



El cambio climático y la producción y consumo de la energía en México

Pablo Mulás
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

Hoy en día, la mayoría de la población, sobre todo la población urbana, está consciente de que las actividades que desarrollamos los seres humanos generan una cantidad importante de desechos, en particular gases, entre los que se encuentran algunos que ocasionan el llamado *efecto invernadero*. Veamos en qué consiste. La radiación solar que incide sobre la Tierra, en parte es reflejada al espacio al interactuar con las nubes, así como con otras sustancias en la atmósfera. El resto de la radiación se absorbe en la superficie de la Tierra, elevando su temperatura. Siendo ésta un cuerpo "caliente", emite energía hacia el espacio en forma de radiación infrarroja (también conocida como radiación térmica). Sin embargo, la presencia en la atmósfera de ciertos gases (algunos producidos por la actividad humana), juega un papel similar al vidrio de un in-

vernadero. Es decir, tales gases absorben la radiación infrarroja e impiden que el calor de la Tierra escape hacia el exterior lo que ocasiona un incremento en la temperatura de la atmósfera. Dichos gases se conocen como *gases invernadero* (GI) y entre los más importantes y abundantes se encuentran el bióxido de carbono y el metano.

En la Tierra se emiten los gases GI por causas naturales, como por ejemplo durante la descomposición de la materia orgánica al morir las plantas o en la combustión de la materia vegetal durante los incendios forestales. Gracias a estas emisiones, la concentración de estos gases ha mantenido la temperatura promedio de la atmósfera terrestre alrededor de los 20° C durante varios siglos. Pero la gran actividad que realizamos los seres humanos, en especial desde la revolución industrial a fines del siglo XIX, hoy en día ha generado una sobre-emisión de estos GI. Como resultado de este proceso, la atmósfera se está calentado por arriba de la temperatura de su valor normal. Es precisamen-

te este fenómeno denominado *efecto invernadero*, el que nos lleva al cambio climático (por el aumento de la temperatura de la atmósfera) y a sus consecuencias. Entre éstas, se observa un incremento en la intensidad de los fenómenos climáticos, como son las tormentas, los tornados, etc., y a futuro, de continuar incrementándose estas emisiones, se predicen grandes deshielos de las zonas glaciales terrestres, en especial los glaciares de Groenlandia, que incrementarán el nivel de los mares significativamente inundando grandes áreas terrestres y ciudades que se localizan en las regiones costeras, además de ocasionar alteraciones de climas regionales por efectos de cambios de en las corrientes oceánicas, etc.

Se estima que la concentración de los GI en la atmósfera en tiempos de la revolución industrial, a fines del siglo XIX, era del orden de 285 partes por millón (que se abrevia "ppm"), es decir lo equivalente a 285 gramos de estos gases en 285 toneladas de gases atmosféricos. A principios del 2012, las mediciones realizadas muestran ya concentraciones estimadas de 395 ppm. En cuanto a las observaciones realizadas de la temperatura, la estimación es que en promedio ya se observa un incremento un poco menor a 1°C.

Hasta hace poco tiempo, las agencias internacionales esperaban que se tomarían medidas a nivel mundial con el fin de asegurar que la concentración de los GI en la atmósfera no pasaría de 450 ppm, lo cual correspondería a un aumento promedio de 2°C en la atmósfera terrestre. Pero ya este año, notando que se ha discutido mucho pero poco se ha concretado, se piensa que con dificultad se podrá limitar el incremento en la concentración a 550 ppm, lo que equivaldrá a un aumento en la temperatura de entre 3° y 5°C, con los consecuentes impactos en el medio ambiente. La situación reciente de México, de acuerdo con el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, en cuanto a emisiones de GI en 2006, se muestra en la tabla 1. Estas emisiones representan del orden del 1.5% de las emisiones mundiales, las cuales en 2006 eran del orden de 45 mil millones de toneladas de CO2 equivalentes. Como se puede observar, del total de las emisiones, los dos sectores que más

contribuyen a las emisiones en nuestro país son el sector transporte y el sector energía, lo que es muy similar a lo que ocurre a nivel mundial. En México, el principal emisor de GI es el sector transporte, debido a que éste, tanto para pasajeros como para carga, se realiza principalmente a través de la red de carreteras de nuestro país, puesto que la contribución del transporte por barco o ferrocarril es mucho menor. Desgraciadamente, el transporte por carretera es por mucho el más ineficiente desde el punto de vista energético.

