

Febrero  
2012

# BOLLETÍN 01

# A Inf Atm sfera

Centro de Ciencias de la Atmósfera



## Contenido

Un Atlas Digital muy a la mexicana

### Entrevista

Medición de parámetros meteorológicos: Globo Cautivo del CCA

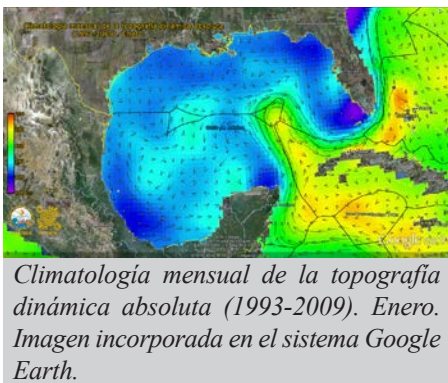
Poco a poco se oscurece el planeta

COMPROMETIDOS CON LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD

## Un Atlas Digital muy a la mexicana

*La nueva versión del Atlas Climático Digital de México (ACDM) incorpora la temática sobre sequía meteorológica, mediante herramientas y desarrollos tecnológicos de punta para la realización de un proceso cartográfico, que va desde el control de calidad de los datos, hasta la elaboración y despliegue de mapas interactivos en Internet.*

Con el fin de generar e integrar en la versión 2.0 del ACDM despliegues cartográficos de variables climáticas continentales básicas (temperatura y precipitación), de parámetros bioclimáticos, de climatología extrema y de períodos de sequía meteorológica en el país, se procesaron los datos de más de 5,200 estaciones meteorológicas de la base climatológica diaria (1902-2011) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en un proyecto conjunto entre el SMN y la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS) del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM.



*Climatología mensual de la topografía dinámica absoluta (1993-2009). Enero. Imagen incorporada en el sistema Google Earth.*

Un Atlas Climático es la representación en mapas de los conocimientos referentes al clima de un país o de una región, que se destina a una gran variedad de usuarios. El ACDM es interactivo, porque se puede manipular mediante Internet, ofreciendo una forma fácil de

entender al país en materia de clima, cambio climático y aspectos ambientales, como es el caso de las sequías meteorológicas que se han presentado en nuestro país en diferentes períodos, a escalas que van de lo local a lo nacional.

La sequía meteorológica es un fenómeno natural que ocurre cuando la precipitación en una región y en un período determinado es menor que el promedio de referencia establecido a partir de mediciones en un lapso típicamente de 30 años. Si la disminución de la precipitación es severa y por períodos prolongados, esto da origen a otros tipos de sequía como la agrícola y la hidrológica que se caracterizan o detectan por los efectos que provocan en las actividades económicas de la región o directamente en la sociedad. La sequía en México es uno de los fenómenos naturales que más daños causan en lo que se refiere al aspecto económico ya que se pierden grandes hectáreas de cultivos y mueren numerosas cabezas de ganado durante los períodos en que la sequía se presenta.

La causa principal de la sequía es la falta de lluvias; sin embargo, existen factores que contribuyen a ella, como alteraciones en la circulación general del sistema océano-atmósfera vinculadas a cambios en la temperatura de la superficie de los océanos, cambios de la presión atmosférica e incrementos en las

concentraciones de bióxido de carbono, entre otros.

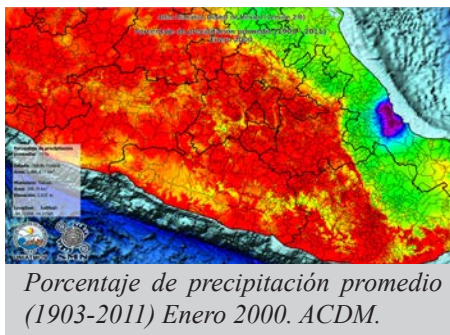
El *Fascículo sobre Sequías* de García F., Fuentes O. y Matías L. G., (2002), publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) de la Secretaría de Gobernación, incorpora una reseña histórica de sequías en México, incluyendo los meses y sitios en donde se presentaron. Los períodos de sequía que están reportados y documentados en dicho Fascículo son: 1998-2000, 1993-1996, 1970-1978, 1960-1964 y 1948-1954.

A partir de la base climatológica del SMN (incluye información del período 1902-2011), y conforme a la metodología descrita en la documentación del propio ACDM, para el procesamiento de mapas de superficies climáticas, el control de calidad de la información climática continental y su validación, se calculó la precipitación acumulada mensual para el territorio nacional correspondiente a los meses de impacto de sequía reportados en el *Fascículo sobre Sequías*, así como su respectiva anomalía (diferencia entre la precipitación acumulada durante un mes dado. Por ejemplo enero de 2000 y la precipitación acumulada promedio de todos los eneros del periodo 1902-2011).

Posteriormente, se normalizó la anomalía obtenida y se generó el mapa mensual del porcentaje de precipitación promedio con respec-

to al período de referencia. En el mapa es posible consultar el porcentaje de lluvia que se presentó por arriba (positivo) y por debajo (negativo) del promedio histórico en cualquier localidad, para de esa forma poder visualizar, cuantificar y evaluar la sequía meteorológica en todos los estados y municipios de México.

Los mapas procesados hasta el momento sobre sequía meteorológica suman 213. Estos mapas se generaron con muy alta resolución espacial (926 m), tomando en cuenta el efecto topográfico. La información está disponible a través del *Servidor de mapas* del ACDM y próximamente también podrá solicitarse a través de las opciones *Mapas en línea*, *KML* (*Keyhole Markup Language*, por sus siglas en inglés), *datos y metadatos*, y *Servicio WMS*.



### Versión 2.0

El ACDM pone a disposición de los usuarios la información interinstitucional sobre clima, sequías, bioclima y ambiente continental, así como algunas variables climatológicas de los mares de México, áreas adyacentes y zonas costeras.

Adicionalmente, el ACDM es una plataforma que permite desple-

gar y visualizar los mapas en forma interactiva. Asimismo, proporciona a los tomadores de decisiones elementos cuantitativos, para hacer propuestas que contribuyan a diseñar nuevas políticas encaminadas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación ante el cambio climático; y desastres asociados a fenómenos naturales en diferentes regiones geográficas, así como en los sectores agrícola e hidráulico.

Con el Servidor de mapas del Atlas, se pueden visualizar los mapas temáticos con diferentes acercamientos. Se puede solicitar información puntual de las composiciones cartográficas que se están visualizando, e incluso, es posible combinar el despliegue temático de cualquier mapa con información de referencia como: límites municipales, estatales y nacionales; así como cuencas hidrológicas, ríos y lagunas de México y Centroamérica. También, se pueden incorporar las localidades urbanas y rurales, la Zona Económica Exclusiva de México y los países que conforman el área geográfica del Atlas. Los Modelos Digitales de Elevación *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* y *General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)* sirven como base de topográfica y batimétrica para todo lo anterior.

La facilidad de “Mapas en línea” permite visualizar planos integrados a una mayor velocidad, realizar consultas de información climática en cualquier ubicación geográfica, comparar capas temáticas entre sí en forma clara y realizar transpa-



rencias de las capas temáticas con la topografía del Modelo Digital de Elevación, que para este caso proviene de los datos *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)*.

Los mapas del Atlas se pueden consultar en el formato KML, para desplegarlos y complementarlos con todas las facilidades del sistema Google Earth. De igual forma, los datos y metadatos de los mapas temáticos se descargan en forma libre y gratuita. Por último, cabe mencionar que también se puede acceder a los mapas mediante el Servicio WMS, con el objetivo de que los usuarios puedan cruzar los despliegues temáticos y la información de referencia de todo el Atlas Digital con cualquier otro tipo de temas de su campo de interés.

El Atlas Climático Digital de México, se encuentra disponible en la página:

<http://uniatmos.atmosfera.unam.mx>

Con información de Agustín Fernández Eguiarte, Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales; Rosario Romero Centeno y Jorge Zavala Hidalgo, Interacción Océano-Atmósfera. CCA, UNAM.

## LA ENTREVISTA

# Medición de parámetros meteorológicos: Globo Cautivo del CCA

En la Meteorología es fundamental conocer la estructura de la capa límite planetaria, que es el lugar donde se llevan a cabo las mezclas de los diferentes componentes que conforman a la atmósfera. Su estudio sirve para conocer las condiciones en las que se encuentran las inversiones térmicas, es decir, el cambio normal de las propiedades de la atmósfera con el aumento de la altitud, para percatarse de qué contaminantes abundan más en el ambiente y cómo se están desarrollando las condiciones meteorológicas en la parte alta de la atmósfera.

Las mediciones del perfil atmosférico se pueden realizar mediante diversos métodos, entre ellos: radio-sondeos, perfiladores de viento y globos cautivos. En especial, éste último es necesario para evaluar la capa límite, ya que brinda diferentes datos conforme va subiendo. No obstante, el manejo de este equipo es limitado para los investigadores, debido a sus altos costos.

En el Área de Instrumentación Meteorológica del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM, los ingenieros Manuel García Espinosa, Wilfrido Gutiérrez López y Miguel Ángel Robles Roldán diseñaron e implementaron un sistema de medición cautivo para el estudio de la capa límite planetaria, con la finalidad de contar con el primer equipo en México de bajo costo y que pueda ser utilizado en múltiples ocasiones por investigadores mexicanos y extranjeros. Al respecto, los responsables del proyecto comentan.



*Vista de un lanzamiento efectuado durante la campaña hecha en Amecameca, Edo. de México, febrero del 2011.*

### ¿De qué se compone un globo cautivo?

Este sistema consiste en un globo tipo Zepellin, es decir, un globo aerostático para ser utilizado como una aeronave y en el que se le coloca por dentro gas helio tipo industrial. Este artefacto está sujeto a un malacate mediante un hilo resistente de seda trenzada, de tal manera que el globo se va elevando poco a poco hasta alcanzar la altura que se requiera. El sistema de malacate es un sistema eléctrico provisto de un control, con el cual el usuario va regulando la velocidad de ascenso y descenso del globo cautivo.

Debajo del globo, en el hilo de sujeción se colocó un soporte en el que se encuentra la sonda, misma que lleva los diferentes sensores que miden las variables meteorológicas: temperatura, humedad, velocidad, di-

rección del viento y presión. Y en ocasiones, cuando el usuario necesita medir la concentración de ozono existente en el ambiente, se le instala una ozono-sonda que mide esta sustancia en partes por billón.

La sonda que va afincada en nuestro globo lleva un radiotransmisor que va a dar a una estación base en la superficie de la tierra. Esta terminal está conectada a una computadora portátil y recibe la señal para empezar a registrar las variables en la pantalla, a través de una interface gráfica. De esta manera, se sacan los valores digitales en tiempo real. Además, los datos adquiridos se graban en un disco duro de la computadora y en una pequeña memoria de la sonda, para reconocer y recuperar información de la trayectoria de lanzamiento.

Para la captura de datos se cuenta con un microcontrolador, que es el alma de la sonda de medición; éste se asemeja a un microprocesador de un ordenador y se encarga de leer los sensores electrónicamente. Este chip puede realizar cálculos matemáticos hasta sacar un promedio, guardar la información en una memoria y

enviarla al transmisor de radiofrecuencia para llegue directamente al usuario.

Por último, el reloj de tiempo real también es importante, ya que la sonda se conecta con la computadora y entonces se pueden sincronizar los muestreos. Con ello, se va registrando el día, la hora, el minuto y el segundo en que se tomaron las pruebas.

### ¿Cómo mide el microcontrolador las variables atmosféricas?

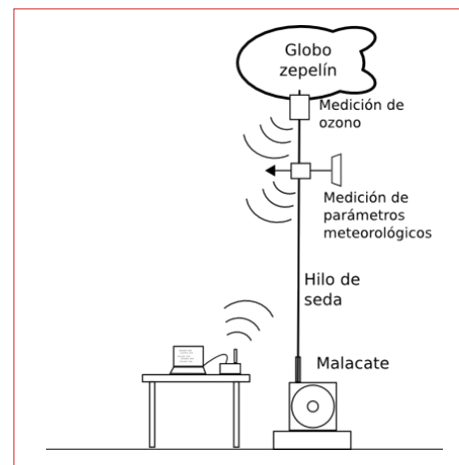
Los sensores están acoplados a un circuito electrónico dentro de una tarjeta, de donde salen las señales dependiendo del sensor. Por ejemplo: la señal de temperatura y la señal de humedad son capturadas por el microcontrolador, que a través de un programa, se encarga de procesar esas señales y de enviarlas al radio para su transmisión. Lo mismo sucede con los demás sensores.

El microcontrolador es el responsable de pedirle la información al sensor, por medio de un protocolo electrónico o protocolo de comunicación. Existen varios protocolos en electrónica digital que se comunican por un número de pulsos (bits de comunicación). Cuando el microcontrolador le envía un paquete de 8 bits al sensor, éste inmediatamente los lee, identifica lo que se le están pidiendo y envía los datos. Así es como funcionan los protocolos.

### ¿Cómo se procesan los datos hasta aparecer en la computadora?

Para obtener un dato sobre temperatura, por ejemplo, el microcontrolador le ordena a este sensor que programe su reloj cada 5 minutos, para que empiece a mandar la información. Para ello, el microcontrolador manda sus 4 bits con información hacia el termómetro: si son 20.5 grados centígrados, el microcontrolador le envía 8 bits al sensor para indicar que le mande la décima de la medición (.5), lo reciba y lo guarde. Este mismo procedimiento lo ejecuta con la unidad (0.) y la decena del valor (20.) hasta obtener el dato completo en tres localidades distintas para que el microcontrolador lo arme, lo junte en una sola memoria y aparezca como 20.5, para después enviarlo directamente a la computadora que está en tierra.

En varias ocasiones, el usuario le pide al sistema que le brinde promedio de los datos que están leyen-



*Dibujo esquemático que muestra las partes en que se compone el globo cautivo instrumentado.*

do los sensores y cuando esto ocurre, guarda los grados (en caso de ser al sensor de temperatura) en determinado tiempo y en una memoria, para que pueda continuar guardando los siguientes datos. Al tenerlos, los suma y los vuelve a guardar en la memoria.

### ¿Qué programa se utiliza para procesar datos obtenidos?

Este sistema de globo cautivo trabaja con un software que también se desarrolló en el CCA. Es un programa de aplicación que aún no tiene nombre y está basado en otro programa que se llama *Visual Basic*. Este software tienen la capacidad de leer los datos en tiempo real y a su vez, realizar una gráfica para observar el comportamiento de la atmósfera en ese preciso momento. En este paso, el usuario se da cuenta si hay inversión térmica, hasta dónde se rompe y hasta dónde llega su capa límite.

Con dicho programa hacemos que la sonda se comuniquen con la computadora del usuario vía Windows, éste es quien le proporciona la información como cuántos datos quiere, qué necesita realizar, cada qué tiempo, etc. Con tan sólo un “Enter”, el microcontrolador comienza a capturar los datos que el usuario requiere.

Una de las mayores dificultades en el empleo de modelos de dispersión atmosférica es la obtención de información meteorológica representativa de la zona objeto de estudio. Uno de los modelos más utilizados con el que trabajan los investigadores, usuarios del globo cautivo, es el MM5 (Modelo Meteorológico de

Mesoescala de 5ª generación), modelo matemático que se alimenta con datos meteorológicos y con el que se realiza pronóstico.

La aportación del modelo MM5, dentro del ámbito del uso de modelos de dispersión atmosférica, es la provisión de datos meteorológicos a corto plazo. Este modelo ha sido desarrollado por la Universidad Estatal de Pennsylvania y el Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas (NCAR).

### ¿Cuáles han sido las primeras experiencias del globo cautivo del CCA?

Todo el sistema se carga en una camioneta; el globo se transporta desinflado y en general, el equipo no es voluminoso y es totalmente portátil. Por ello, ya hemos hecho algunas campañas de medición en lugares fuera de la Ciudad de México, donde hay contaminantes. Como en el caso de Tijuana, la termoeléctrica de Tula, en la de Tuxpan, en la de Lázaro Cárdenas y en la refinería de Salamanca.

El primer sistema de globo cautivo que se construyó en el CCA se probó en el Estado de Morelos hace cuatro años. Para aquel estudio, se desarrollaron tres globos para tres diferentes sitios dentro del



*Verificación del sistema antes de un lanzamiento, durante la campaña efectuada en Tijuana, B.C., junio del 2010, para el proyecto CALMEX.*

Estado. El objetivo consistió en observar el impacto de la asimilación de los datos meteorológicos para el pronóstico del tiempo a corto y mediano plazo, para la prevención de desastres. Gracias al estudio, se logró obtener un conocimiento más completo sobre el comportamiento físico de la atmósfera.

Después de este proyecto, vinieron varios más como el de Salamanca, donde se efectuaron estudios de vientos y de composición meteorológica. Los investigadores escogieron ese lugar, debido a que se preguntaban por qué Salamanca es uno de las ciudades con más contaminación en México. Resulta que no hay mucho viento ni arriba, ni abajo, por lo que los contaminantes, así como salen se quedan, para después volver a caer. Se colocaron nuevamente tres sistemas de medición, en tres puntos distintos y los científicos se dieron cuenta de que la velocidad del viento era muy baja, como para poder esparcir los contaminantes.

### ¿Qué se espera con este proyecto?

Esperamos que un mayor número de investigadores ocupen el sistema de medición cautivo que hemos diseñado, ya que es más accesible en cuanto a costos. Nos encontramos en el proceso de patentarlo; sin embargo, si alguien quisiera comprarlo con nosotros, a parte de ser más económico en comparación con los comerciales, se le proporcionarían asesorías, capacitaciones, refacciones y mantenimiento. La refacción se consigue en México o incluso hay piezas que se importan, pero con todo ello, nosotros les entregamos todo el paquete completo.

El equipo se ha rentado con anterioridad a varios grupos del Centro de Ciencias de la Atmósfera. Los globos cautivos que se ubican en Tlaxcala y Jalapa, Veracruz serán devueltos a las instalaciones del CCA, a finales del mes de Febrero del 2012; mientras que el sistema completo que se le proveyó al Campus Sisal en Yucatán de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se utiliza de forma más periódica durante todo el año. Asimismo, existe un acercamiento con la Universidad de Baja California.

Cabe mencionar que el ingeniero Miguel Ángel Robles Roldán, fue quien comenzó el proyecto con la realización de su tesis de licenciatura. Además el ingeniero Alfredo Rodríguez que nos apoya en la parte mecánica del globo.

*Con información del Ing. Wilfrido Gutiérrez López y el Ing. Manuel García Espinosa, Área de Instrumentación Meteorológica, CCA, UNAM.*

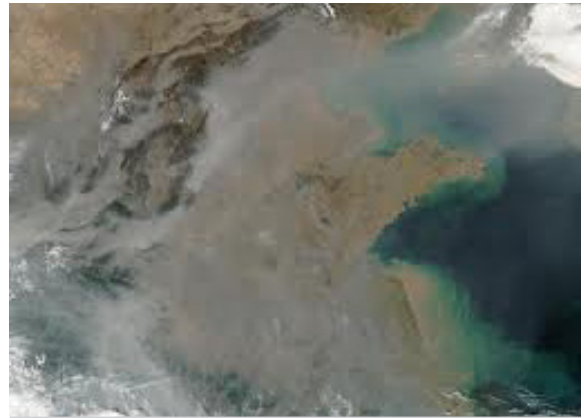
## Poco a poco se oscurece el planeta

*El oscurecimiento global es un fenómeno que, al propiciar la disminución de la entrada de luz e impedir que aumente la temperatura de la Tierra, parece atenuar el calentamiento global, pero aumenta el riesgo de alteraciones climáticas y ambientales impredecibles.*

Desde hace aproximadamente medio siglo, se ha detectado una reducción de la cantidad de luz solar que alcanza la superficie terrestre, es decir, un oscurecimiento global, tanto en los continentes como en los océanos. Los presuntos culpables de una porción de la absorción de la luz, podrían ser algunos aerosoles vertidos en la atmósfera.

Los aerosoles o contaminantes atmosféricos son partículas diminutas suspendidas en el aire. Proviene, entre otras causas, de incendios forestales, de erupciones volcánicas y de actividades humanas como la quema de combustibles fósiles.

El estudio del origen, la evolución o el envejecimiento de las partículas, no sólo tiene que ver con un interés científico, sino que aquellas pueden afectar la salud de los humanos y los ecosistemas naturales, como los manglares. Estos hábitats son conocidos por sus altos niveles de emisión de CO<sub>2</sub>, que es un importante Gas de Efecto Invernadero (GEI).



*Imagen de Internet sobre nubes de partículas que reducen el paso de la luz solar y afectan a la fotosíntesis de toda la vegetación planetaria.*

El oscurecimiento del planeta se debe a que las partículas quedan atrapadas en la parte baja de la atmósfera (troposfera) o son dispersadas hacia las capas superiores de la atmósfera, y es cuando bloquean una parte de la luz procedente del sol.

Los contaminantes atmosféricos tienen un impacto sobre el clima, como en el caso de los gases de efecto invernadero (bióxido de carbono, metano y óxido nítrico), que debido a su capacidad para atrapar la radiación solar en la troposfera incrementan la temperatura global de la Tierra. Otras partículas de polvo o de hollín son emitidas por procesos industriales y vehículos automotores, las cuales absorben radiación e impiden que penetre, provocando un efecto de enfriamiento. Estos fenómenos tienen un impacto en el balance radiactivo del sistema tierra-atmósfera a nivel regional y global. Y con ello, se pueden ver afectados, por ejemplo, la calidad del aire de las zonas urbanas y rurales, así como cuestiones relativas a la salud humana y diversos procesos en los ecosistemas.



*Imagen de Internet sobre la nata atmosférica, uno de los problemas ambientales que se genera en las ciudades, debido a las actividades industriales y al tránsito tanto vehicular como aéreo.*



Imagen de Internet sobre la nata atmosférica en la Ciudad de México.

### Se juega un papel importante con la salud humana

El tamaño de una partícula contaminante varía desde nanómetros a varias decenas de micras y dependiendo de ello es el tiempo que permanecerán suspendidas en el aire. Además, por su tamaño se pueden clasificar en gruesas, finas y ultra finas.

Las gruesas son derivadas de la suspensión de polvo, material de corteza, volcanes, sales, polen, etc., y se consideran mayores a  $2.5 \mu\text{m}$ , permaneciendo en el aire de minutos a horas. Las finas, se originan de emisiones directas de procesos industriales y de combustión como vehículos a gasolina y diesel, quema de madera y carbón; además son menores o iguales a  $2.5 \mu\text{m}$ . Mientras que las ultra finas son partículas menores a  $0.1 \mu\text{m}$  y provienen de ambientes urbanos y emisiones frescas, además de que pueden permanecer meses en el aire, siempre y cuando el tamaño no cambie.

Como indicadores para establecer políticas públicas en salud se utilizan las partículas  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$ . Desde el punto de vista toxicológico y fisiológico, las partículas juegan un papel importante en la salud del ser humano. Por ejemplo, pueden contener compues-

tos tóxicos y una gran variedad de sustancias químicas. Al ser inhaladas estas partículas penetran en los pulmones, lo que genera serios riesgos a la salud humana.

### Mucho por estudiar

Investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM estudian el oscurecimiento global con instrumentos especializados, ya que existen diferentes técnicas para medir propiedades físicas y químicas de las partículas atmosféricas (tamaño, concentración, composición, etc.).

Como primer paso, se colectan partículas presentes en la atmósfera utilizando un impactador con filtros, donde se depositan las partículas, mismo que cuenta con ocho cortes, con los cuales se clasifican por tamaño y es a través de técnicas cromatográficas o térmicas, que se conoce su composición química.

Una técnica más moderna es la del equipo AMS (Aerosol Mass Spectrometer, por sus siglas en inglés), con el que se puede saber sobre el tamaño y composición química de una partícula en tiempo real, es decir, en el momento en que se lleva a cabo la medición *in situ*.

Existen otros equipos que analizan las propiedades ópticas de las partículas, como el PSCAP (Particle Soot Absorption Photometer), con el cual es posible conocer la capacidad de absorción de las partículas o el nefelómetro, que mide la luz dispersada por las partículas. Y el CPC (Condensation Particle Counter) que es un contador óptico de partículas.

Con información de Óscar Peralta, Telma Castro e Isabel Saavedra, Área de Aerosoles Atmosféricos, CCA, UNAM



## Próximos eventos

SMG  
Sociedad Mexicana de Genética

Conferencia:  
A protein called Drosha chops two tails off of the microRNA leaves the nucleus.

**MICRORNAS Y SUS RESPUESTAS A LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS**

impartida por el **Dr. FRANCISCO ARENAS HUERTO**, del Departamento de Patología del Hospital Infantil de México, "Federico Gómez" Hospital form.

miércoles 29 de febrero de 2012 a las 17:00 hrs

Sede: Auditorio Julián Adem del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, Colón Delegación Coyoacán, C.P. 04510 México D.F. ax, the mature microRNA #1004-mp, #111

### Seminario

#### “Ventajas de la Acreditación en Laboratorios de Investigación de la UNAM”

Impartido por el M. en C. Pedro Morales Ponte, Coordinador de Gestión para la Calidad de la Investigación-UNAM

14 de Marzo del presente año  
De 12:00 a 14:00 hrs.

Auditorio “Julián Adem” del CCA

### Día Mundial de la Meteorología

Se organizará un evento para coincidir con el Día Mundial de la Meteorología, el 23 de marzo de 2012. Carteles y presentaciones orales por parte de estudiantes, concurso de fotos, charlas de académicos, comunicado de prensa.

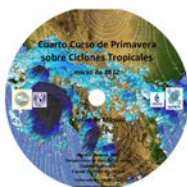
El evento PEMBU se llevará a cabo en las instalaciones del CCA, en el campus de Ciudad Universitaria de la UNAM, de 9:00 a 18:00 hrs.

Se organizarán jornadas de Ciencias Atmosféricas, en cada uno de los planteles de ENP y CCH.

Link a convocatoria para concurso de fotos.

Día Mundial de la Meteorología 2012. El tema de este año es “El tiempo el clima y el agua, motores de nuestro futuro”.

[http://www.wmo.int/worldmetday/index\\_es.html](http://www.wmo.int/worldmetday/index_es.html)



## Curso de Primavera de Ciclones Tropicales

Del 26 al 30 de Marzo 2012

Instalaciones de la Academia Mexicana de Ciencias

Para mayor información:  
Dra. Graciela Raga  
[graciela.raga@gmail.com](mailto:graciela.raga@gmail.com)

Cupo limitado

## DIRECTORIO

### UNAM

Dr. José Narro Robles  
*Rector*

Lic. Enrique del Val Blanco  
*Secretario Administrativo*

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

Lic. Enrique Balp Díaz  
*Director General de Comunicación Social*

### CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

Dra. María Amparo Martínez Arroyo <i>Directora</i>	Dr. Michel Grutter de la Mora <i>Responsable del Unidad de Vinculación</i>
Dr. Steven Czitrom Baus <i>Secretario Académico</i>	M. en E. Claudio Amescua García <i>Jefe de Sección Editorial</i>
Fís. José Ramón Hernández Balanzar <i>Secretario Técnico</i>	L.C.C. Sandra Isabel Delgado Vivían <i>Coordinación editorial</i>
C.P. Juan Luis Bringas Mercado <i>Secretaria Administrativa</i>	D.G. Pietro Villalobos Peñalosa <i>Diseño editorial</i>

### INFO-ATMÓSFERA

Boletín informativo del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, que se publica mensualmente, excepto los meses de julio y diciembre, a través de la página principal del Centro y otros medios digitales. A través de él, 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.

*El contenido de los artículos firmados es responsabilidad exclusiva 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.

Escribenos a: [comunicacion@atmosfera.unam.mx](mailto:comunicacion@atmosfera.unam.mx)  
Tel. 5622 - 4070