

## El hombre y los sistemas energéticos: regreso a las fuentes renovables

Carlos Humberto Ortiz Ramírez

**El concepto de energía se entiende casi siempre como una magnitud física abstracta; sin embargo, la etimología del concepto sugiere que los griegos, al igual que muchas culturas antiguas, concebían los procesos energéticos de una forma más mística y global.** La palabra energía, en sus raíces greco-latinas, significa “operación mágica”. En efecto, la energía es la fuerza responsable de poner en marcha todas las operaciones y acciones que somos capaces de percibir, desde las corporales hasta las estelares. Ya sea desde una perspectiva química, biológica, tecnológica, espiritual o cosmológica, la energía esta en la base de todo; es el principio y fin de las cosas, el motor que las hace interactuar y cambiar de forma. Todas las culturas hablan de ella, y sus religiones le otorgan diferentes términos pero siempre refiriéndose al mismo concepto. Desde el principio de la civilización hemos tratado de explicar la vida a partir de esta fuerza que es motor de nuestro mundo y cosmos, se trata de un concepto profundamente arraigado en el subconsciente cultural del ser humano. Nosotros mismos somos energía, nuestro cuerpo depende de ella para funcionar y mantenerse organizado; el metabolismo, la homeostasis, la reproducción, la sinapsis neuronal, el flujo sanguíneo, e incluso la muerte, son procesos que representan el drama continuo de ese incesante flujo energético a través de todos los seres vivos.

Sin embargo, la energía también influye en otros aspectos de la vida colectiva, los cuales resultan menos evidentes pero igualmente importantes: la política, la economía y la organización social. Hay que tener muy presente que para los gobiernos del mundo el control sobre los recursos energéticos es una de las fuentes mas importantes de poder y dominio (léase el interés de EU en medio oriente). Estos intereses afectan las políticas globales, e inevitablemente contribuyen a la inestabilidad, promoviendo los conflictos bélicos y las inequidades sociales. Es en este contexto que se hace importante explorar, de manera crítica, como ha sido

nuestro manejo de los recursos energéticos; ¿que beneficios hemos obtenido?, ¿que problemáticas enfrentamos?, y que peligros nos aguardan si no tomamos conciencia de los retos que se nos presentan.

### *La emergencia de las sociedades “energéticas”.*

La era de los combustibles fósiles comienza a finales del siglo XIX con la introducción del carbón como fuente de energía. Utilizado principalmente para impulsar a la industria y el transporte, este “nuevo” combustible era relativamente barato y poseía una gran cantidad de energía potencial, lo cual, combinado con la invención de la maquina de vapor, iniciaría uno de los cambios sociales y económicos mas drásticos de la historia moderna: la revolución industrial. En realidad mas que una revolución industrial fue una revolución energética, el mundo incremento su consumo total de energía unas 20 veces comparado con los niveles anteriores a 1850, y surgió una nueva y poderosa fuente de poder: el control sobre el acceso a los combustibles fósiles. Los países que eran capaces de explotar esta bonanza energética experimentaron un crecimiento económico casi directamente proporcional a su consumo de energía. Fue así como se inició el frenesí energético mundial, el petróleo se convirtió en el elixir de la riqueza y en un sinónimo de poder y estabilidad; se configura el modelo de sociedad contemporánea dominante: la sociedad energética. Sin embargo, esta abundante cosecha de energía no tuvo una distribución equitativa a lo largo del globo; por el contrario, casi la totalidad de este consumo ocurrió dentro de los países hoy industrializados, hogar de un 20% de la población mundial. Dos billones de personas aun dependen por completo de fuentes de energía tradicionales (biomasa, tracción animal, luz solar, etc.) para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación y vivienda.