En cuanto al sector energía, el principal emisor de GI es el sector eléctrico. El sector hidrocarburos aparece con una cantidad relativamente alta debido al problema del venteo de gas natural asociado al petróleo que se obtiene de los yacimientos en aguas someras en el Golfo de Campeche. El venteo consiste en quemar en plataformas el gas natural asociado al petróleo que sale de los pozos debido a problemas para enviarlo a tierra para ser procesado. Pero entre 2008 y 2011, este venteo se ha reducido considerablemente, por lo que sus emisiones se han reducido proporcionalmente.

La situación de México en estos dos sectores es la siguiente. Según la Prospectiva del Sector Petrolíferos 2010-2025 de la SENER (Secretaría de Energía), el número de vehículos que circulaban en 2010 en México era de 23,550,000 unidades y se espera que para 2025 este monto sea de 50,059,000 unidades; es decir un aumento de 113%. De estos últimos, se estima que el 95% funcionarán con gasolina. Sin embargo, las nuevas tecnologías en

la industria automotriz permiten un incremento en el rendimiento de los vehículos de pasajeros y las camionetas ligeras con el fin de reducir las emisiones de GI. En México se ha iniciado la comercialización de vehículos híbridos (vehículos que consumen gasolina y utilizan electricidad) y vehículos eléctricos. Los primeros seguramente en un futuro cercano se transformarán a híbridos enchufables (el banco de baterías de los autos se recarga conectándose a la red eléctrica) que ya se comercializan en otros países, de manera que se reduzca aún más su consumo de gasolina. Parece que será necesario incrementar la participación de este tipo de vehículos en el parque vehicular con el fin de alcanzar las metas propuestas por el Estado en cuanto a las emisiones de GI.

En cuanto al sector eléctrico en nuestro país, la generación de energía eléctrica para el servicio público del año 2009 fue de 235.11 TWh (millones de watt-hora; un watt-hora es la energía utilizada en tener prendido un foco de 1 watt durante una hora). Con base en los combustibles fósiles, se generó el 48% de electricidad a partir de gas natural, el 21% con combustóleo o diesel y el 12% con carbón. Con base en las energías alternas que no emiten GI, se generó el 11% de electricidad a partir de plantas hidroeléctricas, el 5% con energía nuclear, el 2.9% con geotermia y el 0.1% con viento. Como se observa, el 81% de la generación de energía eléctrica proviene de la combustión de los combustibles fósiles aunque un porcentaje importante corresponde a la combustión del gas natural, el cual es el más limpio de los combustibles fósiles. Para 2025, el Programa de Obras e Instalaciones del Sector Eléctrico (POISE) indica que la generación eléctrica para el servicio público será de 414.60 TWh. Con base a combustibles fósiles, se generará el 59% con

Números de EMERGENCIA

- Policía Federal Preventiva**.....3 22-02-56
3 22-48-89
- Policía Ministerial Estatal**.....3 29-15-00
- Policía Preventiva Estatal**
- Policía Preventiva Metropolitana**
- Bomberos de Cuernavaca**
- Protección Civil de Cuernavaca**
- Centro de Control Emergencias Cívicas**.....3 20-50-54
- Policía Preventiva de Jiutepec**.....3 21-15-25
- Policía Preventiva de Temixco**.....3 26-93-85
- Bomberos de Temixco**.....3 85-12-98
- Policía Preventiva de Emiliano Zapata**.....3 68-28-23
- Policía Preventiva de Xochitepec**.....3 61-20-93
- Cruz Roja EMERGENCIAS** 065
- Centro de Respuestas a Emergencias Yautepec**.....735 394 1951
- ERUM**3 29-11-36
- Agencia Funeraria Naser Morelos**.....3-11-92-23
3-11-92-24

066

065

Emisiones de Gases Invernadero en México en 2006
(millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente)

Producción de Energía	196.53
Sector Hidrocarburos	84.07
Sector Eléctrico	112.46
Uso Final de la Energía	233.50
Sector Transporte	144.63
Sector Industrial	56.83
Sectores Doméstico y Comercial	24.88
Otros	7.16
Agricultura, Bosques, y Usos de Suelos	131.56
Desechos	100.42
Procesos Industriales	53.29
Total	715.30

Tabla 1. Las unidades "Millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente" indican que se incluyen todos los gases invernadero como si fueran bióxido de carbono; es decir, que su contribución en peso se ajusta para que se reporte como si fueran este gas.

