

Energía y cambio climático

El sector energético ocasiona en estos momentos unas dos terceras partes de las emisiones globales de gases de efecto invernadero debidas a actividades humanas (o emisiones antropogénicas), que para la opinión académica mayoritaria constituyen la causa central del cambio climático actualmente en curso.

Los hidrocarburos fósiles son la principal fuente de abastecimiento energético del planeta. El petróleo (y sus derivados), el carbón y el gas natural abastecen el 82% del consumo energético mundial. El uso de esos combustibles –que se componen casi exclusivamente de carbono e hidrógeno– explica la mayor parte de las emisiones del principal de dichos gases de efecto invernadero, el dióxido de carbono o CO_2 , que se forma al producirse la combustión, pues el oxígeno del aire se combina con el carbono contenido en los hidrocarburos.

Las fuentes de energía que no producen emisiones o lo hacen en forma limitada tienen baja participación

en la estructura del abastecimiento energético global. La energía atómica o nuclear aporta el 4,8% del total, la hidroelectricidad el 2,4% y las energías renovables no convencionales, como la solar, la eólica, la geotérmica y otras, el 1,1%. Los lectores que deseen mayor información sobre la energía en el contexto actual, particularmente en la Argentina, pueden consultar el número 147 de CIENCIA HOY, de enero-febrero de 2016, enteramente dedicado al tema. Esta nota retoma algunas cuestiones analizadas en los once artículos que contiene.

Entre las acciones capaces de reducir las emisiones de gases invernadero se pueden citar:

- Aumentar el uso de energías de fuente renovable en reemplazo de los combustibles fósiles, tanto para generar electricidad como calor.
- Aumentar el uso del gas natural en reemplazo del carbón y del petróleo, porque emite menos CO_2 que estos por unidad de energía proporcionada.

¿DE QUÉ SE TRATA?

¿Existe alguna forma de seguir consumiendo energía al ritmo requerido para satisfacer las necesidades de la población mundial y, al mismo tiempo, evitar que siga aumentando en la atmósfera el contenido de gases de efecto invernadero, que llevaría a niveles inaceptables el calentamiento de la Tierra?

- Incrementar la eficiencia energética, es decir, obtener las prestaciones deseadas con menor cantidad de energía.
- Promover cambios de comportamiento en materia de consumo, transporte y hábitat que disminuyan la demanda de energía y por ende las emisiones de CO₂.
- Promover la captura y el almacenamiento de carbono, es decir, atrapar el CO₂ emitido por plantas industriales o usinas eléctricas, y almacenarlo de modo permanente y seguro (por ejemplo, en formaciones geológicas subterráneas) o transformarlo en otros compuestos de carbono. El procedimiento es hoy costoso y comenzó a aplicarse por primera vez en escala industrial en 2014.

Modificar significativamente la estructura del abastecimiento energético de un país es tarea de elevada complejidad. Implica superar desafíos tecnológicos y remover barreras económicas, así como alterar los comportamientos del consumidor y los modos de producción. En los últimos años, sin embargo, han tenido lugar algunos cambios en la buena dirección, pero no han logrado disminuir la preponderancia de los combustibles fósiles. El petróleo sigue siendo la fuente dominante en el mundo, si bien perdió participación en los últimos años, pues bajó de más del 40% a fines de la década de 1990 al 32% en la actualidad. Como contrapartida, el carbón incrementó su presencia y alcanzó el 29%, la más alta desde 1969.

Entre los cambios favorables ocurridos a lo largo de los mismos años se puede citar el aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía renovable, como la solar fotovoltaica y la eólica (véase JC Durán et al., 'Energía solar fotovoltaica', y E Spinadel, 'Energía eólica', CIENCIA HOY, 25, 147, enero-febrero de 2016), que creció en forma importante en las principales economías mundiales (figura 1), pero su incidencia en la oferta total de energía primaria continúa siendo menor. Así, la generación fotovoltaica creció con intensidad desde 2006, se duplicó de 2010 a 2011, y se expandió 56% en 2012, aunque todavía representa solo 2% de la estructura de producción de electricidad mundial de origen renovable. La generación eólica aumentó casi diecisiete veces desde 2000 (se duplicó de 2010 a 2012) y produce hoy el 11% de la electricidad de fuente renovable (figura 2). Sin embargo, entre ambas solo alcanzan a representar el 1,1% de la energía que consume el mundo, y el 12,7% de la electricidad producida por fuentes renovables. De todos modos, en 2014, la mitad del crecimiento de la capacidad instalada de generación eléctrica correspondió a fuentes renovables. Por su lado, la generación hidroeléctrica se incrementó 39% desde 2000, aunque su participación en el total de las



renovables se redujo del 91,3% al 76,8%, por el rápido crecimiento de las demás.

