentan claras ventajas pero también algunos inconvenientes:

Entre sus ventajas se encuentran su no agotamiento, su mínimo impacto ambiental, el ser distribuidas y por tanto una posibilidad de uso generalizado y a pequeña escala y la minoración de los grandes productores y distribuidores energéticos, la existencia de tecnologías de captación plenamente desarrolladas y a costes asumibles, etc.

Entre sus inconvenientes se encuentra su gran dispersión que obliga a amplias superficies de captación, su variabilidad que obliga a sistemas de almacenamiento o a la adaptación de los consumos a la misma, el uso de ciertos materiales no muy abundantes en la naturaleza como puede ser el litio u otros, su dificultad para sustituir a corto plazo a las propias energías fósiles, etc.

Está claro que estas energías renovables son las únicas que pueden sustentar un mundo sostenible pero el problema radica en la transición del modelo actual al nuevo que se encuentra con dos problemas: las altas concentraciones humanas en macro ciudades alimentadas por recursos fósiles masivos y totalmente dependientes de ellos, como es el caso de todas las ciudades desarrolladas en Europa y América y la práctica de unos modos de vida en ellas basados en un amplio derroche de energía, comenzando por infraestructuras de edificación no preparadas para un cambio de modelo. Sin embargo es de destacar el esfuerzo que se está haciendo en estos países para impulsar el ahorro energético y el empleo a gran escala de las energías renovables pero también es de destacar los pocos esfuerzos para cambiar unos modos de vida y de consumo que sean compatibles con estas fuentes energéticas renovables y limpias.

Está claro que la energía es lo que posibilita la vida, tanto en cantidad como en calidad y en especial, como no puede ser de otro modo, también la vida y la civilización humana. También está claro que la población actual y sus modos de vida requieren de unos recursos energéticos masivos que en gran parte han de ser fósiles pero también es evidente que hoy se disponen de tecnologías capaces de captar y utilizar masivamente las energías renovables así como otras para disminuir drásticamente los consumos.

El ahorro energético y el uso masivo de las energías renovables es la única posibilidad de sostener la vida sobre el planeta a largo plazo sin perturbarlo hasta el punto de reducirla a colonias artificialmente sostenidas en mitad de un mundo hostil y ello pasa, necesariamente, por un cambio de modelo civilizatorio, de unos modos de vida compatibles con estos recursos, de una planificación del futuro de todos en un marco de sostenibilidad.