Diciembre
2013

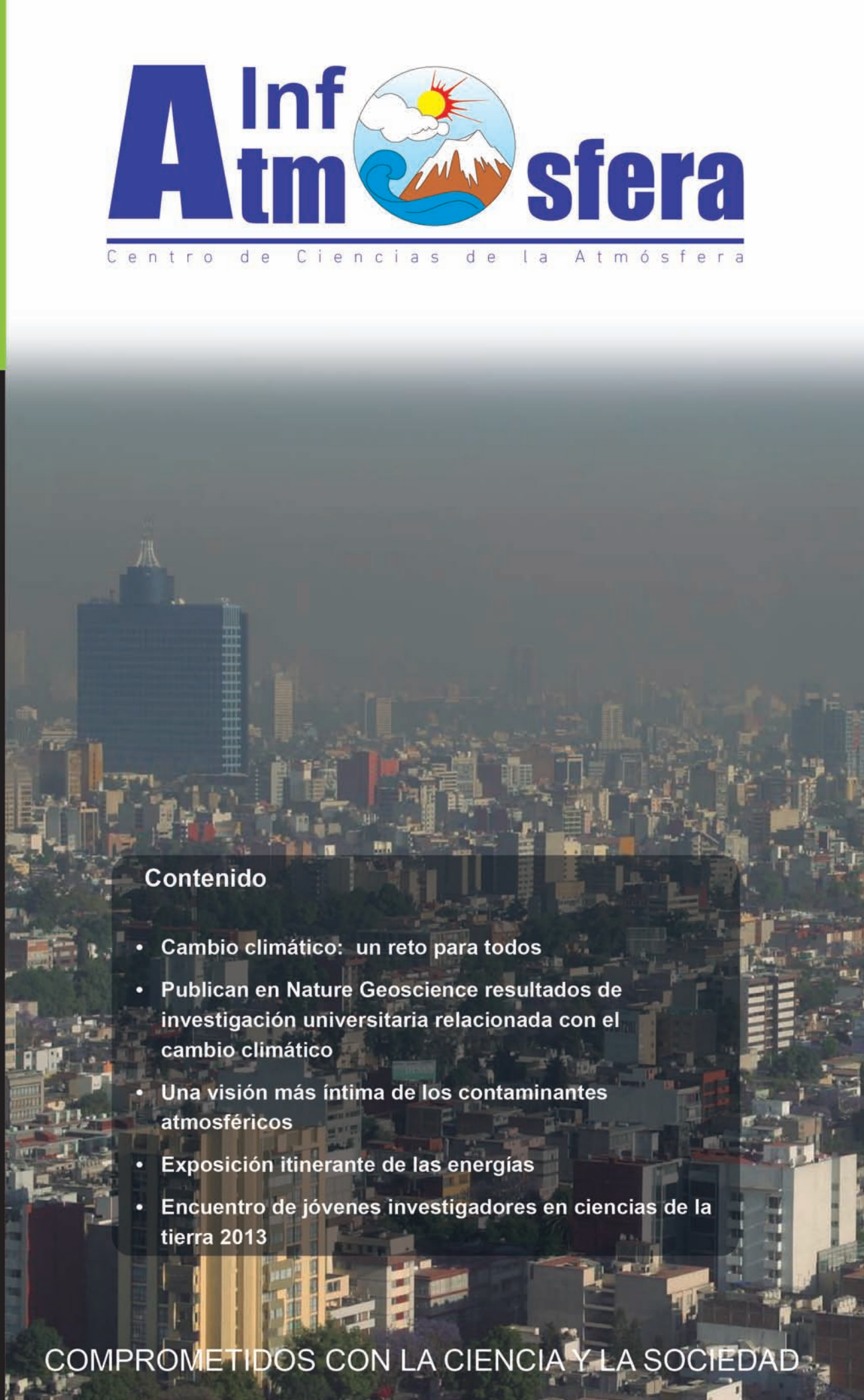
06

BOLETÍN

Año 2

Inf Atmósfera

Centro de Ciencias de la Atmósfera



Contenido

- Cambio climático: un reto para todos
- Publican en Nature Geoscience resultados de investigación universitaria relacionada con el cambio climático
- Una visión más íntima de los contaminantes atmosféricos
- Exposición itinerante de las energías
- Encuentro de jóvenes investigadores en ciencias de la tierra 2013

COMPROMETIDOS CON LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD

CAMBIO CLIMÁTICO: UN RETO PARA TODOS

480 ponentes compartieron puntos de vista, resultados y propuestas sobre diversas investigaciones para encontrar alternativas de solución ante cambio climático.

La Dra. Norma Patricia Muñoz Sevilla y el Dr. Carlos Gay García durante la ceremonia de inauguración del Tercer Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático. Auditorio Tlayolotl del Instituto de Geofísica de la UNAM.

Por tercer año consecutivo, el Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) de la UNAM y otras 33 instituciones nacionales coordinaron el Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático que se realizó del 14 al 18 de octubre de 2013. En este encuentro académico expertos en la materia, científicos, estudiantes y público en general participaron en conferencias magistrales, mesas redondas y exposición de carteles en distintas sedes regionales del Centro, Sureste, Istmo del Golfo, Noroeste y Noreste del país.

