



# PLAN DE DESARROLLO 2017-2021

Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Universidad Nacional Autónoma de México

Mayo, 2018

## DIRECTORIO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

Directora	<i>Dra. Telma G. Castro Romero</i>
Secretario Académico	<i>Dr. Carles Canet Miquel</i>
Secretario Administrativo	<i>Lic. Agustín Pineda Cruz</i>
Secretaria Técnica	<i>M. en C. Bárbara Cuesta Castillo</i>
Jefe del Departamento Ciencias Ambientales	<i>Dr. Arón Jazcilevich Diamant</i>
Jefe del Departamento Ciencias Atmosféricas	<i>Dr. Francisco Estrada Porrúa</i>
Jefe del Departamento Instrumentación y Observación Atmosférica	<i>Dr. Michel Grutter de la Mora</i>
Coordinador de Sede Posgrado en Ciencias de la Tierra	<i>Dr. Oscar Peralta Rosales</i>
Jefe de la Unidad de Cómputo y Súper Cómputo	<i>Dr. Agustín García Reynoso</i>

## Consejo Interno

*Dr. Carles Canet*

*Dra. Telma Castro*

*Dr. Francisco Estrada*

*Dr. Agustín García*

*Dr. Michel Grutter*

*Dr. Aron Jazilevich*

*Dra. Elda Luyando*

*Dra. Rosario Romero*

*Dr. Wolfgang Stremme*

*Dr. Oscar Peralta (Posgrado CT)*

*Dr. Ángel Ruiz (Licenciatura)*

*Dr. Gerardo Ruiz (CAACFMI)*

*Dr. Rodolfo Sosa (Rep. ante CTIC)*

## Comisión Dictaminadora

*Dra. Guillermina Burillo*

*Dr. Javier Miranda*

*Dra. Ofelia Morton*

*Dr. Luis Felipe Jiménez*

*Dra. Concepción Toriello*

*Dr. José Valdés*

## Comisión del PRIDE

*Dr. Fernando Barrios*

*Dra. Sandra Gómez*

*Dr. Rafael Navarro*

*Dra. Rocío Reyes*

*Dra. Nuria Segovia*

## INDICE

- I. Premisas
- II. Diagnóstico
- III. Estrategias
- IV. Metas e indicadores
- V. Evaluación  
Objetivos y acciones

## I. PREMISAS

La ciencia es una actividad creativa y en permanente evolución, la forma en que se organice un centro de investigación en ciencias atmosféricas y ambientales, influirá en su desempeño e inserción dentro de las corrientes actuales de generación de conocimientos.

Los problemas ambientales actuales y futuros requieren investigación científica multidisciplinaria en los campos de la ciencias atmosféricas y ambientales, así como investigadores y técnicos que coadyuven en la solución integral de los problemas tanto nacionales como globales.

Desde su inicio, el Centro ha tenido una composición multidisciplinaria que lo llevo al estudio multidimensional de la atmósfera. Las investigaciones realizadas en el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) tienen repercusiones en nuestro país -e incluso fuera de él-, en los ámbitos académicos, económicos, sociales y culturales, dado que los objetos de estudio (la atmósfera y el ambiente) están directamente relacionados con problemas reales, en todas las escalas espacio-temporales.

Los estudios que se realizan en CCA se han vinculado con demandas específicas de sectores sociales y gubernamentales en la solución de problemas relacionados con pronóstico de tiempo, variabilidad climática, calidad del aire y contaminación atmosférica, los cuales tienen efectos en: salud, biodiversidad, seguridad nacional, producción agrícola y pesquera, calentamiento global, entre otros. Estos estudios deben ser impulsados institucionalmente por su carácter estratégico en la toma de decisiones y políticas públicas.

Según datos de la Naciones Unidas, la población mundial urbana sobrepasa a la que vive en zonas rurales. En nuestro país, el INEGI reporta que la población urbana corresponde a 80% de la población total.

La contaminación atmosférica es un problema que afecta directamente la calidad de vida y salud de los habitantes urbanos y periurbanos, ya que causa enfermedades cardiovasculares, respiratorias, neurológicas y cáncer. Además, una sociedad con problemas graves de contaminación refleja su incapacidad institucional y de gobernabilidad, lo cual incide en su futuro social y económico. Para mitigar y prevenir los efectos de este problema se requiere conocer sus causas y estudiar sus consecuencias, y así proponer medidas basadas en principios técnico-científicos para que sean efectivas.

## II. DIAGNOSTICO

El CCA es una de las pocas instituciones en México dedicada al estudio temático de la atmósfera y de las relaciones de ésta con la hidrosfera, la biosfera, la geosfera y la sociedad; tiene capacidad y experiencia en los campos de conocimiento sobre la modelación meteorológica, climática y de procesos atmosféricos y ambientales; también

se destaca en el trabajo correspondiente de campo y laboratorio, con la infraestructura analítica y computacional adecuada. El CCA tiene la singularidad de ser la institución más importante en México dedicada al estudio de la atmósfera y de sus interacciones con el océano, la biosfera, la geosfera y la sociedad

Las funciones del CCA son realizar investigación científica en los campos de la ciencias atmosféricas y ambientales, formar especialistas en dichos campos, coadyuvar en la solución de problemas nacionales en el ámbito de las ciencias atmosféricas y ambientales.