Otras fuentes de energía, como la geotérmica y la mareomotriz, están en estadio de desarrollo tecnológico incipiente, por lo cual no se prevé que alcancen una participación significativa en la matriz energética mundial en el corto o el mediano plazo. En cuanto a la biomasa

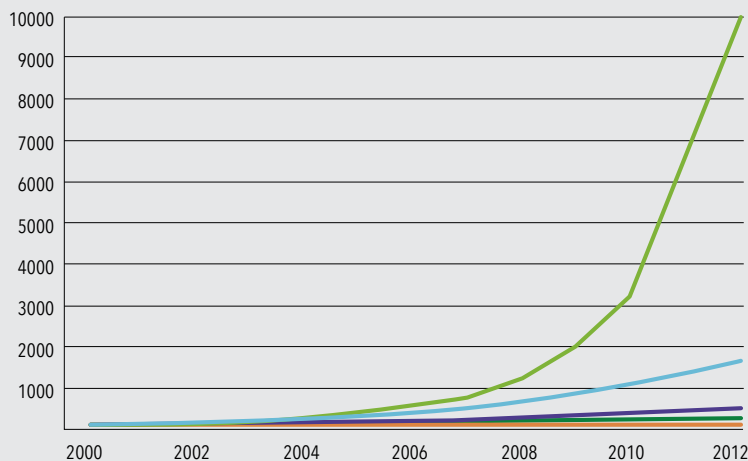


Figura 1. Crecimiento de la producción de electricidad en el mundo con energías renovables no convencionales entre 2000 y 2012 según datos de la Agencia Internacional de Energía. Las cifras del eje vertical son índices cuya base 100 corresponde al año 2000. Los colores de las curvas, de abajo a arriba, corresponden a energía geotérmica (ocre), biomasa (verde oscuro), biogases (violeta), energía eólica (celeste) y solar fotovoltaica (verde claro). Biomasa se refiere a leña, turba, bagazo de caña de azúcar, etcétera; biogases se refiere a emisiones de metano u otras de biodigestores o del tratamiento de residuos urbanos.

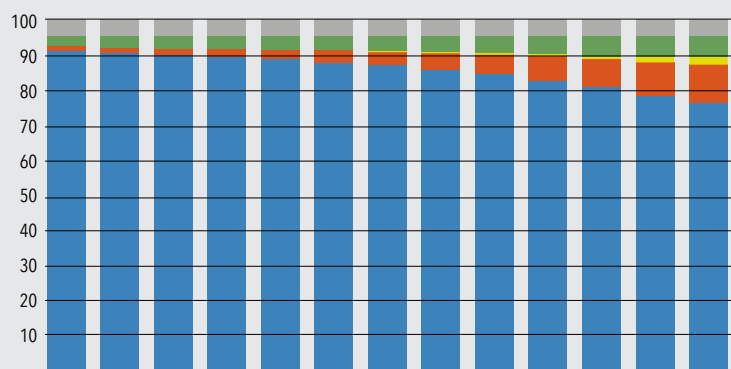


Figura 2. Participación relativa de los tipos de generación eléctrica de fuente renovable entre 2000 y 2012 según datos de la Agencia Internacional de Energía. Los valores del eje vertical son porcentajes del total de energía de fuente renovable generada en el mundo. Los colores corresponden a hidroeléctricidad (azul), energía eólica (anaranjado), energía solar foto voltaica (amarillo) y biomasa (verde). La porción superior gris de las barras incluye fuentes varias (en 2012 rondó el 3,7%, compuesto así: residuos industriales y municipales 2%, energía geotérmica 1,4%, biogases 1,3%, biocombustibles 0,1%, energía solar térmica 0,1%, energía marina de olas y mareas 0,1%). Biocombustibles son alconafta y biodiésel; biogases se refiere a emisiones de metano u otras de biodigestores o del tratamiento de residuos urbanos.

en su forma tradicional —esencialmente leña—, la fuente a la que recurrió la humanidad desde los tiempos más remotos, sigue siendo relevante en algunas regiones. Globalmente, sin embargo, en la matriz energética mundial solo se puede vislumbrar una mayor incidencia de la biomasa en su forma moderna de biocombustibles, tanto bioetanol como biodiésel, aunque su empleo puede enfrentar limitaciones por la competencia con otros usos de la tierra, como la producción de alimentos (véase FD Ramos, MS Díaz y A Villar, ‘Biocombustibles’, CIENCIA HOY, 25, 147, enero-febrero de 2016).

También en la Argentina, como en el resto del mundo, el abastecimiento energético muestra un predominio de los combustibles fósiles. El petróleo y el gas natural representan más del 85% de la oferta total de energía primaria, una relación que se mantuvo prácticamente inalterada en los últimos cincuenta años. Hasta mediados de la década de 1990 predominó el petróleo, pero desde entonces el gas natural tomó preeminencia, hasta llegar a representar aproximadamente el 50% de la oferta total de energía primaria del país en 2014.