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.



gas natural, el 3% con combustible y el 11% con carbón. Con base a energías alternas, se generará el 10% en hidroeléctricas, el 3% con energía nuclear, el 2% con geotermia, el 2% con viento y habrá un 11% por decidir entre las tecnologías limpias. Como se observa, la dependencia en combustibles fósiles se reduce al 72% incrementándose la proporción de gas natural.

Existen energéticos alternos que en el presente se usan en otros sectores, como son la energía solar y la biomasa. La energía solar se utiliza en el sector doméstico, de servicios e industrial tanto para calentar agua a bajas temperaturas como en la producción de sal en las salinas mexicanas que se localizan en Guerrero Negro, B.C.S. Además existe una actividad creciente en cuanto a la generación eléctrica en edificaciones con celdas fotovoltaicas. En cuanto a la biomasa, este es el energético alternativo más utilizado en nuestro país por su amplio uso, principalmente en el medio rural para el cocimiento de alimentos y calentamiento de agua. Pero ya están surgiendo industrias en las que se generan substitutos de petrolíferos a base de semillas con alto contenido de aceite, así como la producción de alcohol con base en productos naturales.

Si bien esta diversificación hacia energéticos alternos es importante, a nivel mundial se reconoce que el mayor potencial para reducir las emisiones de GI se encuentra en mejorar sustancialmente la eficiencia energética con la que utilizamos la energía y la conservación de energía que requiere variar un poco nuestros hábitos. De hecho, la Agencia Internacional de Energía de la OCDE indica que es posible reducir las emisiones de GI a través de estas medidas hasta en un 43%, aproximadamente. Es en este rubro en el que a nivel mundial se están haciendo los mayores esfuerzos ya que en general es el menos costoso y con mayores ventajas. Por otro lado, no se ve factible reducir drásticamente el uso de los energéticos fósiles en un lapso de tiempo corto. Las instalaciones construidas para su procesamiento, distribución y utilización tienen una vida útil generalmente de decenas de años y son muy costosas (por ejemplo, la nueva refinería de Tula costará del orden de 130,000 millones de pesos y se estima que estará operando aún en 2070). Por esta razón, se trabaja en desarrollar un proceso comercial para capturar y secuestrar el bióxido de carbono generado en la combustión

de los energéticos fósiles, con el fin de continuar usándolos, aunque en menor proporción.

En futuras contribuciones se analizarán las posibles alternativas al uso de combustibles fósiles que

indudablemente estarán ligadas al futuro sustentable del sector energético y a evitar las conse-

cuencias dañinas del cambio climático.

VIII Reunión

Sociedad Mexicana de Astrobiología

Auditorio "Emiliano Zapata"

Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Cuernavaca, Morelos

24 de agosto de 2012

Conferencias magistrales:

¿Qué es Cuatro Ciénegas y por qué se parece a Marte?

Dra. Valeria Souza, Instituto de Ecología (UNAM)

Ciclos autocatalíticos, corrección de pruebas y el origen de la homociralidad

Dr. Thomas Buhse, Centro de Investigaciones Químicas (UAEM)

Costo de la inscripción:

Estudiantes de bachillerato y licenciatura: \$150

Estudiantes de posgrado: \$300

Investigadores y público en general: \$600

Miembros de SOMA: Entrada gratuita

Se otorgará un número limitado de becas de inscripción para estudiantes.

Habrà transporte gratuito de Ciudad Universitaria (UNAM) al Auditorio Emiliano Zapata (UAEM)

Para mayores informes visítenos en

<http://www.nucleares.unam.mx/soma/>

Contáctenos a reunionsoma@correo.nucleares.unam.mx

Organizada por la Sociedad Mexicana de Astrobiología y el Cuerpo Académico de Química y Física del Ambiente

Para actividades recientes de la Academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx

