

La flatulencia planetaria y la probabilidad de nuestra extinción

Alejandro de Ávila

Martes 13 de marzo de 2007, puesto en línea por [Manuela Garza Ascencio](#)

En el occidente de Siberia hay un gigantesco pantano helado que cubre más de un millón de kilómetros cuadrados, un área que sobrepasa la mitad de México. Los musgos y líquenes que crecen en su superficie han ido absorbiendo lentamente a lo largo de milenios enormes cantidades de bióxido de carbono de la atmósfera. Debido a las bajas temperaturas durante todo ese tiempo, las plantas no se han descompuesto por completo al morir para liberar de nuevo el carbono al aire, sino que han ido formando una masa creciente de turba congelada, reteniendo ese elemento.

Se estima que hay en la gran ciénaga siberiana decenas de billones de toneladas de carbono, quizá una cuarta parte de todo el que han absorbido los suelos y la vegetación en toda la tierra firme del planeta desde el fin de la última edad de hielo hace doce mil años. En el verano de 2005, un ecólogo ruso de la universidad de Tomsk comenzó a difundir un mensaje urgente para la humanidad: el gran pantano ha comenzado a derretirse. ¿Por qué hemos de preocuparnos quienes vivimos del otro lado del mundo? La razón es fría y aterradora: conforme se descongele, la turba se pudrirá y liberará por fin su carbono. Inmersa en agua estancada con poco oxígeno, la pudrición de la turba no generará nuevamente bióxido de carbono, sino metano. El metano (CH₄) es un gas que contribuye al efecto de invernadero en la atmósfera, pero que es decenas de veces más potente que el bióxido de carbono (CO₂) que emiten nuestras estufas, automóviles y fábricas.

La tragedia de Pasta de Conchos llevó a este gas a las primeras planas de nuestro país en los meses recientes. En las minas de carbón, el metano interfiere con la respiración de los trabajadores y además se inflama con facilidad, causando explosiones. Para evitarlo, antes se procuraba simplemente quemar el hidocarburo, pero ahora se busca almacenar la mayor cantidad posible para aprovecharlo como combustible, llamado "gas natural". Se estima que a nivel global, la pudrición anaeróbica en lagos y pantanos ha generado hasta antes del deshiele en Siberia el 23% del metano que hay en la atmósfera; la extracción de combustibles fósiles libera un 20%; la digestión y defecación en los animales (incluyendo, por supuesto, a los humanos), especialmente en rumiantes y termitas, produce un 17%; las bacterias en las plantaciones de arroz emiten un 12%, y el porcentaje restante se atribuye a diversas causas. El 60% de las emisiones en todo el mundo es de origen antropogénico, incluyendo la agricultura y la ganadería. En consecuencia, la concentración de este gas en el aire se ha incrementado de 0.8 a 1.7 partes por millón (ppm) en los últimos 200 años.

Los seres humanos tenemos un conocimiento íntimo del metano gracias a las peculiaridades de la digestión en los mamíferos con un solo estómago. Los alimentos vegetales que ingerimos incluyen muchos compuestos no nutritivos, como los carbohidratos llamados glicósidos. Un ejemplo de éstos son los oligosacáridos de rafinosa, también llamados α -galactósidos, que se componen de los azúcares sacarosa y galactosa, y que constituyen reservas de energía que almacenan muchas plantas en las semillas y en los órganos vegetativos. Cuando comemos frijoles, entre otras legumbres, no logramos digerir estos compuestos porque nuestra mucosa intestinal carece de una enzima que tienen los rumiantes para ello. Al no digerirlos, los α -galactósidos pasan íntegros al colon, donde son fermentados por bacterias produciendo una gran cantidad de gas, principalmente dióxido de carbono, hidrógeno y metano. El resultado es la flatulencia.

Si bien el metano nos es muy familiar, sus efectos en el cambio climático apenas comienzan a revelarse.

Se ha calculado que los pantanos polares de Siberia, Alaska, Canadá y Escandinavia contienen unos 450 billones de toneladas de carbono. Si éste fuera liberado en forma de CO₂, la temperatura promedio del planeta se incrementaría unos 3° C. Pero si es convertido en metano, el aumento térmico puede rebasar la decena de grados. La magnitud del golpe dependerá de la velocidad con que pase a la atmósfera, dado que el CH₄ se descompone después de una década. El resultado de la descomposición es más bióxido de carbono, que perdura en el aire por siglos. El deshiele de los pantanos polares no es la única fuente de metano vinculada con el calentamiento global, ni la más preocupante. Congelados en los sedimentos bajo los océanos existen grandes acumulaciones de este gas contenidas en estructuras reticulares de hielo llamadas clatratos, que recuerdan los panales de las abejas. Representan un gran enigma; los científicos no terminan de debatir cómo y cuándo se forman, pero parecen resultar de alguna manera del encuentro de aguas oceánicas muy frías con el metano generado por microbios que viven bajo el fondo marino. Los estudios sismológicos han identificado clatratos a profundidades de algunos cientos de metros en los sedimentos bajo decenas de miles de kilómetros cuadrados del océano, generalmente al borde de las plataformas continentales. Muchas de estas estructuras retienen acumulaciones aun mayores de metano gaseoso debajo de ellas, donde el calor que emana del centro de la tierra evita que se congelen. Se ha estimado que existen entre 1 y 10 trillones de toneladas de CH₄ almacenadas en los clatratos y en los depósitos bajo ellos en todo el mundo.

