

Foto en página anterior: Aldonza Méndez Sandoval.

¿Qué implica una transición energética sustentable?

Luca Ferrari y Omar Masera

Programa Nacional Estratégico sobre Transición Energética de CONACYT



Para cada problema complejo siempre hay una solución fácil, clara y equivocada.

H. L. Mencken

La transición energética es un tema que ha llegado al centro del debate político, y está en boga en los medios de comunicación, principalmente en relación con el cambio climático. Si bien existen diferentes definiciones, en el contexto de la crisis climática el concepto de transición energética suele referirse a la sustitución de combustibles fósiles –contaminantes– por fuentes renovables –limpias–. Dicho de esta forma la solución parece simple: hay que dejar de invertir en el sector de los combustibles fósiles y dirigir todos nuestros esfuerzos hacia la construcción de la infraestructura de aprovechamiento de las fuentes renovables, que además de limpias son inagotables. Esta explicación supone que el cambio climático es el principal reto que enfrenta nuestra civilización, y que la sustitución de fuentes fósiles por renovables no implica mayores dificultades. El problema, sin embargo, es mucho más complejo, y no tiene una solución fácil o sencilla.

Estamos viviendo un conjunto de crisis amplio y profundo, que se ha planteado incluso como una crisis civilizatoria. Aunque logremos bajar la concentración de CO₂ en la atmósfera, no solucionaremos los graves problemas energéticos, ambien-

Estamos viviendo un conjunto de crisis amplio y profundo, que se ha planteado incluso como una crisis civilizatoria.

tales y sociales que derivan de la sobreexplotación de los recursos. Con dicha medida tampoco solucionaremos la crisis a la que se enfrentan tanto los ecosistemas del planeta como una parte importante de la población mundial, excluida de los beneficios del progreso tecnológico.

El cambio climático global es en realidad uno de los resultados de la crisis energética, ambiental y social que estamos viviendo. Ésta se manifiesta, por un lado, en el incremento del costo de extracción y del impacto ambiental en la producción de combustibles fósiles, en la contaminación de agua, suelo y aire, en la acelerada extinción de especies, en la deforestación y en la sobreexplotación de los océanos. Por otro lado, la crisis se ha hecho patente en la desigualdad creciente entre y al interior de los países, así como en la concentración del poder económico y político en un pequeño número de corporaciones globales que controlan la alimentación, las comunicaciones, la minería, el transporte y otros sectores estratégicos de la economía, produciendo conflictos, inseguridad y migraciones masivas. El problema es sistémico, y no puede abordarse si enfocamos un solo aspecto.

Capitalismo fósil y neoliberalismo

El crecimiento exponencial de la población humana y de la economía que hemos experimentado en el último siglo y medio es algo único en la historia de la civilización. No habría sido posible sin el descubrimiento y explotación de los combustibles fósiles, que son una fracción de la energía solar del pasado, transformada en energía química y concentrada mediante energía geológica. No tuvimos que pagar por ninguno de dichos procesos, y este regalo de la naturaleza no se repetirá. Gracias a él, parte de la humanidad tiene a su disposición energía equivalente a miles de esclavos, como los reyes de la antigüedad. Nuestra civilización industrial-tecnológica –con todos los servicios, siempre disponibles, de los que goza parte de la población mundial: electricidad, internet, agua potable, comida y gasolina– se ha construido sobre este recurso, abundante y barato hasta finales de siglo pasado, pero la situación está cambiando.

Históricamente se ha explotado primero el recurso de mejor calidad, el más fácil de extraer y, por ende, el menos costoso. Sólo en un segundo tiempo se han explotado yacimientos de menor tamaño, a mayor profundidad, en aguas profundas, en formaciones impermeables –*shale* o lutitas– o con petróleo de menor calidad –pesado y ultrapesado–. **Por ello, con el transcurso del tiempo, se produce no sólo una menor cantidad de recurso, sino también uno de menor calidad y con un mayor gasto económico y energético.** Esta “ley del rendimiento decreciente” aplica para

todos los recursos no renovables e incluso para fuentes renovables (**Figura 1**).