Figura 1. “El gasto energético.” Imagen de China en la noche. Tomada de Africa.oneworld.net

Hoy más que nunca vivimos inmersos en la cultura del petróleo, es el combustible por excelencia, nutriente vital que corre por las venas de la civilización “moderna”. Es a la vez fuente de progreso y de discordia; indicador de salud económica, pero también de severa degradación ambiental. Se organizan cruzadas en su nombre (nunca de manera evidente), y la opinión pública se debate sobre la conveniencia de seguir empleando este recurso, en discursos que van desde el amor al odio. Mas allá de hacer un juicio histórico sobre los beneficios o perjuicios que nos han traído los combustibles fósiles, es importante reconocer que nos encontramos ante una disyuntiva en materia energética. Los combustibles tradicionales están entrando en una crisis de carácter tanto práctico como moral; las razones son muchas, pero principalmente podemos decir que se trata de un recurso finito, centralizado, y ambientalmente agresivo. El escenario se complica más hacia el futuro si tomamos en cuenta que para el año 2020 la demanda por estos recursos se incrementará un 84%. Los países industrializados se verán en la necesidad de importar un 70% más de petróleo (IEA 2000a), lo cual solo puede significar más tensiones con medio oriente; en contraste, en África, el nivel de consumo per cápita de electricidad seguirá siendo equivalente al 2% de aquel en EUA, ahondando aun más las inequidades y las miserias en dicho continente.

En materia ambiental, también se incrementan las presiones por cambiar a fuentes de energía más limpias y eficientes. Los niveles de dióxido de carbono han aumentado un 31%, mientras que los de metano (otro gas de invernadero) se han incrementado en un 151%; la temperatura ya es 1.1 grados más alta de lo que era hace 100 años (IPCC 2001), y el cambio climático promete ser una de las más serias amenazas que podríamos enfrentar en un futuro no muy lejano. Para completar el cuadro, la calidad del aire en los centros urbanos es cada vez más baja, lo que propicia la aparición de enfermedades crónicas en amplios sectores de la población. Actualmente en China, por ejemplo, el 80% de las ciudades exceden los niveles de aerosoles y contaminantes permitidos por la Organización Mundial de la Salud (Li 1999), y 7% del producto interno bruto se destina a gastos de salud por enfermedades relacionadas; un escenario que se repite en muchas ciudades de México y Latinoamérica.

### ***Evolución cultural: primeros usos y dominios de la energía***

Para entender nuestra situación actual en cuando al dominio de las fuentes de energía, es necesario hacer una interpretación histórica acerca de nuestra evolución cultural como medio de adaptación al ambiente. Esta evolución conlleva muchas veces cambios en nuestro comportamiento, en la organización social, y en nuestro uso de las tecnologías. Desde el comienzo el ser humano se ha visto constantemente restringido a los límites que le impone el ambiente en el que habita. La cultura ha sido el medio por el cual hemos podido ampliar o superar temporalmente esos límites; sin esta forma de adaptación hubiera resultado imposible colonizar otras partes del planeta y llegar a densidades de población tan elevadas. Si analizamos la historia de nuestros grandes avances en cuanto al control de los ecosistemas se refiere, encontramos que han sido posibles gracias a importantes cambios culturales y tecnológicos que implican, muchas veces, el manejo y aprovechamiento de nuevas fuentes de energía.

Si nos remontamos hasta el paleolítico, época en la cual la población humana era escasa y nuestra

organización social se limitaba a grupos de unos cuantos individuos, encontramos una de las primeras conquistas importantes sobre el medio ambiente: el descubrimiento del fuego. Esta fuente de energía es la primera sobre la cual tenemos un control considerable, y que representa una importante fuente de poder y dominio sobre otras especies. La importancia de este descubrimiento es tal, que influye en todos los aspectos de vida humana: nuestra dieta se amplía considerablemente, es una importante fuente de calor, permite colonizar nuevas geografías, y se convierte en un arma sumamente efectiva que se emplea en la defensa y en la caza. Lo que vemos a partir de esta época es que el hombre comienza a idear nuevas formas para aprovechar las fuentes de energía que el medio le ofrece, y lo hace a través de la cultura, los símbolos, y una plataforma tecnológica cada vez más sofisticada.