En el Centro, cada vez más se abordan problemas integralmente, mediante colaboración interdisciplinaria y multi institucional, incluyendo investigadores y entidades internacionales.

Por ejemplo, desde hace varias décadas se inició la investigación sobre la contaminación ambiental en la Ciudad de México y ésta se ha extendido a diversas ciudades del país, profundizando cada vez más en distintos aspectos de la química atmosférica y en los efectos de los contaminantes en la salud humana.

Actualmente el CCA tiene un liderazgo en México en simulaciones climáticas de alta resolución utilizando un modelo oceánico global, acoplado a un modelo atmosférico regional.

Por otro lado la información climática, atmosférica y ambiental que se genera en el Centro se actualiza sistemáticamente con el apoyo de UNIATMOS (Unidad Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales), debido a que constantemente se recopilan nuevos datos, además de los provenientes de sistemas satelitales, el clima, el cambio climático, el desarrollo de pronósticos meteorológicos etc.

El CCA tiene la capacidad única en el país de conformar grupos multidisciplinarios para realizar proyectos de investigación y proponer soluciones integrales técnico-científicas a los problemas de contaminación ambiental y de la atmósfera. Esto con base en sus capacidades y por las alianzas que ha forjado con otras instituciones educativas y de investigación del país. Ha establecido un fuerte vínculo con la sociedad al colaborar con organismos públicos como PEMEX, CFE, SEMARNAT, SMN, gobierno del DF y los gobiernos estatales (Veracruz, Tlaxcala, Oaxaca, Hidalgo y Estado de México, principalmente) en la realización de proyectos de gran alcance, con impactos sociales palpables.

Siguiendo el enfoque multidisciplinario citado, el personal académico incluye: físicos, químicos, biólogos, ingenieros, matemáticos, geógrafos, oceanógrafos, economistas, e informáticos. En esta comunidad académica hay grupos fuertes, en los que participan investigadores titulares de todos los niveles y asociados, con líneas de investigación consolidadas y una amplia participación en la formación de recursos humanos. Estos grupos han desarrollado laboratorios, y son exitosos en la obtención de recursos financieros. Por otra parte, hay investigadores jóvenes con la responsabilidad de desarrollar nuevas líneas de investigación. En los últimos cuatro años se ha dado incremento de nuevas contrataciones debido al Subprograma de Incorporación de Jóvenes Académicos de Carrera.

Para su funcionamiento académico, el Centro está organizado en tres *Departamentos*: (a) Ciencias Ambientales, (b) Ciencias Atmosféricas y (c) Instrumentación y Observación Atmosférica. Además de tres *Unidades*: (a) Computo y Súper Cómputo, (b) Vinculación y Comunicación de la Ciencia y (c) Apoyo a la Investigación.

El Departamento de Ciencias Ambientales (DCA) integra grupos de investigación, con infraestructura física y capital humano, para realizar proyectos de investigación y estudios especializados en las áreas de química, física y biología de la atmósfera, capacitados para calificar riesgos ambientales. Tiene capacidades para el diagnóstico y pronóstico de los efectos de la contaminación atmosférica sobre sistemas biológicos, salud humana y los ecosistemas debido a gases y partículas de origen antrópico y natural, como las emisiones biogénicas y alérgenos de origen biológico.

El Departamento de Ciencias Atmosféricas (DCATM) tiene una composición multidisciplinaria que le permite realizar investigación de frontera en diversas áreas con el fin de entender y modelar procesos físicos atmosféricos y oceánicos a distintas escalas, así como sus impactos en sistemas naturales y humanos. El DCATM ha tenido una participación fundamental en el desarrollo de las ciencias de la atmósfera en México tanto en investigación, en formación de recursos humanos, así como en asesoría a distintas instancias públicas en cuanto a problemas nacionales. Desde la creación del Centro, el DCATM ha contado con investigadores y grupos pioneros en México en temas de gran relevancia tales como modelación del clima, cambio climático, pronóstico de variables atmosféricas y oceánicas, dispersión de contaminantes atmosféricos, y en el estudio de los impactos de cambio y variabilidad climáticos en sistemas naturales y humanos.

El Departamento de Instrumentación y Observación Atmosférica (DIOA) se creó en el 2014 con el objetivo de integrar los esfuerzos e iniciativas del Centro en el ámbito de la observación de parámetros atmosféricos y ambientales, y poner a disposición de la comunidad la información generada de manera eficiente y transparente. Entre sus objetivos están: (a) el apoyo al diseño e implementación de equipo instrumental basado en las tecnologías más avanzadas para la observación del sistema atmosférico; (b) el mantenimiento de redes observacionales; y (c) el desarrollo de nuevas herramientas para el resguardo y estandarización de información atmosférica y ambiental.

### *Logros de la comunidad de CCA*

#### *Investigación*

- En los últimos diez años, el 96 % de las publicaciones del país en ciencias atmosféricas se realizó en el CCA. Los documentos publicados son representados en su mayoría artículos científicos.
- En los últimos cuatro años ha mantenido un promedio de productividad ha sido 52 artículos científicos por año.
- En la última década se registraron más de 8000 citas a los artículos generados en el Centro. El CCA ha crecido desde sus orígenes en el número de trabajos publicados, así como en las citas recibidas a estos y en su índice  $h=41$ .
- En los últimos cuatro años ha aumentado considerablemente el número de proyectos de investigación realizados con financiamiento externo, tanto nacional como internacional.