Desde el inicio de este siglo nos encontramos en la era de la energía cara. Se explotan yacimientos de petróleo y gas cada vez más pequeños, profundos y difíciles de trabajar, con lo que se triplica el precio del barril. El carbón es de menor calidad, y, por lo tanto, tiene menor poder calorífico. La “ley” –es decir, la concentración del recurso mineral en los yacimientos– ha disminuido progresivamente. Hemos rebasado la capacidad de regeneración de los ecosistemas; hemos rebasado su capacidad de absorción de dióxido de carbono; hemos sobreexplotado los océanos; hemos deforestado áreas cada vez más grandes; hemos contaminado agua, aire y suelo; y hemos provocado la sexta extinción masiva de especies animales. **En suma, hemos llegado a los límites biofísicos del crecimiento.**

A nivel internacional se reconoce cada vez más la imposibilidad de continuar con el modelo actual de desarrollo depredador, cuya base fundamental es el crecimiento exponencial en la demanda de bienes y servicios con la consecuente sobreexplotación de los recursos naturales del planeta. Este modelo, cuya expresión dominante en los últimos cuarenta años ha sido el neoliberalismo y la globalización, está socavando las bases ecológicas de la vida, y está produciendo perversas desigualdades de riqueza. La economía basada en la explotación de fuerzas de trabajo mal pagadas y en la extracción desmedida de recursos naturales responde a un pensamiento reduccio-



Figura 1. Ejemplo en imágenes del rendimiento decreciente en la extracción de recursos no renovables. Compárense el costo energético y económico de la extracción de petróleo abundante, que brota de un reservorio somero en campos terrestres a principio del siglo pasado con el petróleo de aguas profundas de la actualidad, donde se necesitan enormes plataformas que perforan en tirantes de agua de más de 1.5 km y hasta 6 km bajo el piso marino. Un proceso similar se observa en la minería, donde para obtener la cantidad de mineral que hace un siglo se extraía de manera natural ahora se requiere el uso de gigantescas máquinas que remueven 100 veces más volumen de rocas.

nista que pone al crecimiento económico como eje principal de las políticas gubernamentales, y confunde el bienestar con un mayor consumo material. Entretanto, a medida que las personas descubren que el consumismo no puede satisfacer el anhelo humano de una vida con propósito, se extiende y aumenta el malestar social.

El capitalismo “verde” y los límites de las renovables

Frente al declive energético y los estragos ambientales, la última esperanza que se nos quiere vender es que es posible seguir creciendo, pero ahora, de manera “limpia” y “respetuosa con el medio ambiente”. Tal es la propuesta del capitalismo verde, cuyo eje principal, en el terreno energético, es la implementación acelerada de fuentes de energía renovable mediante megaproyectos de producción centralizada. **No obstante, si bien tarde o temprano la humanidad tendrá que volver a vivir de las fuentes renovables, la idea de mantener e incluso hacer crecer el sistema energívoro del capitalismo fósil con energías renovables es una quimera.**

La capacidad instalada de las fuentes renovables, particularmente solar y eólica, ha crecido de manera exponencial en los últimos quince años, pero su crecimiento palidece frente a dos hechos que rara vez se mencionan. El primero es que entre 1990 y 2018 la contribución de los combustibles fósiles a la matriz energética mundial bajó sólo del 88% al 85% –en México del 90% al 87%–, y las renovables, excluyendo la hidroeléctrica, representaron en 2018 sólo el 4% –en México el 1.6%–. El segundo hecho es que el incremento en la generación de energía producida con combustibles fósiles en la última década ha sido más del doble que el obtenido por

fuentes renovables (**Figura 2**). A nivel global, la transición energética hacia fuentes renovables no está ocurriendo. Así como nunca existió la transición del carbón al petróleo, lo que estamos haciendo ahora no es sino añadir nuevas fuentes de energía a las que ya existen.