Hace 55 millones de años, más de un trillón de toneladas de metano burbujearon del océano a la atmósfera, elevando la temperatura más de 10 grados. El “gran pedo del planeta”, como lo ha nombrado un maestro británico de la divulgación científica, ocasionó la extinción de dos tercios de las especies marinas y tuvo un impacto evolutivo que perdura hasta la fecha en los ecosistemas terrestres. Durante millones de años antes de la gran extinción, la tierra se había estado calentando lentamente, al parecer por efectos solares. Se cree que las temperaturas más altas del mar calentaron los sedimentos hasta reventar los clatratos y soltar el CH₄. La liberación del metano debe haber acidificado las aguas, matando a un sinnúmero de organismos, y retroalimentó de manera positiva el calentamiento del planeta. Muchas especies terrestres también perecieron, pero otras florecieron en el clima cálido, entre ellas varios linajes de mamíferos como los primates y en particular los Omomyidae, antepasados de los simios, nuestro origen.

Calentamientos aun mayores habían ya ocasionado eventos apocalípticos cientos de millones de años atrás. Estudios recientes de los fósiles y de las huellas químicas de los microorganismos de esas épocas ofrecen una nueva explicación para entender la extinción masiva que se dio a finales del período triásico, hace 201 millones de años (mda), y sobre todo la gran mortandad que concluyó el período pérmico hace 251 mda, cuando desaparecieron 90% de las especies marinas y 70% de las plantas y animales terrestres, la “madre de todas las extinciones”. Los datos más reveladores provienen de compuestos químicos llamados biomarcadores: algunas formas de vida producen moléculas orgánicas muy resistentes que perduran después de la descomposición del organismo y quedan sepultados en las rocas sedimentarias. Varios tipos de microbios, por ejemplo, dejan rastros de los lípidos característicos que forman parte de su membrana celular. Los indicadores moleculares encontrados en los sedimentos depositados durante las grandes extinciones indican que los mares se han revertido una y otra vez a las concentraciones muy bajas de oxígeno, condición denominada anoxia, que fueron comunes antes de que aparecieran las plantas y los animales. Entre los biomarcadores hallados recientemente están los restos de bacterias fotosintéticas sulfurosas. Hoy día, esas bacterias habitan ambientes anóxicos como el fondo de lagos estancados y las aguas del Mar Negro. Para obtener energía, oxidan el ácido sulfhídrico (H₂S, un gas tóxico para la mayoría de los seres vivos) y lo convierten en azufre, requiriendo para ello la luz del sol.

La presencia de bacterias sulfurosas en los sedimentos oceánicos que datan de finales del pérmico y del triásico señala que los mares de esa época estaban impregnados de ácido sulfhídrico y carecían de oxígeno incluso en la superficie, dado que esos microorganismos viven en aguas someras pues necesitan del sol para realizar su fotosíntesis. En la actualidad, el oxígeno está presente en concentraciones casi iguales desde la superficie hasta el fondo del océano porque se disuelve de la atmósfera al agua y es llevado a las profundidades por las corrientes marinas. ¿Qué pudo haber ocasionado la anoxia oceánica hace 200 mda? La pregunta conlleva ansiedad existencial: ¿podrían repetirse ahora esas condiciones? El florecimiento de las bacterias sulfurosas corresponde a períodos de calentamiento global. Grandes

incrementos en la concentración de CO₂ y de CH₄ en la atmósfera, al parecer debidos a erupciones volcánicas masivas, elevaron las temperaturas en aquellas épocas. Al calentarse el agua, el oxígeno se disuelve menos en ella, y al disminuir la concentración de éste en la atmósfera debido al aumento de los gases de carbono, el océano se vuelve aun más anóxico y proliferan otras bacterias anaeróbicas, que hacen burbujear ácido sulfhídrico y envenenan así el aire. A mayor temperatura es más letal el H₂S; para colmo, ese gas ataca el escudo de ozono que protege a los organismos de la radiación solar ultravioleta. Esporas fósiles encontradas en Groenlandia que datan de finales del pérmico muestran, efectivamente, las deformaciones que resultan de la exposición prolongada a los rayos ultravioleta. El calentamiento a finales del pérmico condujo así a la mayor hecatombe en la historia de la vida.

Un calentamiento de esa magnitud puede darse en las próximas décadas por causa nuestra. Los investigadores que han descifrado el papel del ácido sulfhídrico al final del pérmico estiman que la concentración atmosférica del bióxido de carbono durante las extinciones mayores se aproximaba a 1,000 partes por millón. La proporción actual anda por 385 ppm; aunque la estamos incrementando rápidamente, pareciera que distamos mucho de aproximarnos al umbral letal. Sin embargo, los cálculos no toman en cuenta al metano. Como hemos visto, este gas tiene una capacidad para elevar la temperatura muy superior a la del CO₂. El aumento acelerado de CH₄ en la atmósfera puede desencadenar un proceso climático irreversible como el que causó las grandes mortandades del pasado, y es poco probable que sobrevivamos los humanos. Para convencernos de la seriedad de esta amenaza, debemos entender primero por qué se están descongelando los pantanos del Ártico y cómo pueden romperse los clatratos bajo el mar para liberar tanto metano.

La gran ciénaga siberiana se está deshielando porque hemos incrementado la concentración de bióxido de carbono de la atmósfera 100 ppm al quemar combustibles fósiles en los últimos 200 años, y seguimos elevándola. El nivel actual de 385 ppm es el más alto del último millón de años en la tierra, y algunos especialistas consideran que excede cualquier pico previo de los últimos 30 millones de años. Como consecuencia, la temperatura global ha subido 0.6° C en promedio, pero el aumento local ha sido mayor en las regiones polares, que son más sensibles a la perturbación. En la última década, los especialistas han constatado con alarma un derretimiento fuerte de los casquetes de hielo en Groenlandia y la Antártida. El modelo convencional del cambio climático calculaba que la merma de los glaciares tardaría siglos, conforme se elevaban gradualmente las temperaturas al aumentar la concentración de CO₂. El hielo se está volviendo agua mucho más rápido que lo que se pensaba, en parte porque el viejo modelo no tomaba en cuenta el papel de múltiples fracturas en los cascos polares para acelerar el proceso.

El deshielo de los polos ya es motivo de angustia porque los grandes volúmenes de agua de los glaciares inundarán a Bangladesh, Holanda y todas las tierras bajas del mundo en forma permanente. Más inquietante aun es el efecto que tendrá el derretimiento al incrementar por sí mismo la temperatura. El hielo sólo absorbe un 20% de la radiación solar, y refleja la energía restante al espacio, efecto que se conoce como albedo. Al desaparecer el hielo, la tierra absorbe más energía del sol; en el caso del mar abierto, la proporción alcanza un 80%, lo que se traduce en un calentamiento local más rápido y mayor derretimiento de los témpanos restantes. La preocupación más grave es el efecto que pueda tener el alza de las temperaturas marinas en los sedimentos que guardan clatratos.

El CO₂ que libera nuestra combustión de petróleo y carbón mineral y nuestra destrucción creciente de los bosques está teniendo otro efecto en el océano que va a redituar en un mayor calentamiento. Al disolverse en el agua, el gas se convierte en ácido carbónico, disminuyendo el pH del mar. La mayor acidez del océano atenta contra el mecanismo más importante para reducir los gases de invernadero de la atmósfera. Las aguas marinas contienen cincuenta veces más bióxido de carbono que el aire. Hay un movimiento constante de ese gas entre el océano y la atmósfera. Al aumentar su concentración en la segunda por efectos humanos, el mar está absorbiendo cerca de 2 billones de toneladas anuales por encima del volumen que el agua devuelve al aire. Buena parte del exceso de carbono se deposita en el fondo del océano después de ser incorporado a los organismos marinos en su crecimiento. Los esqueletos que caen a las profundidades asemejan una nevada continua. Este proceso puede considerarse un bombeo biológico de carbono. Sin embargo, el sistema tiene un límite: la acidez creciente del agua está corroyendo y matando a los organismos que se encargan del bombeo. Al disminuir su capacidad de

fijación de carbono, el mar devolverá más CO₂ a la atmósfera, que se calentará aun más.

La disminución del albedo y la destrucción del bombeo biológico de carbono son ejemplos de retroalimentación positiva en el calentamiento global, y no son los únicos que han identificado las nuevas investigaciones. La retroalimentación positiva choca con el modelo convencional de cambio climático, que predice modificaciones graduales. Los nuevos esquemas prevén transformaciones abruptas y violentas. No hacen predicciones unidireccionales: es posible que antes de entrar al infierno el planeta se enfríe temporalmente, debido a cambios en la circulación submarina transoceánica que pueden inducir pequeñas edades del hielo, como sucedió repentina y brevemente hace 12,800 años, ya entrado el período interglacial actual. Los estudios del clima de épocas pasadas restan credibilidad al modelo gradualista, pues muestran una y otra vez que los cambios han sido dramáticos. Los nuevos modelos requieren que repensemos todos los acuerdos internacionales, como el Protocolo de Kyoto, que contemplan reducir paulatinamente las emisiones de gases de invernadero. Puede ser ya demasiado tarde, pero si queremos ampliar nuestra probabilidad incierta de sobrevivir, necesitamos emprender acciones drásticas para cambiar nuestro modo de vida, nuestra tecnología y nuestras fuentes de energía. No cabe otra lectura de la evidencia científica.

En estos días se reúnen en Nairobi los ministros de medio ambiente de todo el mundo para hablar del futuro del Protocolo de Kyoto. El tema central de la discusión es la inequidad de las obligaciones entre los países del norte y del sur. En África, por ejemplo, la tasa de desertificación se ha duplicado desde los años 1970, si bien todo el continente genera sólo el 5% de las emisiones de gases de invernadero, mientras que la administración de George Bush se niega a ratificar el Protocolo, cuando su país es el mayor infractor, generando más del 20% global. Más allá del debate por la equidad, la polémica entre el modelo convencional gradualista y la nueva visión de cambios bruscos irreversibles subyace la reunión de Nairobi. La discusión de los nuevos modelos climáticos es incipiente, y no ha recibido la atención que merece en los medios de información. Las organizaciones no gubernamentales están centrando su esfuerzo en impugnar al Banco Mundial, que ha otorgado \$5 mil millones de dólares a la industria petrolera desde 1992 (fecha de la Cumbre Mundial para el Medio Ambiente en Río de Janeiro) pero sólo ha asignado un 5% de su presupuesto a la energía limpia y los recursos renovables. Las ONGs están usando el foro de Nairobi para criticar también a los Estados Unidos, que gastan más dinero que el Banco Mundial para subsidiar a las empresas petroleras. Sin negar la justicia de esas reivindicaciones, es tiempo que levantemos las miras y veamos el peligro mayor.

El director de la UNESCO declaró en vísperas de la reunión de Nairobi que "Los cambios climáticos están afectando los sistemas humanos y naturales, incluido el patrimonio cultural de la humanidad". Entre otros casos, se señala la destrucción inminente de vestigios arquitectónicos en Tailandia y mezquitas del siglo XIII en el Sahara; en el ámbito natural, los ejemplos citados son los arrecifes de coral en Belice (que México comparte) y la provincia florística del Cabo en Sudáfrica. Podrían agregarse a las emergencias notables la ciudad de Venecia y los extensos manglares del delta del Ganges. En nuestro país corren riesgo, además de los sitios costeros, la mayor parte de la península de Yucatán, Tabasco, el sur de Veracruz y buena parte del Istmo de Tehuantepec. Una organización como la nuestra, enfocada en la conservación del patrimonio cultural y natural, puede adoptar un punto de vista particularista para identificar zonas y monumentos prioritarios para abogar por ellos. Pero la magnitud de la catástrofe climática que enfrentamos nos convoca a participar en un movimiento más amplio de la sociedad civil en pro de una nueva cultura y una nueva ética ambiental global.

Mientras tanto, como para acentuar la inminencia de los cambios planetarios, en Oaxaca sigue lloviendo a finales de noviembre.

Fuentes consultadas:

Autores varios. 2006. Reportajes publicados en *La Jornada* acerca de la cumbre de Nairobi: 8/XI, pág. 46; 12/XI, págs. 23 y 29; 14/XI, págs. 3a y 44; 15/XI, pág. 32; 16/XI, pág. 54.

Múzquiz, Mercedes. 2005. *Impacto positivo del consumo de legumbres en la salud humana*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, España.

Pearce, Fred. 2006. *The last generation; how nature will take her revenge for climate change*. Eden Project Books, Transworld Publishers, Londres.

Ward, Peter D. 2006. "Impact from the deep". *Scientific American*, edición del mes de octubre, págs. 42-49.

Wikipedia, la enciclopedia libre. 2006. "[Metano](#)".

Alejandro de Ávila es Maestro en psicología biológica por la Universidad de California en Berkeley y candidato al doctorado en antropología por la misma universidad. Desde 1997 es el director del Jardín Etnobotánico de Oaxaca en el Centro Cultural Santo Domingo.