### *Formación de Recursos*

- En los últimos 10 años se han formado en el CCA 42 doctores y 114 maestros, así como 159 licenciados en diferentes áreas del conocimiento (Biología, Química, Ingeniería, etc.)
- En promedio se imparten 56 cursos escolarizados al año desde hace una década.
- Varios de sus investigadores participaron activamente en la creación de la Escuela Nacional en Ciencias de la Tierra, recientemente aprobada por el Consejo Universitario (31 de enero de 2018).

### *Otras actividades científicas*

- Los grupos de investigación, *Interacción Océano-Atmósfera*, *Fisicoquímica Atmosférica* y *Genotoxicología Ambiental* generan servicios para la comunidad y público en general a través de pronósticos meteorológicos, de calidad del aire, dispersión de cenizas volcánicas y de calidad biológica del aire, todos ellos disponibles en Internet ([www.atmosfera.unam.mx](http://www.atmosfera.unam.mx)). Además *UNIATMOS* ha generado un Atlas Climático Digital de México, y también disponible en línea.
- Se editan y publican dos revistas científicas indizadas: *Atmósfera* y *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* (RICA). En 2008, con la incorporación al *Science Citation Index de ISI-Thomson* de RICA, el CCA se convirtió en la primera entidad en México con dos revistas científicas en dicho índice, incluyendo a *Atmósfera*, que cuenta con un factor de impacto de 0.7 en los últimos cinco años.
- Coordina y/o mantiene redes de monitoreo: RUOA (*Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos*), PEMBU (*Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario*), REMA (*Red Mexicana de Aerobiología*); además, participa en la red de *GPS TlalocNet* (coordinada por el Instituto de Geofísica). Los datos generados por esta redes están disponibles para el público general en formato digital.
- Es entidad participante en dos Laboratorios Nacionales (UNAM-CONACyT): LANOT y LAN/BO
- El Centro cuenta con una infraestructura creciente (cómputo, laboratorios, estaciones meteorológicas etc.) para abordar la complejidad actual de las ciencias atmosféricas y ambientales.

### *Divulgación del conocimiento científico*

- Continuamente se realizan actividades de divulgación y de comunicación social que incluyen conferencias para estudiantes y para público en general, entrevistas a los medios, boletines, visitas guiadas, talleres etc., contribuyendo a la cultura y a la conciencia ambiental.

- Durante los últimos 6 años se ha llevado a el simposio *Panorama Internacional de las Ciencias Atmosféricas*, actividad que impulsa la visibilidad del CCA y fortalece su colaboración a nivel nacional e internacional.
- Desde el año 2013 se realiza mensualmente una charla de divulgación científica a nivel de público en general, para dar a conocer parte de las investigaciones del Centro.
- Desde hace cinco años se ofrecen cursos a los maestros del sistema de bachillerato de la UNAM sobre temas relacionados con la atmósfera. Además se organiza un congreso de estudiantes y maestros, de los planteles de ENP y CCH, en el que los alumnos presentan trabajos con resultados de las mediciones obtenidas desde la red de estaciones meteorológicas del PEMBU coordinada por el CCA.

### *Trabajo Administrativo*

- El apoyo cotidiano de la planta de trabajadores administrativos ha permitido el desarrollo de las actividades académicas del Centro. Las últimas administraciones han fortalecido un enfoque integral de las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, aprovechando la diversidad de disciplinas que conforma su planta académica, lo cual ha llevado al Centro a tener una gran presencia dentro de la UNAM, así como, a nivel local y nacional.

## I. Estrategias

*El objetivo general* del Centro es desarrollar y promover las Ciencias Atmosféricas y Ambientales en la UNAM y en México mediante la generación de conocimiento y formación de recursos humanos especializados en las diferentes áreas que las conforman dichas ciencias, bajo un enfoque integral e interdisciplinario.

Con base en el diagnóstico realizado por: los Académicos, la Dirección y las Secretarías, se identifican los siguientes puntos que enfrenta la dependencia para seguir su desarrollo.

### Estrategia 1. Ambiente académico dinámico al interior del CCA

#### 1.1 *Propiciar un ambiente científico crítico, constructivo y actualizado*

##### Objetivo general

Promover una mayor cultura y sensibilización colectiva sobre las Ciencias Atmosféricas y Ambientales, tanto al interior del Centro como entre las entidades relacionadas con las Ciencias de la Tierra.

## Objetivos específicos

- Continuar con las actividades periódicas de presentación y discusión de temas relevantes y de actualidad para las ciencias de la atmósfera, que sean o no estudiadas en el Centro.
- Propiciar un mayor conocimiento colectivo en la UNAM sobre la investigación y las posibles sinergias entre líneas y proyectos del Centro

## Acciones

### *Conferencias invitadas sobre Ciencias de la Atmósfera*

Continuar con la organización de conferencias invitadas sobre el *estado del arte*, a nivel internacional, de las ciencias de la atmósfera y del ambiente.