Por razones físicas, más que políticas, la transición energética hacia las renovables es un proyecto cuesta arriba. Los combustibles fósiles son fuentes no renovables y contaminantes, pero concentradas y controlables. Las fuentes renovables con mayor potencial de crecimiento, como la eólica y la solar, son diluidas y variables. Debido a su menor densidad energética, reemplazar con eólica y solar la infraestructura energética basada en combustibles fósiles requeriría la construcción de aproximadamente cinco veces la capacidad instalada actual y ocuparía hasta cincuenta veces más superficie.

El sistema eléctrico necesita alimentar constantemente una demanda variable. Los combustibles fósiles, la geotermia y en menor medida la hidroeléctrica permiten generar electricidad cuando la necesitamos, pero la eólica y la solar son irregulares y su producción no es controlable. Su variabilidad se ha compensado tradicionalmente con combustibles fósiles –como en las plantas de ciclo combinado con gas natural y en centrales térmicas de carbón–, reduciendo los beneficios de la generación “limpia”.

Existen aún otros problemas con las renovables. La opción del almacenamiento es todavía incipiente, y puede duplicar los costos. Además, en muchos casos el despliegue de fuentes renovables exige la construcción de nuevas líneas de alta tensión, incrementando a su vez los costos. Por estas razones, si bien el precio de

Consumo de energía primaria por fuente (TWh) 1965-2018

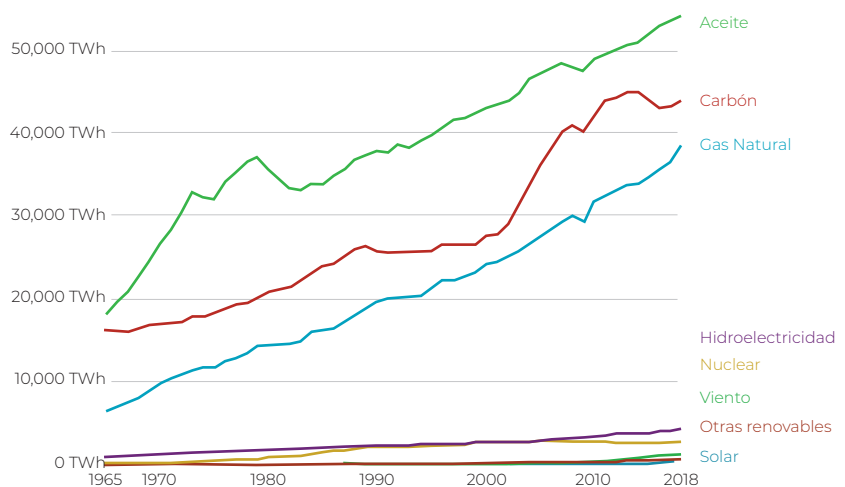


Figura 2. Consumo de energía primaria a nivel mundial por fuente. El consumo de petróleo y gas ha incrementado muchas veces más que el consumo de energía producida por medio de fuentes renovables. Incluso el carbón crece más que las renovables en los últimos años.

los aerogeneradores y de los paneles solares ha disminuido drásticamente en la última década, esto no se ha traducido en una baja del precio de la electricidad para los consumidores en los países y regiones donde la penetración de las renovables irregulares en la matriz eléctrica es mayor, y sirven de ejemplo las experiencias de Alemania, Dinamarca y California.

Por último, no debemos olvidar que la producción de la infraestructura necesaria para el aprovechamiento de fuentes renovables tiene también un impacto ambiental, ya que depende de manera crítica de combustibles fósiles para su construcción y mantenimiento. Se requiere acero para las torres de los aerogeneradores; carbón para su fundición; cobre, aluminio, cadmio, plata, oro, cobalto y manganeso para los paneles solares; diésel para extraer dichos minerales; y litio y plomo para las baterías. Estas materias primas tienen una disponibilidad limitada, y sólo en raros casos pueden reciclarse. Por este motivo, gran parte de los aerogeneradores y los paneles solares se convierte en “chatarra electrónica” al finalizar su vida útil.