Durante la inauguración del evento la Dra. Norma Patricia Muñoz Sevilla, Secretaria de investigación y posgrado, y miembro del Consejo en Cambio Climático de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Gobierno Federal, dijo que el trabajo de los científicos es dar las bases y la información que se requiere para tomar decisiones en beneficio de la sociedad. Un ejemplo de ello, mencionó, es la planeación territorial, misma que no se respeta y como consecuencia provoca problemas hoy en día: "en los acontecimientos ocurridos el pasado mes de septiembre en Acapulco hay 12 gobernadores involucrados, por lo que me pregunto: ¿cuándo vamos a parar nosotros como sociedad esta situación?, ¿cuántas acciones efectivas sobre cambio climático ha realizado México?.

Los asistentes a este Tercer Congreso Nacional se convencerán aún más de que hay cosas por hacer y que se deben tomar decisiones hoy para que tengamos un mejor desarrollo de nuestro país el día de mañana. Escucharemos a nuestros científicos plantear sobre cómo actuar frente a cambio climático, el cual debe ser un efecto multiplicador donde todos reproduzcamos estas acciones en nuestro entorno inmediato y de éste hacia otros entornos más, etcétera. Considero que como mexicanos tenemos el derecho de exigir lo que nos corresponde, exigir que se realicen acciones y de no permitir que ocurran situaciones como en Acapulco. Hace 15 años se hablaba sobre prevención, pero ahora se habla de mitigación y adaptación, ya que los seres humanos hemos cometido errores que son irreversibles", puntualizó Muñoz Sevilla.

Posteriormente, el Dr. Carlos Gay García, Coordinador del PINCC, comentó que el objetivo del Congreso Nacional es mantener y consolidar un espacio para crear sinergias interdisciplinarias que coadyuven

a la búsqueda de alternativas de solución, así como las formas de enfrentamiento y de actuar ante el cambio climático. “El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) nos dice que con un 95% de seguridad el planeta se calienta: los océanos se calientan a mayores profundidades, los hielos de los polos se derriten, el nivel del mar aumenta… en el reporte del 2007 se hablaba de .74° C, pero ahora aumentó a .85° C. El clima varía desde hace cientos y miles de años, pero lo que en realidad nos interesa saber es en qué lugar estamos nosotros ante el cambio climático, ya que este fenómeno se está dando a causa de las actividades humanas, en particular, por la emisión de gases de efecto invernadero.”

Magno evento

La modalidad de este congreso es la de llevarse a cabo en diferentes sedes, instituciones y estados de la República. Esto lo hace dinámico e interesante, puesto que provoca una gran participación. En el interior de la República, la sede Noreste fue la Universidad Autónoma de Tamaulipas; la sede Noroeste, la Unidad Académica Mazatlán del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM; y la sede Sureste, la Universidad Autónoma de Campeche. La sede Istmo-Golfo estuvo en la Universidad Iberoamericana campus Puebla y en la Universidad Autónoma de Chiapas, donde se abordó la temática sobre *Arquitectura y urbanismo* en el contexto del cambio climático.

Por otra parte, en la sede Centro participaron el Instituto Politécnico Nacional, el Instituto Tecnológico Autónomo de México, el Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, Flacso México y la Universidad Nacional Autónoma de México. En esta última, se contó con los auditorios de la Coordinación de la Investigación Científica: Nabor Carrillo, del Centro de Ciencias de la Atmósfera: Dr. Julián Adem Chahín, del Instituto de Geofísica: Tlayólotl y de la Facultad de Ciencias: Anfiteatro Alfredo Barrera.

El auditorio Nabor Carrillo de la Coordinación de la investigación Científica de la UNAM fue designado como el auditorio principal de la sede Centro, ya que cuenta con un sistema de enlace por videoconferencias permanente que se utilizó para las sedes foráneas. Adicionalmente, en la página web oficial del Tercer Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático se transmitieron en vivo las ponencias, con una capacidad de hasta 2 mil visitas simultáneas.

Hubo dos líneas temáticas principales en este Congreso Nacional: *Urbanismo y cambio climático*, y *Salud y cambio climático*. Sin embargo, los cuatrocientos ochenta ponentes abordaron alrededor de veinte temas como la modelación climática, la modelación económica, la estimación de los impactos del cambio climático en la economía, en la biodiversidad y en la salud humana. También abarcaron factores políticos, negociaciones internacionales y desarrollo sustentable.

Las conferencias magistrales estuvieron a cargo de la Dra. María Amparo Martínez Arroyo, Directora del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; la Profa. Teresa Parejo del Programa de Doctorado parte General de la Universidad Carlos III de Madrid, España; el Mtro. Francisco Estrada, investigador del Departamento de Economía Ambiental, Universidad de Ámsterdam; el Prof. Wouter Botzen del Departamento de Economía Ambiental, Universidad de Amsterdam; y la Dra. Alicia Villamizar, autor líder en el Capítulo sobre Adaptación y autor contribuyente en el Capítulo de Latinoamérica y en el Sumario para Tomadores de Decisión para el 5º Reporte de Evaluación del IPCC.

Aunque el congreso se inclinó hacia la investigación, los jóvenes estudiantes provenientes de diversas instancias académicas se hicieron presentes a través de sus proyectos de tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Asimismo, hubo asistencia de funcionarios públicos de todos los niveles de gobierno y representantes de organizaciones de sociedad civil.

Las conclusiones y las diferentes ponencias de este Tercer Congreso Nacional serán publicadas próximamente, en una memoria que incluirá lo tratado en las diferentes sedes del Congreso.

Con información del PINCC, Sandra Delgado, Unidad de comunicación, CCA-UNAM.