### *Seminario Interno del CCA*

Se presentarán ante los académicos y estudiantes lo más relevante de las investigaciones que se realizan en los diferentes grupos de investigación.

### *Grupos de investigación*

Fomentar discusiones académicas particulares entre los grupos de investigación.

## 1.2 *Promover la interdisciplina de las Ciencias Atmosféricas y Ambientales y su relación con la sociedad*

## Objetivo general

Dar a conocer la investigación que se realiza en el Centro, sus temas de estudio entre la comunidad universitaria y académica del país, así como en diversos sectores de la sociedad.

## Objetivos específicos

- Propiciar el reconocimiento de los vínculos de las ciencias de la atmósfera con otras disciplinas y actividades de la sociedad
- Posicionar a las ciencias de la atmósfera entre los temas de interés socioeconómico en los sectores académico, gubernamental, privado y asociativo.

## Acciones

### *Fortalecer la Unidad de Vinculación y Comunicación*

Es importante mantener espacios de interacción y comunicación institucional para estrechar y fortalecer la vinculación de la investigación y la docencia con al sociedad y sus demandas.

Establecer los puentes para comunicar el conocimiento científico a la sociedad (TV, radio, internet, periódicos, publicación de libros para público en general, boletines, etc.)

### *Sitio WEB del CCA*

Mejorar la información que ofrece el sitio web, así como el diseño y la comunicación (en dos idiomas).

### *Redes sociales*

Aumentar el público alcanzado por las redes sociales como Facebook, Twitter, blogs, etc.

### *Conferencias*

En colaboración con entidades académicas y sociales

### *Ofrecer diplomados y cursos cortos*

Con temas de interés para el Centro, buscando que tengan un carácter profesionalizante, dentro del marco de la *Educación Continua*.

### *Boletines de prensa*

Emitidos institucionalmente para eventos especiales (emergencias, contingencias etc.), discutidos entre los especialistas del tema y publicados en la página WEB.

### *Estudiantes activos*

Invitar a los estudiantes de posgrado a colaborar en las actividades de divulgación del Centro.

## Estrategia 2. Mejorar las condiciones para realizar investigación y formación de recursos humanos

### 2.1 *Garantizar el apoyo institucional para el buen desarrollo de las actividades del Centro*

#### Objetivo general

Mejorar los servicios de apoyo a la investigación.

#### Objetivos específico

- Desarrollar al máximo el potencial de las secciones de cómputo, biblioteca, taller de instrumentación y editorial, así como su infraestructura.

- Remodelación y redistribución de espacios del área de computo y los edificios.

## Acciones

### *Identificar necesidades particulares*

Analizar las necesidades de apoyo de cada grupo de investigación, respecto a los servicios con que cuenta la institución, en particular las de los Departamentos de: Ciencias Atmosféricas y de Instrumentación y Observación Atmosférica.

### *Retroalimentación*

Revisar junto con los académicos, el funcionamiento de las secciones de apoyo para mejorar, ampliar o fortalecer los servicios.

### *Actualización continua*

Llevar a cabo un programa continuo de actualización en las secciones de apoyo a la investigación.

## 2.2 Actualización, superación y formación de recursos humanos

### Objetivo general

Favorecer la participación de los académicos en actividades que enriquezcan su formación o habilidades técnicas y científicas

### Objetivos específicos

- Revitalizar los planes de intercambio académico propiciando estancias dentro y fuera del CCA, en particular las que involucren un mayor número de beneficiados (académicos y estudiantes).
- Impulsar el desarrollo de la carrera de Técnico Académico como paralela y complementaria a la de investigador
- Fortalecer la preparación interdisciplinaria e integral de los académicos y estudiantes del Centro.

## Acciones

### *Censo de convenios*

Revisar las instituciones nacionales y extranjeras con las que se tienen convenios vigentes de colaboración o manifestaciones de intención.

### *Difusión de oportunidades*

Dar a conocer a la comunidad las oportunidades de intercambio y elaborar con todos los interesados planes y temas potenciales para el desarrollo académico.

## Capacitación

Concentrar propuestas de cursos de actualización individuales o colectivos y elaborar un plan para su realización.

### 2.3 *Mejorar la calidad de la información básica para la Investigación*

#### Objetivo general

Consolidar y mantener las diferentes Redes del Centro para tener información y datos atmosféricos y ambientales, continuos y de calidad.

#### Objetivos específicos

- Actualización e intercalibración de técnicas y de equipo de uso común
- Apoyo para el mantenimiento de equipo
- Contar con la infraestructura y el apoyo técnico necesario para la adquisición de datos en tiempo real y su almacenamiento, de acuerdo a las necesidades de uso.
- Impulsar y apoyar el desarrollo de supercómputo, lo cual permitirá colocar al Centro a la vanguardia en México en los modelos computacionales y simulaciones de los fenómenos atmosféricos.

## Acciones

### *Asociación e intercambios*

Participación interinstitucional e intersectorial en el apoyo científico a la construcción y/o fortalecimiento de redes de monitoreo operacional. (SMN, RAMA etc.)