Pese a sus límites, las fuentes renovables son la energía del futuro. Las hacen cada vez más atractivas el incremento del costo de producción de los combustibles fósiles y su creciente impacto ambiental, a medida que nos movemos hacia los productos de menor calidad y mayor costo energético. **Sin embargo, las renovables por sí solas, es decir, sin atacar de fondo la necesidad de reducir la demanda energética, no pueden solucionar el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).**

Esto lo demuestra el caso de Alemania. Se trata de un país que ha invertido masivamente en fuentes renovables –llegando a generar con ellas casi el 40% de su electricidad–, pero don-

de la fluctuación de la generación se compensa con gas y carbón, cuyo consumo no ha bajado. En Alemania, las emisiones sólo han disminuido un 10% en los últimos 18 años.

A nivel global las emisiones de GEI están estrechamente ligadas al crecimiento económico, y sólo han disminuido cuando la economía ha decrecido. Esto ocurrió en la recesión mundial de 2008-2009 y después del colapso de la Unión Soviética en 1991. La actual contingencia que estamos viviendo a nivel mundial por el brote de coronavirus está confirmando una vez más esta observación. A pesar de ello, organismos internacionales y varios gobiernos de países occidentales siguen promoviendo la idea de que mediante la introducción de megaproyectos de energías renovables y la innovación tecnológica tendremos una producción más eficiente y desacoplaremos el crecimiento económico de las emisiones. Sin embargo, ni la eficiencia ni las fuentes renovables podrán disminuir las emisiones en una economía orientada al crecimiento.

A lo largo de la historia, múltiples experiencias demuestran que la mejora de la eficiencia tiende a convertirse en un mayor crecimiento. Ésta es la “paradoja de Jevons”, y significa que las emisiones continúan aumentando pese a las ganancias de eficiencia. Más aún, aunque la intensidad energética de la economía global está disminuyendo lentamente, lo mismo no está pasando con las emisiones. En este contexto, la idea del desacoplamiento sigue siendo popular porque sugiere que no tenemos que repensar el paradigma económico dominante del crecimiento: nuestras economías pueden seguir creciendo sin límite, y no tenemos que cuestionar nuestros estilos de vida consumistas, mientras “desacoplamos” la actividad económica de los combustibles fósiles, aunque sólo sea en el discurso.



Mina de carbón El Cerrejón, Colombia.



Mina de oro Yanacocha, Perú.

Una transición energética ambiental y socialmente sustentable

La fe en el desacoplamiento entre crecimiento económico y emisiones desvía la atención de dos ejes centrales del problema. El primero es que el sistema económico capitalista requiere de un crecimiento ilimitado para tener estabilidad; el segundo es la creencia de que el bienestar requiere de una creciente riqueza material. Si no repensamos esos fundamentos, no resolveremos las crisis ambientales y sociales que estamos enfrentando.

Para alcanzar tanto la soberanía como la justicia energética y para reducir graves impactos ambientales como el cambio climático, debemos actuar simultáneamente sobre la demanda y la oferta de energía. **Incluso los escenarios internacionales más optimistas sobre la transición, sustentables desde el punto de vista climático, implican una reducción importante del consumo de energía.** Este tema es políticamente difícil de manejar porque la idea del crecimiento material como sinónimo de bienestar está enraizada de modo profundo en el imaginario colectivo occidental. El crecimiento es la promesa de todo partido político, y es el dogma del pensamiento económico dominante, a pesar de que, aun con crecimiento económico, en los últimos cuarenta años la gran mayoría de la

población ha visto empeorar progresivamente su calidad de vida, y necesita trabajar cada vez más tiempo para subsistir.

Para que sea sustentable desde el punto de vista energético y ambiental, la transición debe abordar el tema del ahorro de energía por medio de la disminución absoluta de la demanda en los sectores de mayor consumo, como el de transporte –47% de la energía en México–, el industrial –31%– y el residencial –18%–. De hecho, es por la vía de un menor consumo energético y de una menor dependencia de bienes importados y con largas cadenas de suministro que se puede alcanzar no sólo una mayor independencia energética, sino una disminución importante de las emisiones de GEI.