En el neolítico se da otra revolución tecnológica importante: el descubrimiento de medios alternativos para producir trabajo y así ampliar los límites de nuestra fuerza física. Es en este periodo cuando surge la domesticación y la agricultura, lo que implica que se puede utilizar la fuerza animal, el viento, y el fuego como fuentes de energía. Se inventa entonces el arado, el bote de vela, el carro de ruedas, la cocción del barro y el manejo de algunos metales. Todo esto significa un manejo más eficiente de los recursos y un aumento en la población. También significa que el hombre, a través de la agricultura y la crianza selectiva de especies, empieza a desarticular las cadenas tróficas, cambia las leyes de asociación de biológica y, analizado desde un punto de vista más amplio, redirige el flujo energético en el ecosistema de acuerdo a su beneficio.

Durante esta época, e incluso durante un largo periodo posterior, nuestras fuentes de energía eran relativamente limpias, sustentables, y descentralizadas; los desequilibrios ecológicos que surgieron fueron causa más bien del modelo de organización social y político, y de una explosión demográfica sin precedentes. El control que se logró en el neolítico sobre el medio natural y sus procesos de producción haría posible no solo el crecimiento poblacional antes mencionado, sino también la acumulación

de excedentes de producción (y de energía), lo cual, posteriormente, haría posible el establecimiento del imperialismo.

Brincando a la historia reciente el cambio más dramático que experimentó el orden mundial es el surgimiento y consolidación del capitalismo. Este surge no solo como modelo económico y social, sino que se entiende como una nueva forma de interpretar al mundo y a nosotros mismos. Mientras los aspectos teóricos y filosóficos de este modelo se consolidan, se retoma el racionalismo Griego y el positivismo, y los adelantos técnicos no se hacen esperar. La comunidad científica toma fuerza y comienza a dedicarse, entre otras cosas, a la solución de los problemas relacionados con las nuevas fuentes energéticas. El agotamiento de los bosques obliga al desarrollo de la tecnología del carbón; esta fuente de energía ya era conocida anteriormente, pero no había encontrado todavía su justificación industrial. Por otra parte la escasez de tierras implicaba que el uso de los animales como fuerza de trabajo dejara de ser rentable. Surge entonces la máquina de vapor, que reemplaza no solo la fuerza animal, sino también la humana, y cuyo combustible es el carbón. La difusión de esta tecnología hace posible el primer gran ascenso del capitalismo, y junto con la producción del hierro transforma el panorama de la industria, el transporte y las relaciones sociales. Es en estos pocos años de industrialización que Europa duplica su número de habitantes.

Finalmente el nuevo orden dominante experimentaría otros dos grandes sucesos que contribuirían a su hegemonía: El descubrimiento y utilización de la energía eléctrica, lo cual es posible gracias a inventos como el dinamo, la hidroeléctrica, y la lámpara incandescente; y la sustitución del carbón por el petróleo como el combustible principal. Contemporáneo a estos sucesos aparecería otra innovación que cambiaría el mundo: El motor de combustión interna. El hecho de que se hiciera posible explotar estas nuevas fuentes energéticas significó un impulso gigantesco en el crecimiento industrial y económico debido, principalmente, a su gran rentabilidad. Eran recursos esperando a ser aprovechados, proporcionaban una gran cantidad de energía a un bajo costo

(relativamente), y significaban la independencia de otras fuentes mucho menos prácticas e impredecibles como la tracción animal, el viento, y el agua. Sin embargo, presentaban también grandes desventajas, como se verá posteriormente: eran recursos limitados, peligrosos para el medio ambiente, y su distribución geográfica no era equitativa.

### ***Los ciclos de la energía***

Nuestro planeta es un ente muy dinámico, se renueva y reconfigura constantemente por medio de procesos internos y externos; Mas aún, se encuentra colonizado por una gran diversidad de vida que interactúa con el y retroalimenta sus ciclos. Los seres vivos que lo habitan están en un continuo intercambio con el medio termodinámico, absorben y emiten energía constantemente, e interactúan con los elementos físicos formando ecosistemas y redes tróficas. La principal fuente de energía en nuestro planeta es el sol, combustible mediante el cual funciona la maquinaria ambiental, y fuerza motora, directa ó indirectamente, de prácticamente todos los sistemas vivientes. Inclusive donde este recurso es escaso, los ecosistemas tienen la notable capacidad para funcionar y ser productivos a partir, exclusivamente, de estas fuentes de energía renovables e ilimitadas.