### *Instrumentación y Observación Atmosférica (DIOA)*

Fortalecer al DIOA, cuyo objetivo será coordinar los proyectos para los cuales el CCA ha establecido financiamiento permanente. Actualmente, estos proyectos permanentes son: el Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU), la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA).

### *Apoyo a la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS).*

Continuación y fortalecimiento de la Unidad, ampliando sus fuentes de financiamiento y campo de acción.

### *Fortalecimiento del cómputo académico*

Optimizar el usos de los recursos de cómputo y contar con nuevos servidores con tecnología moderna.

### *Instrumentación interna*

Apoyo a la adaptación o desarrollo de instrumental y equipo para la investigación en el área de Instrumentación del Centro

*Apoyo a la REMA (Red de Monitoreo Aerobiológico)*

Ampliando sus fuentes de financiamiento

## 2.4 *Adecuar la Administración a las necesidades actuales de las actividades académicas y de investigación del CCA*

### Objetivo general

Garantizar las condiciones para la realización de las tareas sustantivas del Centro (investigación, formación de recursos humanos, divulgación científica y vinculación con la sociedad) tanto en términos de infraestructura como de logística y gestión.

### Objetivos específicos

- Estimular la eficiencia administrativa y la constante superación del personal administrativo, así como la adopción de métodos modernos de gestión adecuados a las necesidades del Centro.
- Agilizar los trámites administrativos y reducir los tiempos en los que se llevan a cabo.

### Acciones

#### *Reestructura académico-administrativa*

Cambio de personal directivo de la Unidad Administrativa

#### *Situación laboral del personal académico*

Revisar la situación laboral de los académicos, apoyar y agilizar los trámites necesarios para promociones y definitividad.

#### *Procesos administrativos en línea*

Automatización de la administración de proyectos, adquisiciones y trámites académico-administrativos. Establecer un sistema de seguimiento en línea a los trámites administrativos como en adquisiciones, pagos, reembolsos, etc. con el fin de reducir los tiempos internos para su realización. Ofrecer la mayor cantidad de formatos en línea para facilitar la realización de los trámites más comunes.

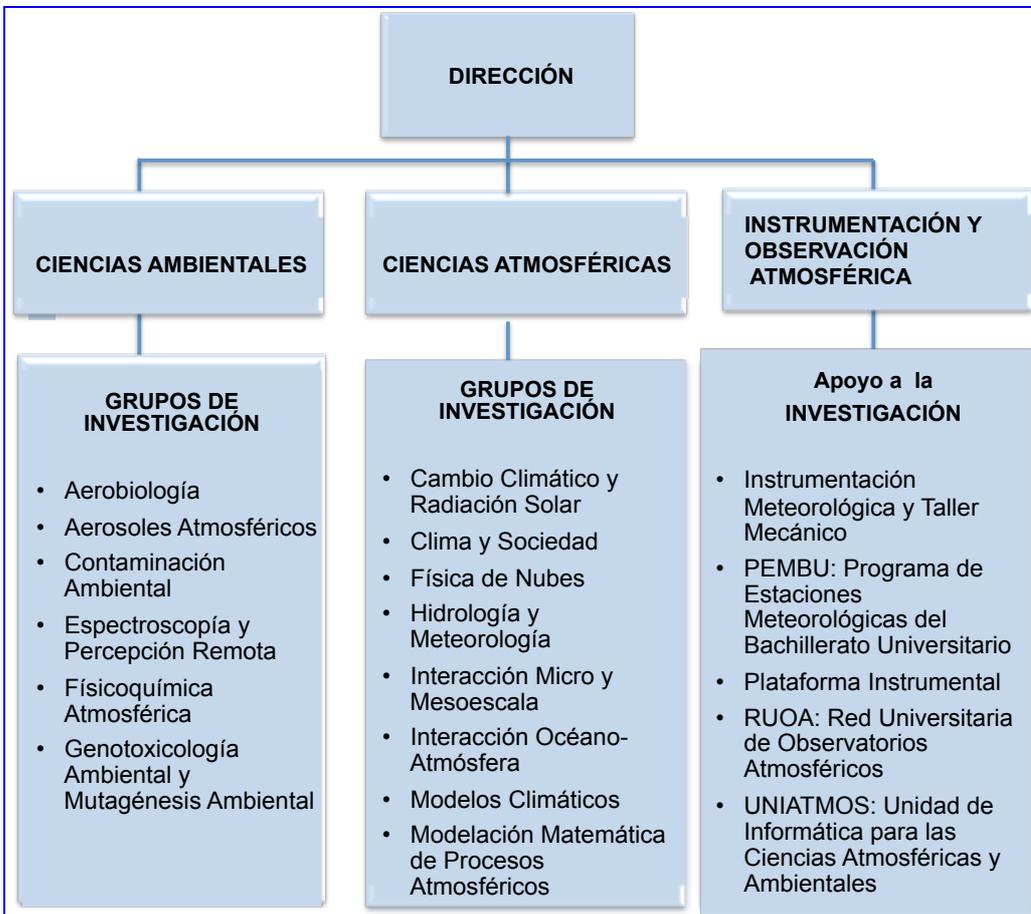
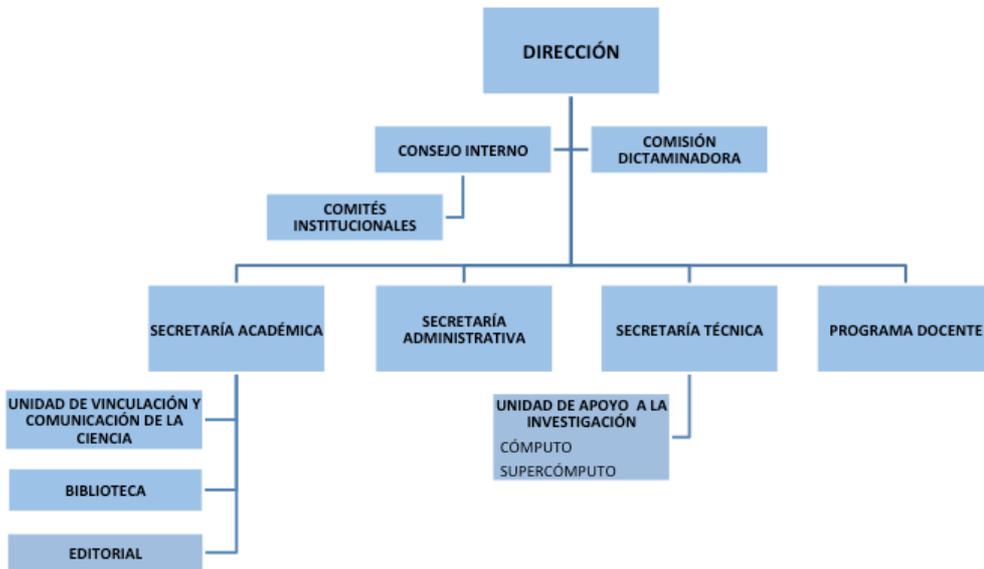
#### *Seguimiento de convenios*