Las emisiones de gases de efecto invernadero atribuidas a la producción, la transformación y el consumo de energía en el país crecieron de unas 100 millones de toneladas anuales de CO₂ equivalente en 1990 a poco más de 180 millones en 2012. (La expresión CO₂ equivalente significa que los valores incluyen las emisiones de otros gases convertidas a una cantidad equivalente de CO₂ en cuanto al efecto invernadero.) Su ritmo de crecimiento, que entre 1990 y 2012 fue del 2,8% anual, resultó mayor que el promedio mundial (2,2%). El mayor emisor en nuestro medio es el transporte (figura 3).

Las posibilidades de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la Argentina son significativas y solo han sido parcialmente exploradas. Técnicamente, entre las opciones a considerar están las siguientes:

- La generación eléctrica de fuente renovable realizada en forma concentrada y en escala suficiente como para entregarla a la red de alto voltaje del mercado mayorista. Las formas más promisorias son la hidroeléctrica, la eólica y la fotovoltaica.
- La generación eléctrica de fuente renovable realizada en forma distribuida conectada a la red domiciliar de baja tensión por medio de paneles fotovoltaicos colocados en techos o muros de edificios.
- El uso de calefactores solares para calentar agua en edificios.
- La sustitución de calefones y termotanques con piloto a gas por otros con encendido electrónico.
- La sustitución de artefactos eléctricos domésticos por modelos con calificación A en cuanto a su consumo de electricidad.



Paneles solares fotovoltaicos instalados en el techo de una vivienda.

- El incremento del transporte por ferrocarril de personas y cargas en sustitución del transporte por carretera.
- La renovación del parque automotor para que se componga de vehículos más eficientes.

Las posibilidades reales de poner en práctica estas acciones, además de estar sujetas al grado de madurez de la respectiva tecnología, dependen de factores políticos, económicos y sociales que van más allá de la viabilidad técnica de la iniciativa.

En la situación presente, en que el mundo se ha propuesto hacer un esfuerzo para limitar las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (véase 'Actualidad del cambio climático', editorial del citado número 146 de CIENCIA HOY, y en ese número el artículo 'Acuerdo internacional sobre cambio climático', de Vicente Barros, y del mismo autor en el presente número el artículo 'La Argentina y el acuerdo internacional sobre cambio climático'), los países se encuentran ante el dilema de que, al mismo tiempo, tienen como objetivo promover el creci-

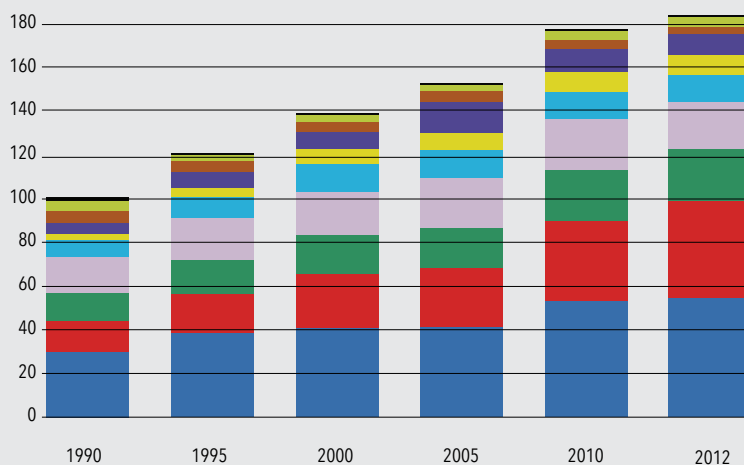


Figura 3. Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Argentina clasificadas por actividad emisora. Las unidades del eje vertical son millones de toneladas de CO₂ equivalente (los valores incluyen el efecto equivalente de otros gases), según datos publicados por la Secretaría del Ambiente y Desarrollo Sostenible. Los colores de las barras corresponden a transporte (azul), generación eléctrica (rojo), consumo residencial (verde oscuro), industria y construcción (lila), extracción de petróleo y de gas natural (celeste), venteo de gas y producción de cemento (amarillo), producción agropecuaria, silvicultura y pesca (violeta), refino de petróleo (marrón), consumo de oficinas y comercios (verde claro) y fugas en gasoductos y redes de distribución de gas (línea negra superior).

miento de sus economías, garantizar la seguridad energética y proveer energía a quienes no tienen acceso a ella, que ascienden a unas 1500 millones de personas.