Los ecosistemas son bastante eficientes en el uso y aprovechamiento de la energía si se les compara con las maquinarias y sistemas de producción humanos. Existen entre estos, dos diferencias fundamentales: La primera es que el flujo y transferencia de la energía que recibe el ecosistema no es lineal; por el contrario, en la mayoría de los casos representa una intrincada red compuesta por múltiples factores, que en su conjunto conforman ciclos (los cuales aumentan la eficiencia del sistema), y cuya dinámica consiste en la producción de biomasa a partir de la fijación de energía proveniente del sol. Esta energía es posteriormente distribuida a lo largo de las redes tróficas; dicha distribución no es perfecta, ya que existen ciertas pérdidas en el proceso de transferencia de un nivel trófico al siguiente. Es decir, los consumidores no obtienen toda la energía que fue captada en un principio por los productores (plantas). Es aquí donde aparece la segunda cuestión importante: la

entropía. Este concepto se refiere a la transformación de una forma organizada de energía a otra desorganizada que no es transferible como, por ejemplo, el calor. Una parte de la energía consumida por los seres vivos se pierde en forma de calor. Sin embargo, si analizamos el calor que genera un motor de combustión interna, nos damos cuenta que los sistemas biológicos hacen de la entropía una pérdida menor.

Los seres vivos se encuentran en un delicado balance entre la energía consumida y la energía almacenada, solo la segunda es transferible y aprovechable de forma directa (como alimento para otros seres vivos). Sin embargo, la naturaleza esta conformada de tal manera que incluso la energía que pareciera perderse en procesos como el metabolismo, el movimiento, la producción de desechos, el intercambio gaseoso, y la producción de calor, es aprovechable por un gran número de organismos (parásitos, insectos, hongos, y bacterias) cuya producción total de biomasa es enorme, incrementando así la eficiencia ecosistémica. Esta energía “no transferible” también juega un papel preponderante en la activación de los ciclos biogeoquímicos, que consisten en la continua recirculación de materiales y elementos tanto orgánicos (nutrientes) como inorgánicos, los cuales a su vez son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas. De esta manera se completa un ciclo natural que deja poco al desperdicio, que es eficiente, y que se autorregula; conceptos que contrastan con nuestro excesivo, y en ocasiones irracional, consumo energético.

### ***Transición hacia fuentes energéticas renovables y sustentables***

La primera cuestión que es necesario entender es que la energía que utilizamos, y de la cual dependemos, es mas que los factores físicos que la integran; se relaciona de manera importante con el contexto social, ambiental y económico. Esta presente en todos los ámbitos: instituciones, mercados, políticas y servicios. Actualmente la globalización afecta por igual a cada una de estas áreas, por lo que cualquier plan de acción que pretenda ser eficaz y de largo alcance, requiere de un consenso general. La transición energética

que se propone no es nueva, ni alejada de nuestro potencial tecnológico. Las fuentes de energía renovables pueden fácilmente cubrir las necesidades energéticas de toda la población; los costos han disminuido dramáticamente y la eficiencia va en aumento. La innovación tecnológica en este campo ocurre de forma acelerada, y con los debidos incentivos se puede hacer una transición energética rápida y segura.

A continuación se presentará una breve descripción de las características básicas de las fuentes alternativas de energía, así como algunas de sus ventajas, y los retos para su implementación a gran escala.