Fortalecer la labor de la Unidad de Vinculación en materia de realización de convenios y seguimiento de apoyos a la investigación.

#### *Cuidar el ambiente laboral*

Cuidar que las actividades que se realicen en el CCA estén en armonía con la legislación universitaria y con los derechos de trabajadores académicos, administrativos y estudiantes. Favorecer las medidas que propicien un buen ambiente de trabajo en el Centro.

## CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA ÁREA ACADÉMICO ADMINISTRATIVAS



## Estrategia 3. Incrementar la capacidad científica

### 3.1 El CCA como institución líder en ciencias atmosféricas y ambientales

#### Objetivo general

Realizar investigación en líneas de frontera en Ciencias Atmosféricas y Ambientales, además de desarrollar nuevas líneas de investigación acordes a los problemas que enfrenta el país.

#### Objetivos específicos

- Propiciando las sinergias entre los grupos de investigación del CCA
- Lograr una mayor y más equilibrada productividad académica.
- Propiciar la participación en grandes proyectos para aumentar las colaboraciones científicas internas y externas.
- Orientar el trabajo individual, con baja colaboración, para consolidar grupos de investigación, fuertes y exitosos.
- Promover la creación de nuevas plazas y modalidades de contratación

#### Acciones

##### *Planes de desarrollo*

- Convocar a los grupos de investigación a elaborar planes de desarrollo procurando sinergias intra e interdepartamentales. Estos planes nutrirán a los planes de desarrollo de los departamentos de Ciencias Atmosféricas, Ambientales, Instrumentación y Observación Atmosférica y a la Unidades de Vinculación y Comunicación.

##### *Mayor colaboración científica*

- Impulsar de convenios de colaboración científica, en particular con centros de investigación, instituciones de educación superior y dependencias gubernamentales.

##### *Innovación laboral*

- Explotar todas las figuras existentes para ampliar la planta de investigadores: nuevas plazas, profesores invitados, por proyectos, posdoctorados, realización de sabáticos, intercambios, cátedras CONACyT etc.

##### *Investigadores jóvenes*

- Implementar un mecanismo para incorporar investigadores jóvenes a la planta académica, preferentemente con un perfil en Ciencias Atmosféricas, y en caso de no tener este perfil, con doctorados en áreas afines (Física, Química, Ecología, Ingeniería, Biología) para incorporarlos como posdoctorantes a un Grupo de investigación del CCA

con un proyecto específico que les permita iniciarse en el estudio de la atmósfera y el ambiente.

- Para reforzar lo anterior se impartirán en el CCA, cursos cortos en Ciencias Atmosféricas a cargo de profesores de reconocido prestigio nacional e internacional. Estos cursos estarían abiertos al resto del personal académico que lo solicite. Adicionalmente se impulsarán las estancias cortas especializadas mediante intercambio académico nacional e internacional, que refuercen la preparación de los investigadores jóvenes.
- Ocupar las plazas académicas disponibles, que se han liberado por jubilación, o renuncia, mediante procesos que permitan captar los mejores candidatos para el trabajo que se realiza en el Centro.