Para avanzar hacia la necesaria limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, estudios realizados en contextos académicos y en el ámbito de organismos como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático y la Agencia Internacional de Energía han marcado un camino que permitiría hacerlo y a la vez cumplir con los mencionados objetivos mediante las tecnologías disponibles hoy. Ese camino se sostiene en tres pilares:

- El incremento de la eficiencia energética y de la conservación de energía.
- La generación de electricidad con emisiones reducidas de CO₂.
- El reemplazo de los combustibles más contaminantes por otros que contaminen menos.

Los mencionados avances en materia de la generación eléctrica con energía solar y eólica, que se produjeron con el incentivo de subsidios estatales, pueden debilitarse en la medida en que persista la caída de los precios internacionales del petróleo registrados desde mediados

de 2014 y no cambie la perspectiva de que se mantengan bajos en el próximo quinquenio, pues los políticos encontrarán difícil justificar la asignación de dinero público a formas de generar electricidad que se obtendría a menor costo con las usinas térmicas tradicionales (en especial las más modernas, como las centrales de ciclo combinado alimentadas con gas natural). Ello a su vez empañará el interés de los empresarios por inversiones tecnológicamente innovadoras pero no competitivas en el corto ni, posiblemente, el mediano plazo. De todos modos, durante las próximas décadas, las inversiones globales en producción, distribución y uso de energía sumarán muchos millones de dólares, lo que pone en perspectiva la inversión adicional requerida para desplazar la oferta hacia energías más limpias, que será una fracción de ese monto.

En este contexto, la Argentina no hizo esfuerzos para modificar favorablemente su estructura de producción y consumo de energía. Hizo más bien lo contrario, al punto que en la última década se registró en el país prácticamente una duplicación de las emisiones de gases de efecto invernadero atribuibles al sector energético, a pesar de que la oferta total de energía primaria permaneció aproximadamente constante.


Las causas de lo anterior incluyeron una estructura de precios de la energía, de impuestos y de



subsidios que llevó a desvincular las decisiones de producción y consumo de los costos reales de los combustibles y la electricidad, lo que desembocó en fuertes distorsiones tanto de la oferta como de la demanda. A ello se sumó la discontinuidad y hasta inconsistencia de las políticas estatales en materia energética. Estas circunstancias crearon obstáculos serios a la inversión privada en energías renovables, y tampoco constituyeron un ambiente favorable a la inversión estatal, a pesar de lo cual algunos estados provinciales, como San Juan y San Luis, lograron modestos avances en la materia.

Estas líneas se escriben unas pocas semanas después de la renovación de las autoridades nacionales como consecuencia de las elecciones de fines de 2015. El nuevo gobierno anunció el cambio de las políticas energéticas y comenzó a ejecutarlo, por lo que las tendencias registradas en la última década podrían modificarse, pero en materia de emisiones y de generación eléctrica de fuente renovable se debe tener en cuenta que los efectos de nuevas políticas tardarán en ser percibidos, debido

al tiempo necesario para el diseño y la ejecución de las inversiones. Esto significa que los proyectos sobre los que se tome decisión en los próximos meses no estarían en plena operación sino hacia mediados de la década de 2020.

Para revertir la tendencia en materia de reducción de emisiones (y también por otras razones que no tratamos aquí), el país necesita realizar un esfuerzo de reconstrucción de su mercado energético, reorientar las prioridades en materia de energías renovables y de eficiencia energética, y poner en juego una fuerte voluntad política de llevar adelante las acciones necesarias. Las oportunidades son importantes, pues la Argentina cuenta con abundantes recursos naturales. Su aprovechamiento le puede darle la oportunidad de transformarse en un pujante proveedor global de energías limpias. 

La recopilación y elaboración de los datos usados en la nota estuvo a cargo de Luciano Caratori, cuya ayuda agradecen los autores.

LECTURAS SUGERIDAS

AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA, 2015, *Energy Efficiency. Market Report 2015*, accesible en <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/energy-efficiency-market-report-2015-.html> (también en castellano).

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE, 2015, *Inventario y estudio de mitigación del sector de la energía*, 3ª Comunicación Nacional, accesible en <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=13851>.

PANEL INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, 2011, *Informe especial sobre fuentes de energía renovable y mitigación del cambio climático*, accesible en http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf.

PANEL INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, 2014, *Mitigación del cambio climático*, quinto informe de evaluación, accesible en https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/index_es.shtml.



Hernán Carlino

Licenciado en economía,
Universidad del Salvador.
Profesor, Universidad CAECE.
hcarl@itdt.edu



Daniel Perczyk

Ingeniero industrial, UBA.
Profesor, Universidad CAECE.
dp@itdt.edu



Gerardo Rabinovich

Ingeniero industrial, UBA.
Magíster en economía de la
energía, Universidad de Grenoble.
Profesor, Universidad
Nacional de Lanús.
grenerg@gmail.com