Al mismo tiempo, la transición energética también debe ser socialmente sustentable. Debe reducir la inequidad, asegurando el acceso universal a servicios energéticos dignos en zonas rurales y periurbanas, y debe promover tanto la democratización de la generación de energía como la posibilidad de detonar procesos productivos locales con base en la generación distribuida por medio de fuentes renovables.

Para conseguir una transición ambiental y socialmente sustentable se necesita un enfoque integral de la problemática energética que atienda diferentes ejes temáticos (**Figura 3**). Por ejemplo:



Figura 3. Ejemplos de soluciones para el ahorro energético en el transporte; producción alimentaria en huertos urbanos y huertos ecológicos; uso a escala local de fuentes renovables.

- 1) El ahorro energético en el sector del transporte por medio de la ampliación masiva del transporte público electrificado, limitación del uso del coche particular, incentivos al uso de la bicicleta y disminución de los traslados urbanos por medio de un rediseño de las ciudades y de las formas de trabajar.
- 2) El uso eficiente y renovable de la energía en el sector industrial. En el corto plazo, esto incluye como componente esencial aumentar la eficiencia de las grandes industrias, en particular: las del sector energético –como las refinerías–, la cementera, del acero y la química, entre otras. Además, es necesaria la sustitución de combustibles fósiles por fuentes de “calor verde” –biomasa y energía termosolar–; y es fundamental replantear los procesos industriales para que se incorpore de manera obligatoria la sustentabilidad ambiental.
- 3) El uso eficiente de energía en los sectores residencial y comercial. Esto implica el desarrollo de arquitectura bioclimática, así como la creación de normas para limitar el consumo máximo de equipos y normas que puedan favorecer la producción de bienes duraderos, evitando la obsolescencia programada.
- 4) Medidas para alcanzar un sistema alimentario saludable, soberano y cada vez menos dependiente de los combustibles fósiles –mediante una transición agroecológica–, como la promoción de productos y mercados locales y el cambio sistémico de una economía globalizada a una red de economías descentralizadas y localizadas.
- 5) Acciones para la eliminación de la pobreza energética. Entre ellas: el desarrollo de sistemas energéticos comunitarios basados en un menú amplio de recursos renovables –energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica y de biomasa– y ecotecnologías de uso final –estufas eficientes, paneles solares, biodigestores, secadores y bombas–.
- 6) La democratización efectiva de la energía y de los beneficios de su aprovechamiento, mediante una fuerte promoción a los “prosumidores” de energía, impulsando a cooperativas urbanas y rurales de producción distribuida de energía, particularmente de electricidad.

Es tiempo de enfrentar la realidad. La energía barata, abundante y controlable con la que se construyó la civilización industrial se está agotando, y las fuentes renovables no pueden ni podrán sostener el nivel de consumo actual y, mucho menos, un incremento. Somos cada vez más, hemos rebasado la capacidad de regeneración de la biósfera, y quedan cada día menos recursos,

los cuales, además, tienen una distribución extremadamente desigual. Aceptados estos hechos, la única alternativa a los conflictos sociales, las guerras y el colapso ambiental es una redistribución más equitativa de los recursos y una reducción controlada de los consumos.

Redirigir los recursos hacia la sustentabilidad implica replantear las prioridades. Debemos dejar de apostarle a industrias de uso intensivo de energía como la automotriz, la aeroespacial, la de exportación o el turismo internacional, y reorientar la economía hacia las necesidades internas y hacia la construcción de comunidades y sistemas de producción más resilientes. **En el fondo, esto equivale a apostarle a un nuevo “imaginario” o proyecto civilizatorio, basado en la articulación armónica de economías locales.** Forman parte de este proyecto la producción agroecológica de alimentos, la producción distribuida de energía, la progresiva sustitución del transporte basado en vehículos particulares y camiones de carga con motores de combustión interna por un sistema de transporte público urbano y trenes eléctricos, la transformación hacia formas de gobernanza verdaderamente democráticas y policéntricas, una mayor descentralización de la administración pública y una mayor participación de la sociedad en la toma de decisiones. ■