### *Energía Solar*

El sol, junto con otras fuentes de energía relacionadas, son consideradas como renovables debido a que la tasa a la cual se explotan es menor a la tasa en que se reabastecen. En este caso la radiación solar es convertida a otras formas de energía para poder ser aprovechada,

concentran, mediante una serie de espejos, el calor solar para producir vapor y utilizarlo en la producción de energía eléctrica. Sin embargo, es quizá la energía fotoeléctrica el aspecto mas prometedor de la energía solar. Es posible gracias a que los electrones pueden ser expulsados de un metal mediante la acción de un fotón (luz); por lo tanto, la luz proveniente del sol puede ser transformada directamente en energía eléctrica mediante celdas capaces de aprovechar ese flujo de electrones, llamadas comúnmente, celdas fotovoltaicas.

En la actualidad los costos de la electricidad producida por medios fotovoltaicos no son lo suficientemente competitivos, y no existe una cultura fuerte que promueva su consumo. Sin embargo, presentan un potencial enorme en los países en vías de desarrollo, donde las redes de distribución eléctrica no alcanzan a toda la población (1.5 billones de personas sin acceso a la energía eléctrica). En estas zonas tienen una rentabilidad mayor, y representan una ventaja funcional para los habitantes al ser fuentes de



Figura 2. **Celdas fotovoltaicas.** Imagen tomada de [energy.state.nv.us](http://energy.state.nv.us)

principalmente energía eléctrica y térmica. La conversión de energía solar a energía térmica es la mas común y la mas sencilla; va desde la colocación de ventanas especiales en casas y edificios para conservar calor y tener mejor aislamiento, hasta la construcción de torres que

energía descentralizadas, y prácticamente autónomas. El problema central con la energía solar está en su almacenamiento, ya que por razones obvias el sol no esta disponible todos los días del año. Este problema promete ser solucionado con nuevas tecnologías que

contemplan la producción baterías cada vez más eficientes y a costos menores.

### *Energía eólica*

Consiste en el aprovechamiento de la energía contenida en las grandes masas de aire. En realidad los vientos son una forma secundaria de energía solar, ya que son creados por la diferencia en los gradientes de temperatura del aire generados por la acción solar. Esta energía puede ser transformada en energía eléctrica a través de grandes hélices o turbinas, las cuales al girar activan generadores eléctricos. La energía eólica, es la fuente de energía renovable con mas demanda en la actualidad, esto se debe principalmente a su eficiencia (energía producida) y sus bajos costos de operación.

Algunos países europeos invierten ya recursos considerables en el desarrollo e implementación de las tecnologías eólicas. Dinamarca, por ejemplo, obtiene el 18% del total de su consumo energético a partir de la energía eólica, y Alemania planea cubrir para el 2030 un 25% de sus necesidades energéticas de la misma manera. En México existe un gran potencial para la explotación de este recurso, ya que se cuenta con grandes corredores de viento (la zona de Istmo, por ejemplo) que pueden ser aprovechados y que representarían una fuente de ingreso extra para las comunidades de la zona; además de aligerar parte de la presión impuesta exclusivamente sobre Petróleos Mexicanos.

Por otra parte la implementación de las llamadas “granjas de viento”, representa una alternativa muy interesante en América Latina, ya que con los subsidios adecuados por parte del gobierno, pueden significar una fuente complementaria de ingresos para el sector agrícola, a la vez que se ayuda a resolver el problema del abastecimiento y distribución de la energía. Dichas “granjas” presentan la ventaja de necesitar una superficie de terreno muy pequeña (2% de total de una granja típica), y una vez instaladas se puede continuar con el cultivo normal de dicha superficie.

### *Biomasa*

El uso de la biomasa como fuente de energía no es nuevo, como ya vimos anteriormente, es de hecho una de las primeras fuentes utilizadas por el hombre y una de las más importantes para los países en vías de desarrollo. Sin embargo, con los adelantos tecnológicos y un manejo inteligente, la biomasa puede ser empleada a gran escala de forma eficiente y ecológica; mas aun, tiene el potencial de contribuir en la disminución de los niveles de gases invernadero en la atmósfera.