#### *Fomento al desarrollo de los grupos de investigación*

- Buscar mecanismos para que exista colaboración más amplia entre grupos, impulsando proyectos conjuntos y consorcios con otros centros de investigación nacionales e internacionales.
- Consolidar el liderazgo en temas de interés nacional: Cambio global, contaminación y calidad del aire, pronóstico meteorológico y estacional, sequía, modelación del clima, tormentas tropicales y huracanes, y desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y atmosféricos. Para ello es necesario apoyar e impulsar el desarrollo de supercómputo, buscando colocar al CCA a la vanguardia en México en estas áreas del conocimiento.
- Identificar nuevas líneas de investigación, emergentes y/o coyunturales acorde con las necesidades del país y con proyección internacional.
- Fortalecer y consolidar cuadros en áreas teóricas y experimentales que respondan al plan de desarrollo del CCA.

## Estrategia 4. Formación de Recursos Humanos

### 4.1 Fomentar la participación del personal académico en los programas de posgrado con sede en el CCA, así como en otros programas educativos a todos los niveles

#### Objetivo general

Adoptar una actitud más proactiva en la formación de recursos humanos a todos los niveles.

## Objetivos específicos

Aumentar la captación de estudiantes en los programas de estudios en los que participan académicos del Centro

- Reforzar la participación en los comités de posgrado afines a las líneas de investigación del Centro
- Impulsar la participación de los académicos en las licenciaturas de la UNAM, en particular en la de Ciencias de la Tierra.
- Dar mayor seguimiento a la trayectoria de los estudiantes de los diferentes niveles que pasan por el CCA
- Fortalecer el programa de becas del *Fondo de Ingresos Extraordinarios del CCA*. Vigilar la graduación de estudiantes en tiempo y forma.

## Acciones

### *Reflexión continua*

Hacer reuniones con los estudiantes del Centro.

### *Integración de la comunidad*

Propiciar la integración de los estudiantes en las actividades académicas del Centro, incluyendo intercambios, participación en cursos, seminarios y reuniones académicas, así como en campañas de monitoreo y de atención de emergencias.

### *Cursos*

Propiciar la impartición de cursos por parte de los académicos en la licenciatura y el posgrado en Ciencias de la Tierra.

Promover los temas de investigación del CCA tanto al interior como al exterior de la UNAM, ofreciendo conferencias, seminarios etc., para atraer a estudiantes.

### *Medios de Promoción*

Producción de videos promocionales y trípticos de los programas de estudios relacionados con las ciencias atmosféricas para aumentar la captación y calidad de los estudiantes.

## IV. Metas e Indicadores

Los indicadores de desempeño del CCA deben de ser útiles en los procesos de evaluación, rendición de cuentas y búsqueda de financiamiento. Sin embargo, éstos se revisarán constantemente para determinar si cumplen la función de proporcionar una visión integral del funcionamiento de la dependencia y si miden apropiadamente el éxito en las metas previstas. También los indicadores permitirán verificar el cumplimiento de los retos y objetivos planteados para el periodo 2017-2021.

## Acciones

### 1. Generar un ambiente académico dinámico al interior del CCA.

- Participación de los académicos en proyectos institucionales.
- Incremento del número académicos.
- Proyección internacional estableciendo convenios de cooperación y visitas de investigadores al Centro.

### 2. *Mejorar las condiciones para realizar investigación y formación de recursos humanos.*

- Readecuación del primer piso zona de laboratorios (área sur) y cómputo (área oeste) del edificio I, así como del edificio Atmósfera II.
- Eficiencia en los procedimientos administrativos.

### 3. *Incrementar la capacidad científica*

- **Indicadores en Investigación:** Publicaciones (proyectos, convenios, artículos arbitrados, indizados, capítulos de libros, libros, memorias in extenso, fichas técnicas y publicaciones electrónicas), participación en actividades académicas nacionales e internacionales (congresos, conferencias, talleres, mesas redondas), número de convenios institucionales.
- **Indicadores en comunicación de la Ciencia:** Artículos de divulgación, materiales didácticos, pláticas en radio y televisión, visitas guiadas, actividades de divulgación (ferias, exposiciones museográficas, talleres, charlas y conferencias).

### 4. *Formación de Recursos Humanos*

- **Indicadores:** Número de cursos de licenciatura, posgrado y educación continua impartidos (investigador por año), dirección de tesis, servicios sociales, prácticas profesionales, tutores en programas educativos, posdoctorados, calificación de la labor docente de los investigadores, número de artículos en los que participen estudiantes del CCA, reducción del tiempo de graduación.

## V. Evaluación

Como parte del proceso continuo de planeación, se fortalecerán los mecanismos internos de evaluación del personal académico y también de la institución como conjunto. Los informes anuales del personal académico se evaluarán en función de los planes de trabajo individuales y también en el contexto de los programas estratégicos detallados en el presente documento.

Asimismo, se realizarán reuniones con el personal académico que tendrán como objetivo la planeación y el establecimiento de políticas de crecimiento y desarrollo institucional. Estas reuniones estarán basadas en ejercicios similares que serán realizados periódicamente por los departamentos académicos.

Durante 2018 y 2019 se trabajará con el personal académico para plantear nuevos objetivos y metas hacia el futuro y verificar los logros alcanzados. Este ejercicio se

basará en los parámetros definidos en el presente documento para realizar una evaluación y seguimiento de los logros obtenidos.