PUBLICAN EN *NATURE GEOSCIENCE* RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA RELACIONADA CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

El estudio de los académicos de esta casa de estudios, en colaboración con las universidades de Boston y Libre de Ámsterdam, determina que el cambio climático sostenido inició en 1960

Mtro. Francisco Estrada y Dr. Benjamín Martínez, académicos del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Fotografías proporcionadas por el PINCC e Internet.

La aparente contradicción entre el aumento sostenido en las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO2) y una disminución en la tasa de incremento en la temperatura global registrada desde finales de los años 90, ha sido uno de los principales argumentos de los escépticos para cuestionar el efecto de la actividad humana sobre el clima del planeta.

Sin embargo, una investigación publicada el pasado 10 de noviembre en la revista Nature Geoscience muestra que, por el contrario, gran parte de esta disminución en el ritmo de calentamiento se debe a la intervención humana con el sistema clima.

La investigación es producto de la colaboración entre académicos del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM y las universidades de Boston y Libre de Ámsterdam.

"A diferencia de gran parte de los estudios centrados en evaluar la contribución humana al calentamiento global, el presente análisis no utiliza modelos físicos de clima, sino datos observados de temperatura y forzamiento radiativo", indicó Benjamín Martínez López, del CCA.

Mediante el uso de métodos econométricos avanzados —la mayoría desarrollados por Pierre Perron, coautor del artículo—, los autores logran describir el calentamiento durante el periodo observado y atribuir gran parte de sus características a la intervención humana.

Al respecto, Francisco Estrada Porrúa, investigador de doctorado en el Departamento de Economía Ambiental del Instituto de Estudios Ambientales, en la Universidad Libre de Ámsterdam y académico del CCA, indicó que el texto "refuerza lo señalado por el IPCC en su último reporte, es decir, que la mayor parte del cambio climático global observado durante el siglo XX, es de origen antropogénico".

"Los resultados muestran que las temperaturas global y hemisféricas comparten una misma tendencia de largo plazo con el forzamiento radiativo de origen antropogénico y este factor es el que ha determinado, en gran medida, la evolución de las temperaturas en el siglo XX". El estudio revela que el calentamiento global sostenido inició alrededor de 1960, impulsado por el rápido crecimiento en las emisiones de gases de efecto invernadero, resultante del boom económico posterior a la Segunda Guerra Mundial.

Dos periodos de interés en las temperaturas global y hemisféricas que han sido discutidos ampliamente por climatólogos y físicos de la atmósfera son el enfriamiento ocurrido a mediados del siglo XX y la disminución en la tasa de calentamiento de las últimas dos décadas. De acuerdo con Estrada, Perron y Martínez-López, grandes eventos socioeconómicos del siglo pasado contribuyeron a la ocurrencia de ambos, aunque otros factores naturales y antropogénicos jugaron un papel importante.

El enfriamiento ocurrido entre 1940 y 1970 ha sido comúnmente explicado como el resultado de variabilidad natural del clima y el efecto de los aerosoles atmosféricos antropogénicos, resultantes de la recuperación de la actividad industrial en Europa después de la Segunda Guerra Mundial.

"Sin duda, estos factores son importantes para explicar el comportamiento de las temperaturas en ese periodo", añadió Martínez López. Sin embargo, el estudio muestra que los efectos de las dos guerras mundiales y la Gran Depresión de los años 30 sobre el producto interno bruto de Estados Unidos y Europa, llevaron a reducciones sin paralelo en las emisiones de CO2 y a una pausa en el forzamiento radiativo de gases de efecto invernadero.

Los investigadores comentaron que "sin estas reducciones en las emisiones de CO2, el efecto de los aerosoles atmosféricos hubiera sido compensado por el forzamiento radiativo de los gases de efecto invernadero y probablemente el periodo de enfriamiento hubiera sido difícilmente detectable".

El estudio también aborda la disminución en la tasa de calentamiento que se ha registrado desde finales de la década de los 90 y que ha sido un argumento de los escépticos de la ciencia del cambio climático para cuestionar el impacto que la actividad humana ha tenido en el sistema clima.

"Por el contrario, nuestro análisis indica que, en gran medida, la disminución de la tasa de calentamiento ha sido causada por acciones humanas", dijo Francisco Estrada. Las reducciones en las emisiones de clorofluorocarburos, derivadas del Protocolo de Montreal, junto con las registradas en las de metano dadas por cambios en prácticas agrícolas en Asia, contribuyeron de manera importante a la disminución en el calentamiento.

"Estas dos medidas produjeron una reducción en el forzamiento radiativo y, en consecuencia, para el año 2010 la temperatura global fue de alrededor de 0.1ºC menor de la que se hubiera registrado sin ellas", añadió Benjamín Martínez. Esto muestra que los acuerdos internacionales pueden ser exitosos para bajar la tasa de calentamiento en el corto plazo.

Desafortunadamente, la reducción en la tasa de calentamiento podría ser breve. "Mientras no se cuente con un acuerdo internacional que limite las emisiones de CO2, el planeta continuará calentándose y metas tales como limitar el incremento en la temperatura global a menos de 2ºC serán únicamente buenos deseos".

Boletín UNAM-DGCS-680
Ciudad Universitaria

UNA VISIÓN MÁS ÍNTIMA DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Popularmente se ha mencionado que "la ciudad de México está muy contaminada" y en muchas ocasiones se divulgan mensajes por radio y televisión que advierten del peligro de hacer actividad física en lugares abiertos. Aunque somos conscientes de ello, para muchas personas es difícil imaginarse en qué consisten y cómo son físicamente estos contaminantes. En este breve texto presentaremos algunas imágenes de partículas micrométricas recolectadas en la ciudad de México y otras obtenidas directamente al quemar leña en una estufa de cocina. Cuando usamos el término "micrométricas" nos referimos a la escala de tamaño que presentan estas diminutas partículas, que son tan pequeñas, que es imposible verlas a simple vista y se requiere de instrumentos sofisticados para observarlas.

Los contaminantes atmosféricos son suspensiones de gases y partículas diminutas que se encuentran suspendidos en la atmósfera en cantidades que pueden producir molestias o riesgos para la salud. Principalmente son emitidos desde fuentes antropogénicas (actividades humanas), que incluyen la industria, agricultura, construcción, la deforestación y el transporte etc. En zonas urbanas como la Ciudad de México, la presencia de contaminantes afecta fuertemente la salud de los habitantes y reduce la visibilidad. La figura 1 muestra una estela café en la atmósfera, la cual está formada de partículas y gases de diversa composición que reducen la visibilidad.

La mayoría de los contaminantes liberados al aire en las zonas urbanas son emisiones recientes (directamente del escape de autos) y otras se forman posteriormente mediante reacciones entre gases y partículas. Cuando son emisiones recientes, las partículas presentan formas muy irregulares, pero cuando permanecen en la atmósfera interaccionan con otras cambiando su forma y composición química, como se ve en la figura 2.

Figura 1. Atmosfera de la ciudad de México en un día con presencia de contaminantes atmosféricos. Fotografía por cortesía del Dr. Michel Grutter.

La figura 3 es un esquema que ilustra el proceso de envejecimiento de una partícula de hollín. Estas partículas con estructuras muy complejas se producen después de que los autos han emitido los contaminantes al aire. Como se puede observar en esta imagen, consisten en cadenas ramificadas de varios puntos diminutos. Después de permanecer cierto tiempo en la atmósfera, las partículas suelen chocar y quedar unidas entre ellas, para dar lugar al proceso de mezclado. Entonces, así como un ser humano envejece a través

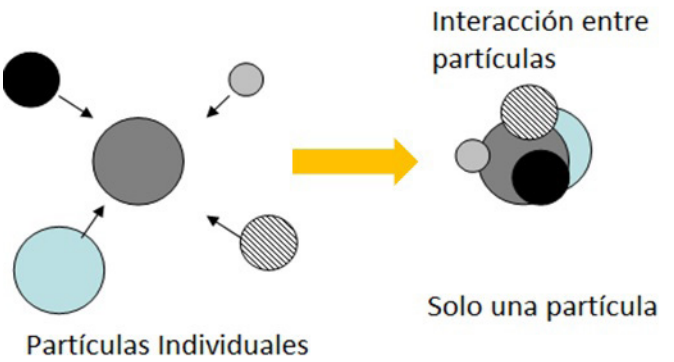


Figura 2. Esquema que ilustra la interacción entre varias partículas o contaminantes atmosféricos.

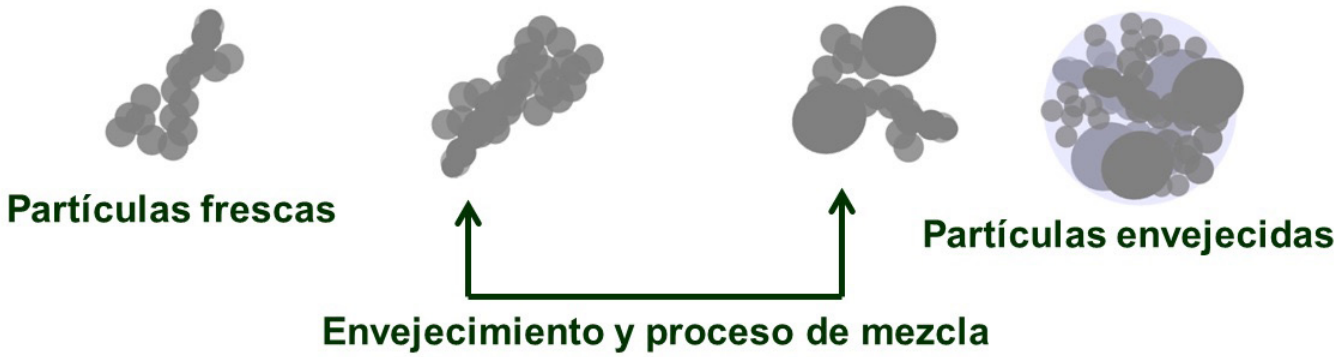


Figura 3. Esquema del envejecimiento de una partícula de hollín en la atmósfera.

del tiempo, en la atmósfera los contaminantes también sufren un proceso análogo. El envejecimiento de las partículas ocurre por la oxidación y la interacción entre múltiples contaminantes emitidos, que generan una partícula más compacta de tamaño mayor.

Recientemente, se están investigando los procesos de envejecimiento de las partículas individuales y sus cambios en la forma. Para realizar esto, es necesario obtener imágenes de alta resolución usando modernos equipos científicos que funcionan como cámaras fotográficas; uno de ellos es el microscopio electrónico de transmisión. Para obtener una buena imagen con este instrumento se requiere de un potente haz de electrones que sirve como el *flash* de una cámara fotográfica.

Figura 4. Microscopio electrónico de transmisión.

Obtener una buena imagen de un contaminante atmosférico con un tamaño de cientos de nanómetros (un nanómetro es la milmillonésima parte de un metro), no es una tarea fácil, es realmente un arte. Todo inicia con el muestro o recolección de las partículas con dispositivos técnicos milimétricamente ajustados para separarlas y sólo dejar entrar las partículas más pequeñas. Después del muestreo, se deben tomar las fotografías y para ello es necesario tener habilidad en el manejo de los finos lentes que enfocan el microscopio. Para explorar íntimamente los contaminantes, empezaremos por mostrar una serie de fotografías reales de partículas envejecidas recolectadas en la ciudad de México. Como se observa en la siguiente imagen, las partículas presentan diversas formas y se aprecian cadenas unidas a otros aglomerados más compactos y generalmente, presentan una composición química muy variada. Algunos análisis han revelado la presencia de pequeñas cantidades de metales y óxidos de azufre.

En la figura 6 se muestran fotografías de partículas de hollín obtenidas con el microscopio. Observar estos contaminantes a simple vista es imposible porque, como se mencionó antes, se miden en nanómetros. Para tener una idea de estas longitudes, en la parte inferior izquierda de cada imagen se presenta una barra horizontal con la escala de medición. Una pregunta que surge hasta el momento es: ¿cómo calcula el microscopio electrónico de transmisión las dimensiones de estas partículas? para responder a esto, sería necesario describir expresiones matemáticas que relacionan la posición de los lentes en el

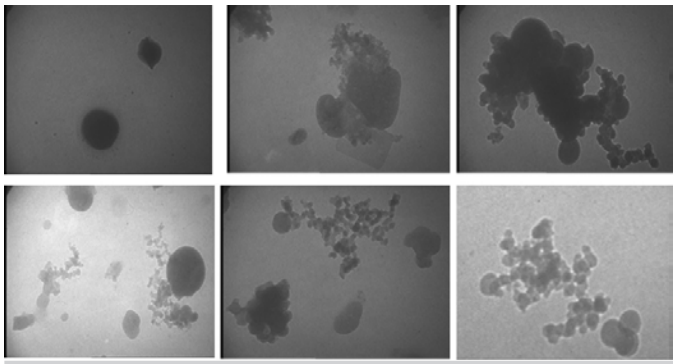


Figura 5. Imágenes de aerosoles envejecidos muestreados en la ciudad de México.

microscopio, con la interacción entre la partícula y el haz de electrones.

Es importante mencionar, que todas las partículas en la figura 6 fueron emitidas al quemar leña en una estufa de cocina rural. En los procesos de cocción de alimentos en estas estufas, así como en asadores que funcionan con carbón y otros combustibles, las personas están expuestas a grandes cantidades de partículas, lo que genera problemas respiratorios. Cabe recordar que la mayoría de las imágenes muestran cadenas formadas por partículas diminutas, que a su vez son aglomerados compuestos de un 96 % de átomos de carbono. El 4 % restante corresponde a átomos de oxígeno, de silicio y de potasio que usualmente se detectan en este tipo de partículas.

Manipulando y jugando un poco con los lentes del microscopio electrónico, se pueden hacer cosas muy interesantes, tal como se muestra en la figura 7.

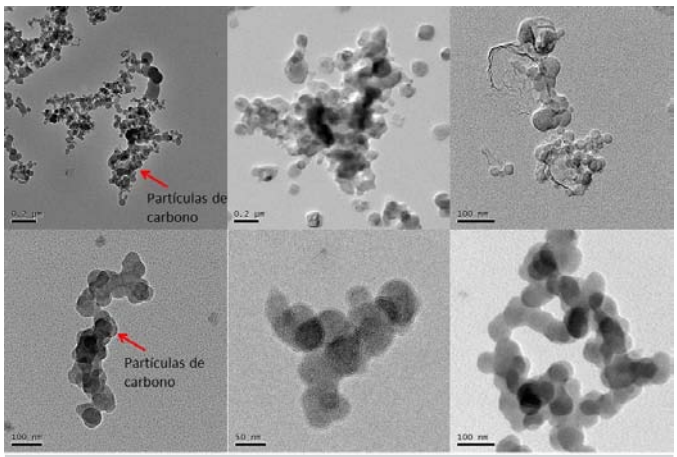


Figura 6. Partículas de hollín emitidas por una estufa de leña.

Primero, empezamos a analizar la partícula principal que tiene forma de cadena y mide aproximadamente 540 nm; pero ajustando los lentes y mejorando la intensidad del haz de electrones en el microscopio, se puede hacer un acercamiento sobre cualquier región de la partícula, de tal forma que se registra con mayor detalle una de las pequeñas esferas que forman a la gran cadena. Las diferentes esferas tienen un radio promedio de 29 nm y, con un cálculo muy rápido, se puede decir que toda la cadena se forma por la unión de 32 esferitas. Increíblemente, el microscopio es muy generoso con el acercamiento y permite investigar exhaustivamente la superficie de una esfera. En este caso, se enfoca el microscopio en el borde de una esfera para tratar de ver cómo se acomodan los átomos de carbono. Aunque la imagen se ve un poco difusa, se alcanzan a apreciar unas cadenas blancas onduladas y muy delgadas, mismas que se componen principalmente de átomos de carbono con una estructura amorfa.

En la secuencia final de la última imagen, se muestran esquemas de las diferentes formas que puede adoptar el carbono. Estos esquemas hacen referencia al carbono con estructura amorfa, de grafito o compuestos de tipo fulereno. En el arreglo amorfo, múltiples átomos se unen de manera aleatoria para generar una malla desordenada en donde no hay una estructura específica. Lo contrario ocurre con el grafito, compuesto con el que estamos muy familiarizados, ya que es usado en los lápices de escribir. Aquí los átomos de carbono forman múltiples planos que se unen entre sí por interacciones químicas relativamente débiles, pero la estructura más impresionante es la de tipo fulereno, donde los átomos adoptan un arreglo muy simétrico formando esferas. Su naturaleza y forma se han hecho ampliamente conocidas en la ciencia y en la cultura en general por sus características físicas, químicas, matemáticas y estéticas. Estas estructuras, que se asemejan a un balón, fueron descubiertas por Harol Kroto, Robert Curl y Richard Smalley, a quienes se les dio el premio Nobel de Quimica en 1996.

Aunque el microscopio electrónico de transmisión es de muy buena resolución, no es capaz de visualizar a detalle este tipo de estructuras. Para hacerlo se tendría que reducir la escala hasta llegar a las dimensiones de Angstroms, que son las distancias entre los enlaces atómicos. Sin embargo existen

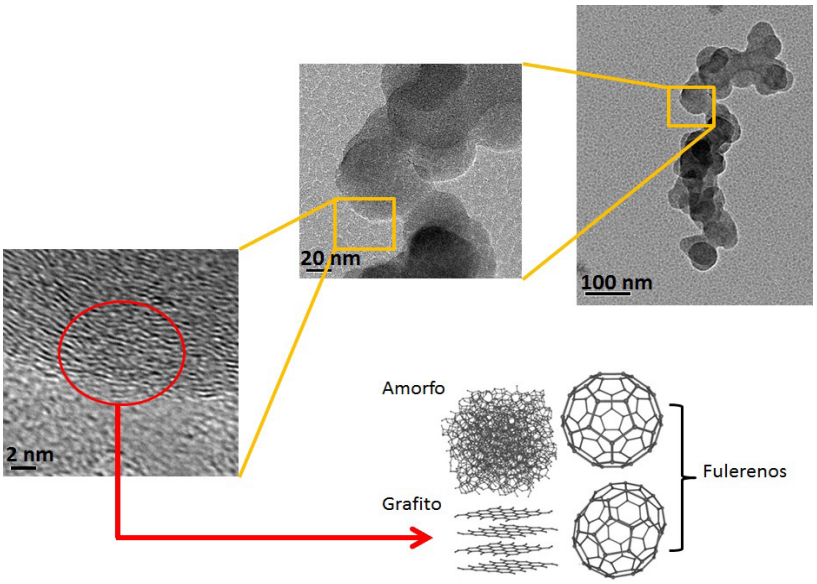


Figura 7. Imágenes de alta resolución de una partícula de hollín y las diferentes formas alotrópicas (estructuras) en las que el carbón puede presentarse.

otras técnicas que sí permiten indagar sobre este tipo de estructuras. Estas técnicas utilizan la radiación de rayos-X, aquella que es usada por los médicos para ver las lesiones o fracturas en un paciente.

Cuando se exponen los contaminantes atmosféricos al haz de rayos-X, dentro de un instrumento con un diseño especial y equipado con detectores muy modernos, es posible analizar la distancia y el tipo de enlaces entre los átomos de carbono. Con esta información se puede concluir sobre el tipo de estructura que está presente en los contaminantes atmosféricos, específicamente dentro de las partículas de hollín.

Tal como se ha indicado en el título de este breve artículo, se trata de indagar profundamente en la composición y estructura física de un contaminante atmosférico, especialmente la de las partículas compuestas de carbono. Gracias a los modernos dispositivos científicos, es posible ahondar más sobre ellas, lo que permite conocerlas más íntimamente y descubrir cosas maravillosas.

Agradecemos a la Dra. Margarita Rivera y al Dr. Oscar Amelines del Instituto de Física de la UNAM por su colaboración en las obtención de las imágenes en el microscopio.

Giovanni Carabalí, Oscar Peralta, María Isabel Saavedra y Telma Castro,
Grupo de Aerosoles atmosféricos, CCA-UNAM.

EXPOSICIÓN ITINERANTE DE LAS ENERGÍAS

Durante la inauguración de la exposición itinerante. Foto: Sandra Delgado.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), junto con otras instituciones de nuestro país, se ha unido al esfuerzo iniciado por la Asamblea General de las Naciones Unidas para celebrar el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos (AIEST), a través de distintas actividades. Uno de los objetivos de este año internacional es el de fortalecer los esfuerzos que México ha emprendido para que su población tenga acceso a la energía limpia, no contaminante, asequible y fiable.

El Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM participó en esta celebración con talleres, conferencias y jornadas de ciencia durante el año 2012. Y a partir del 25 de noviembre de 2013, en el pasillo principal del Centro se encuentra la *Exposición Itinerante de las Energías*, misma que estará exhibiéndose hasta el próximo mes de enero del año 2014. Ésta tiene como finalidad la importancia de generar nuevas fuentes de energía y garantizar el acceso de las poblaciones mexicanas a la energía sostenible.

Energías sostenibles

Las energías sostenibles son aquellas que producen y se usan de forma que apoyen, a largo plazo, el desarrollo humano en el ámbito social, económico y ambiental.

Es fundamental invertir en el acceso a opciones de tecnología energética menos contaminantes y que capacite sociedad, para adaptarse al cambio climático. De la misma manera que es primordial la necesidad de mejorar el acceso de recursos y servicios energéticos para el desarrollo sostenible que sean fiables, de costo razonable, económicamente visibles, socialmente aceptables y ecológicamente nacionales.

AIEST

El Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos ofrece una valiosa oportunidad hacia profundizar en la toma de conciencia sobre la importancia de incrementar el acceso sostenible a la energía, el ahorro y la eficiencia energética, así como a la producción de la energía limpia y renovable en el ámbito local, nacional, regional e internacional.

Los servicios energéticos tienen un profundo efecto en la productividad, la salud, la educación, el cambio climático, la seguridad alimentaria e hídrica y los servicios de comunicación. La falta de acceso a la energía limpia no contaminante, asequible y fiable obstaculiza el desarrollo social y económico, y construye un obstáculo importante para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

Sandra Delgado,
Unidad de comunicación, CCA-UNAM.

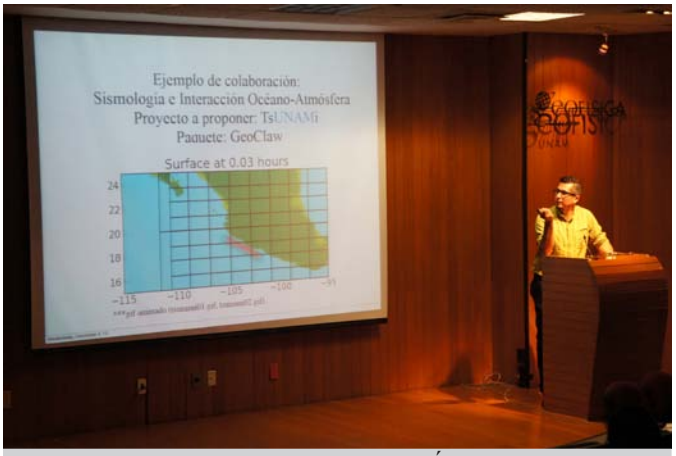
ENCUENTRO DE JÓVENES INVESTIGADORES EN CIENCIAS DE LA TIERRA 2013

Los Institutos de Geología y de Geofísica fueron los anfitriones del *Encuentro de Jóvenes Investigadores en Ciencias de la Tierra 2013*, en él participaron investigadores con cinco años de antigüedad académica y becarios posdoctorales de los institutos que conforman Ciencias de la Tierra, así como de los centros de Geociencias y de Ciencias de las Atmósfera de la UNAM. Este evento se llevó a cabo los días 3 y 4 de diciembre de 2013, en el Auditorio Tlayólotl del Instituto de Geofísica.

Con el objetivo de fomentar la comunicación y la colaboración interinstitucional entre las instituciones académicas de la UNAM dedicadas a las Ciencias de la Tierra, se realizaron ponencias orales de 15 minutos donde los participantes presentaron las líneas de investigación personales o de grupo que desarrollan en sus dependencias.

En el marco de este evento, el Comité organizador emitirá una convocatoria para la presentación de propuestas de proyectos de investigación interdisciplinarios e interinstitucionales por parte de grupos de jóvenes científicos. Dichas propuestas serán evaluadas por un Comité científico-académico, mismo que seleccionará el proyecto más original y de carácter multidisciplinario para su financiamiento durante el año 2014.

En representación del Centro de Ciencias de la Atmósfera, el Dr. Ángel Ruiz Angulo, investigador del grupo de Interacción océano-atmósfera, participó con el proyecto *TSUNAMI.*



Durante la presentación del Dr. Ángel Ruiz Angulo. Foto: Sandra Delgado.

Proyecto TSUNAMI

La Dinámica de Fluidos Geofísicos (DFG) tiene un sin número de aplicaciones que abarcan: oceanografía, meteorología, geofísica, astrofísica, matemáticas aplicadas y física. Dentro de todas las aplicaciones posibles en estos campos, tengo particular interés en los procesos físicos que ocurren en el planeta Tierra, específicamente el Océano y la Atmósfera.

Tanto la atmósfera como la hidrósfera representan una capa relativamente muy delgada del planeta Tierra, sin embargo, dentro de ellas existen un sin número de interacciones que en su mayoría pueden ser modeladas o estudiadas por las mismas ecuaciones que gobiernan a la Dinámica de Fluidos Clásica. El "casi" que hace la diferencia con la DFG radica en los efectos debidos a la rotación de la Tierra (un sistema de referencia en rotación, no inercial) y la no-homogeneidad de los fluidos, es decir, los fluidos geofísicos que en su mayoría están estratificados.

El efecto de la rotación de nuestro planeta, de modo simplificado, se describe por el parámetro de Coriolis. El otro ingrediente en la DFG es la estratificación, comúnmente expresada como la frecuencia de Brunt-Väisälä. Existen ejemplos relativamente cotidianos de fluidos estratificados: un café capuccino inicialmente tiene dos capas muy bien marcadas, la leche de mayor densidad se encuentra en el fondo; mientras que el café, con mayor densidad, puede estar cómodamente sobre la leche. Esta configuración comúnmente se llama estáticamente estable, es decir, los líquidos pesados están abajo y los ligeros, arriba.

En la interfaz de los fluidos estratificados puede existir un fenómeno fantástico, la propagación de ondas internas. Una pequeña perturbación vertical en la interfaz entre el café y la leche produciría una onda de gravedad que se propagaría radialmente. Este tipo de

ondas son muy comunes tanto en la atmósfera como en el océano; desafortunadamente no existen trazadores tan eficientes como el café y la leche en la naturaleza para poder ver estas ondas. Sin embargo, en la atmósfera bajo las condiciones necesarias, es posible ver el paso de las ondas a través de las nubes que llegan a formar bandas largas e intermitentes. En el océano, bajo las condiciones necesarias (capa de mezcla muy somera) se pueden observar las perturbaciones en la superficie. En ambos casos, imágenes satelitales nos permiten observar las ondas bajo estas condiciones.

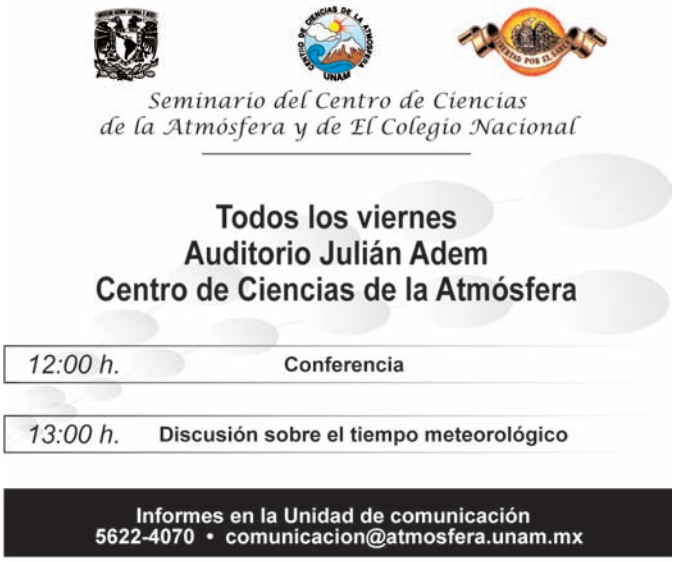
Dado que aquellas condiciones afortunadas en aire o en agua no son muy comunes, es necesario utilizar instrumentos para poder medir las ondas internas, las cuales existen únicamente en medios estratificados y es posible observar los cambios en una columna vertical en la atmósfera o en el océano, para estudiar la propagación de las ondas. Este tipo de estudio en la atmósfera es importante para entender las variaciones verticales de concentradores, así como su transporte. Mientras que en el océano, las ondas están comúnmente ligadas a la producción de mezcla turbulenta y transporte vertical.

Otro tipo de ondas de gravedad que recientemente han despertado mi interés, son unas ondas muy largas producidas, generalmente, por un cambio abrupto del fondo marino. Dichas ondas son comúnmente conocidas como *Tsunamis*. En colaboración con la Dra. Vala Hjörleifsdóttir del Instituto de Geofísica de la UNAM, estudiamos la propagación de un Tsunami generado por un sismo hipotético en el Pacífico mexicano. Actualmente existen modelos para estudiar estos fenómenos que permiten realizar análisis detallados en regiones de interés como podrían ser ciudades costeras, plantas termoeléctricas, etcétera.

Dentro del *Encuentro de Investigadores Jóvenes 2013* se propuso un proyecto denominado TSUNAMI, en el que se estudiarán diferentes escenarios de Tsunamis generados por sismos sintéticos en las costas mexicanas.

Ángel Ruiz,
Interacción Océano-Atmósfera, CCA-UNAM.

PRÓXIMOS EVENTOS



DIRECTORIO

UNAM

Dr. José Narro Robles
Rector

Dr. Eduardo Bárzana García
Secretario General

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Secretario Administrativo

Dr. Carlos Arámburo de la Hoz
Coordinador de la Investigación Científica

Lic. Renato Dávalos López
Director General de Comunicación Social

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

Dra. Telma Gloria Castro Romero
Directora

Dr. Steven Czitrom Baus
Secretario Académico

Fís. José Ramón Hernández Balanzar
Secretario Técnico

Lic Yoselinda Monsalvo Serna
Secretario Administrativo

M. en E. Claudio Amescua García
Jefe de Sección Editorial

INFO-ATMÓSFERA

Coordinación editorial L.C.C. Sandra Isabel Delgado Vivián
Diseño Pietro Villalobos Peñalosa

Consejo editorial

Claudio Amescua García, Alberto Alazraki Pfeffer, Steven Czitrom Baus, Sandra I. Delgado Vivián, Diana L. Franco González, René Garduño López, Michel Grutter de la Mora, José Ramón Hernández Balanzar, Amparo Martínez Arroyo, Pietro Villalobos Peñalosa.

Boletín informativo del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, que se difunde bimestralmente a través de la página principal del Centro y otros medios digitales; así como de forma impresa con 200 ejemplares. Mediante esta publicación se comunica y difunde a públicos internos y externos las actividades académicas y de investigación producidas en el CCA. Agradecemos a la D.G. Bertilde Citlalli Herrera Melchor por su contribución al diseño del logotipo de este boletín.

Los textos presentados son responsabilidad de sus autores.

Visita nuestra página de Internet
http://www.atmosfera.unam.mx
Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México
Circuito Exterior s/n. Zona de Institutos
Ciudad Universitaria, 04510. México, D.F.

Escríbenos a: comunicacion@atmosfera.unam.mx

Tel. 5622 - 4070 • Cca Unam • @CCA-UNAM

unam donde se construye el futuro