La biomasa puede ser empleada para la producción de biocombustibles sólidos o líquidos, que pueden sustituir a los combustibles fósiles tradicionales en la producción de energía eléctrica; algunos pueden ser también utilizados en la industria del transporte, principalmente alcoholes y el gas metano. Un ejemplo de esto es Brasil, cuyo parque vehicular depende en algunas zonas del etanol producido a partir de los desechos de la caña de azúcar. Finalmente, mediante la ingeniería de fibras altamente resistentes, se pueden aportar nuevos materiales a la industria de la construcción, que sustituyan, en un momento dado, a otros cuya fabricación requiere de un gasto energético mucho mayor.

Lo atractivo de esta fuente de energía, sobretodo para países como el nuestro, es que las grandes cantidades de materias primas requeridas pueden ser obtenidas a partir de los desechos generados por la agricultura y la industria maderera. En cuanto a su procesamiento pueden utilizarse viejas instalaciones, antes plantas para la quema de combustibles fósiles, las cuales no requieren de muchas modificaciones, y por lo tanto, de mucha inversión. También es posible el cultivo de plantaciones especiales para generar biomasa, sobretodo en áreas donde ya existen suelos degradados o salinizados. Estos pueden ser restaurados por especies especialmente adaptadas a dichas condiciones; mas aun, con una buena administración y un diseño inteligente, pueden ayudar a resolver problemas graves de erosión, desertificación y pérdida de la biodiversidad.



Fig 3. “Granja de viento”. Imagen tomada de [uneotie.org.txt](http://uneotie.org.txt)

### *Olas, mareas y energía geotérmica.*

La energía que poseen las olas y las mareas también puede ser aprovechada; sin embargo, resulta difícil, al menos por el momento, que se lleve a escalas importantes. Las mareas, a través de la construcción de diques, han sido utilizadas como fuente energética desde 1621, aunque dichos casos han sido aislados. Actualmente, Francia cuenta una planta en operación, e Inglaterra analiza la posibilidad de construir otro complejo de tamaño importante. La energía se produce cuando el agua proveniente del aumento o decremento de las mareas mueve turbinas previamente instaladas en canales o diques. Estos se utilizan para dirigir o retener grandes cantidades de agua. La construcción de dichas instalaciones es costosa y puede afectar a los ecosistemas de la zona; sin embargo, representan una buena opción para las áreas que son proclives a inundaciones, en las que, de cualquier manera, es necesaria su construcción.

La energía proveniente de las olas puede ser aprovechada a través de columnas de aire o boyas, cuya oscilación provoque el movimiento de turbinas generadoras de energía eléctrica. Dichas instalaciones representan una alternativa interesante en el futuro; sin embargo, en la actualidad son muy costosas y se dañan fácilmente.

A diferencia de las opciones antes mencionadas, la energía geotérmica representa una alternativa

muy rentable, siempre que las condiciones geológicas sean favorables. La energía proviene directamente del calor generado por las capas internas de la tierra, y es transmitida a las capas rocosas más superficiales; a estas se les aplica un flujo constante de agua (que puede ser natural o artificial) para generar grandes cantidades de vapor. Posteriormente, este puede ser convertido en energía eléctrica, también mediante el uso de turbinas. Esta es una fuente de energía limpia y renovable que representa para México una alternativa muy atractiva debido a su gran actividad geológica.

### *La economía de hidrógeno*

El hidrógeno no constituye una fuente de energía como tal, es al igual que la electricidad, un elemento transportador de esta. Todas las fuentes energéticas mencionadas anteriormente solo son aprovechables cuando son convertidas a otro estado que pueda ser fácilmente manejable, transportable, y almacenable. La energía eléctrica y el hidrógeno cumplen con estas características. Este gas presenta la peculiaridad de que una vez utilizado en celdas especiales, el único subproducto que se genera es vapor. El hidrógeno puede ser producido de forma relativamente fácil, mediante la aplicación de una corriente eléctrica al agua.

La tecnología para el uso del hidrógeno en la industria del transporte ya está disponible desde hace algunos años. En Europa se implementa ya un programa de transporte público que utiliza este gas; se trata de una serie de autobuses que se encuentran a prueba en un número considerable de ciudades. Islandia pretende cambiar totalmente a una economía basada en el hidrógeno, y así imponerse como un país modelo en el uso de energías renovables para el año 2050. México bien podría empezar a implementar programas piloto a pequeña escala, sobre todo en las ciudades más pobladas y contaminadas del país (Distrito Federal, Guadalajara, Monterrey, etc.), así como destinar fondos para la investigación y desarrollo de esta tecnología.

Sin embargo, el hidrógeno es una opción limpia y sustentable solo si proviene de fuentes de energía renovables. Si por el contrario se utilizan

las fuentes de energía tradicionales (combustibles fósiles) para su producción, no se obtiene beneficio alguno, y es precisamente este aspecto el que resulta mas desafiante para la implementación de un sistema basado en dicho gas. Aun así, en países con poco desarrollo tecnológico, como es el caso de América Latina, se puede iniciar la producción de hidrógeno mediante la quema de combustibles fósiles en plantas especiales, con la condición de que los gases invernadero sean secuestrados antes de emitirse a la atmósfera, lo cual ya es posible.

### *¿Que hacer?, políticas para la transición hacia las sociedades sustentables*

Para comenzar cuanto antes la transición hacia una sociedad mas sustentable desde el punto de vista energético, es necesaria la implementación de una serie de medidas principalmente desde el ámbito económico y político. Obviamente estas son solo acciones que ayudarán a que se de la transición, pero la solución de fondo va mas allá, y requiere de un cambio en la educación y la conciencia. Lo primero que hay que hacer para impulsar cualquier tecnología es comenzar a invertir presupuesto en la investigación y el desarrollo de esta. La inversión en ciencia y tecnología en México siempre ha sido un problema, no por falta de recursos, sino mas bien, por falta de visión a largo plazo; problemática que se puede resolver teniendo a una población educada e informada.

El financiamiento y los incentivos económicos también se utilizan para impulsar la adopción de nuevas tecnologías. El financiamiento federal se puede emplear para disuadir a las empresas locales a cambiar de prácticas productivas, y se puede emplear también para ayudar a que la población consuma dichos productos. Otra práctica efectiva es la implementación de políticas fiscales que favorezcan la transición en los mercados. Aplicar impuestos bajos a los nuevos productos destinados al aprovechamiento de las energías sustentables, es un buen comienzo; y una vez ya instalados en dicho mercado, elevar los impuestos en el uso de las fuentes energéticas convencionales, complementara dicha estrategia. Otro punto clave será la educación, la información y el entrenamiento; para dicha tarea es recomendable establecer acuerdos entre el gobierno federal y la industria para lanzar campañas nacionales de información acerca de las ventajas de utilizar las fuentes de energía renovable, así como programas de entrenamiento dentro del sector productivo para el manejo, instalación, mantenimiento, y producción de dichas tecnologías. Para que las estrategias empleadas resulten exitosas, deben plantearse metas posibles y adecuadas a la realidad social y económica de México. Se deben definir claramente medidas y acciones concretas para lograr la transformación deseada, y deben de establecerse estrictos programas de monitoreo y evaluación sobre el proceso de transición.

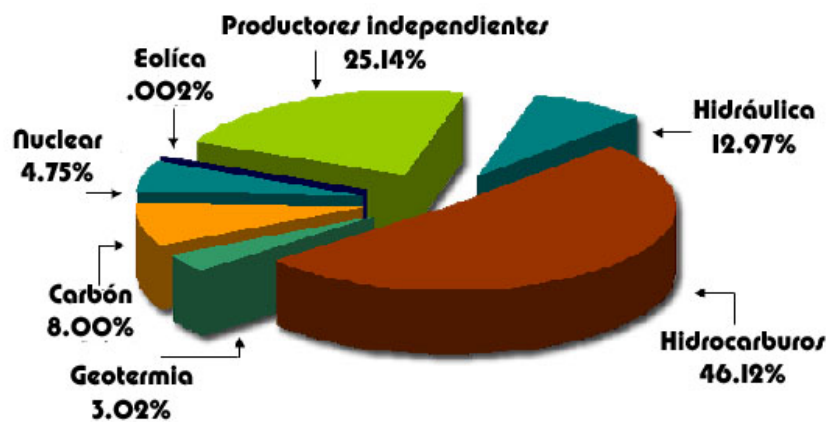


Fig. 4. Proporción de energía generada en México por distintas fuentes. Datos obtenidos de la Comisión Federal de Electricidad.

Sin embargo, si aspiramos a materializar cualquiera de las propuestas anteriores, es indispensable la participación activa de la sociedad. En la medida en la que esta se

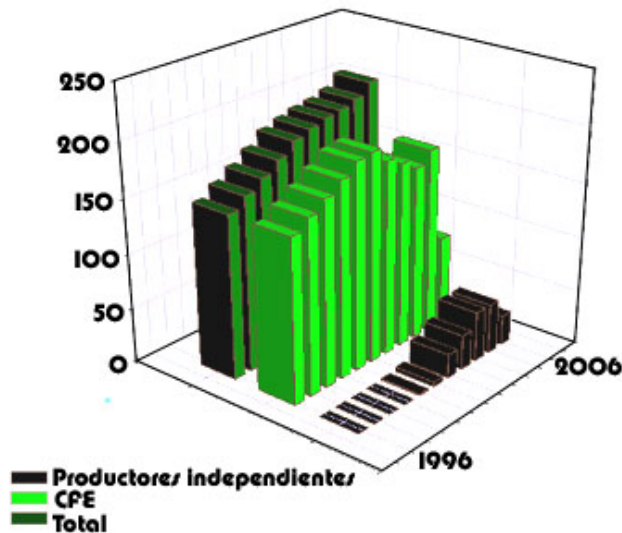


Fig. 5. Incremento en la generación de energía en México desde 1996. Datos obtenidos de la Comisión Federal de Electricidad.

involucre, será más fácil superar muchas de las barreras y problemáticas que ya vemos como crónicas en el sistema legislativo del país: la corrupción, el tráfico de influencias, el predominio de intereses privados y de corto plazo, y la falta de cultura ambiental y social.

### Conclusiones

Necesitamos reconocer la urgencia de un cambio en muchas de nuestras prácticas políticas, económicas y sociales; nuestro modelo de desarrollo ya no es compatible con la dinámica del medio ambiente. Esto no solamente nos trae problemas prácticos como la escasez de recursos, contaminación, o pérdida de la biodiversidad; también supone una degradación de nuestros valores, un envenenamiento moral y psicológico que contribuye, en última instancia, a nuestra pérdida de identidad, no solo a nivel cultural sino de especie. La compleja problemática energética

que enfrentamos no es aislada, forma parte de una crisis mas global que tiene su origen en la excesiva presión que hemos hecho sobre los recursos del planeta. Sin embargo, tal vez por primera vez, contamos con todas las herramientas y condiciones necesarias para hacer un replanteamiento real. Nuestra sofisticación tecnológica, nuestra adaptabilidad cultural, el acceso a la información, y nuestra capacidad de predicción nos colocan, ante una disyuntiva histórica: ¿Nos inclinaremos por la continuación del status quo actual?, o estamos dispuestos a formular un replanteamiento de nuestras responsabilidades, interacciones, y prioridades; un replanteamiento del significado del *ser*-humano.

### Referencias

- Smith, M. T. 2001. Ecología. Addison Wesley. España.
- Maya, A. A. 1996. La fragilidad ambiental de la cultura. Editorial Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.
- Pittock, A. B. 2005. Climate Change: turning up the heat. CSIRO publishing. Australia.
- Fanchi, J. R. 2005. Energy in the 21<sup>st</sup> century. World Scientific Publishing Company. Ebrary.
- Howard, G. 2002. Energy Revolution: Policies for a Sustainable Future. Island Press. Ebrary.
- Edwards, A. R. 2005. Sustainability Revolution: Portrait of a Paradigm Shift. New Society Publishers. Ebrary.
- Lazcano, A. A. 1983. El origen de la vida: Evolución química y evolución biológica. Editorial Trillas. México.