## VI. ANEXOS

### ANEXO A: Plan de Desarrollo del Departamento de Ciencias Ambientales

#### 1. Premisas

Según datos de la Naciones Unidas, la población mundial urbana sobrepasa a la que vive en zonas rurales. En nuestro país, INEGI reporta que la población urbana corresponde a 80% de la población total y se encuentra concentrada en las ciudades de Monterrey, Guadalajara y la megalópolis que incluye las zonas metropolitanas de Pachuca, Toluca, Cuernavaca, Puebla-Tlaxcala y del Valle de México. Esta última conforma la cuarta ciudad más poblada del mundo y muchos centros urbanos como Querétaro, Tijuana y Cancún crecen rápidamente. Es en las urbes donde se concentra la mayor parte de la producción económica (PIB), además de los centros hospitalarios y educativos más importantes del país. Al mismo tiempo, la contaminación atmosférica generada en las ciudades afecta a los habitantes de las comunidades establecidas en su periferia, sus cultivos y en general su biota. El posibilitar el desarrollo sustentable de las ciudades y armonizar sus actividades con el sector rural y su medio, es una tarea estratégica para el progreso social y económico.

La contaminación atmosférica es un problema que afecta directamente la calidad de vida y salud de los habitantes urbanos y periurbanos, ya que causa enfermedades cardiovasculares, respiratorias, neurológicas y cáncer. Además, una sociedad con problemas graves de contaminación refleja su incapacidad institucional y de gobernabilidad, lo cual incide en su futuro social y económico. Para mitigar y prevenir los efectos de este problema se requiere conocer sus causas y estudiar sus efectos y así proponer medidas basadas en principios técnico-científicos para que sean efectivas.

El fenómeno de la contaminación atmosférica involucra fuentes naturales, industriales, vehiculares, domésticas, comerciales, industriales y biogénicas. Las características y transformaciones químicas de las emisiones y sus efectos en seres vivos y materiales son complejos. Asimismo, se deben contemplar escalas a nivel regional y local que incluyan interacciones entre los ambientes rurales y urbanos, así como microambientes.

Debido a estas consideraciones, su estudio requiere de una aproximación multidisciplinaria que incluya meteorología a escalas regionales y urbanas, fisicoquímica de la atmósfera, ingeniería ambiental, biología, procesos energéticos, riesgo ambiental, modelación computacional y economía ambiental. Además, ante el rápido progreso de la ciencia y tecnología es necesario incorporar nuevas técnicas observacionales, de medición y experimentales que abren grandes oportunidades para la obtención e interpretación de datos y análisis.

## 2. Diagnóstico

El CCA tiene la capacidad única en el país de conformar grupos multidisciplinarios para realizar proyectos de investigación y proponer soluciones técnico-científicas a los problemas de contaminación ambiental. Esto con base en sus capacidades y las alianzas que ha forjado con otras instituciones educativas y de investigación del país.

En específico, el Departamento de Ciencias Ambientales (DCA) integra grupos de investigación, con infraestructura física y capital humano, para realizar proyectos de investigación y estudios especializados en las áreas de química, física y biología de la atmósfera y calificar riesgos ambientales. Tiene capacidades para el diagnóstico y pronóstico de los efectos de la contaminación atmosférica sobre sistemas biológicos, salud humana y los ecosistemas debido a gases y partículas de origen antrópico y natural, como las emisiones biogénicas y alérgenos de origen biológico.

El Departamento cuenta con personal especializado que maneja avanzados equipos y métodos de análisis químico y biológico, cómputo científico aplicado a flujos atmosféricos, fisicoquímica de la atmósfera y técnicas de percepción remota.

Las investigaciones que se realizan se intersectan de manera natural e interdisciplinaria con las que se estudian en ciencias atmosféricas como cambio climático, modelación matemática de procesos atmosféricos y modelación del clima, interacción micro y macro escala, con la meteorología y el clima, incluyendo a los continentes y al océano.

### Objetivo general

Realizar investigación científica para el avance de las Ciencias Ambientales relacionadas con la Atmósfera.

### Objetivos específicos

- Promover y difundir las Ciencias Ambientales.
- Formar recursos humanos especializados en Ciencias Ambientales relacionadas con la Atmósfera.
- Desarrollar y aplicar modelos que permitan diagnosticar y pronosticar los fenómenos atmosféricos y climáticos que influyen en la química, física y biología del aire.
- Determinar procesos y mecanismos que ocurren en la interacción entre la atmósfera y la biósfera, hidrósfera y litósfera, así como los cambios y efectos que en ellos ocurren.
- Determinar efectos genotóxicos y mutagénicos en seres vivos, causados por contaminantes ambientales.
- Determinar efectos por exposición a gases y partículas en el ambiente (bosques, cultivos, suelo, vegetación, cuerpos de agua, monumentos, etc.) con el fin de evaluar la salud ambiental de la población y los ecosistemas en zonas urbanas y rurales.

- Establecer redes de observación de la atmósfera, mares y costas (registros meteorológicos, gases y partículas), con estaciones permanentes en la República Mexicana.
- Estudiar exposición personal a la contaminación atmosférica y su relación con la movilidad y generación de energía.

El Departamento tiene tres Áreas principales de investigación que responden e integran los objetivos planteados de los grupos que lo integran.

## Área: QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA

### Fisicoquímica de la Atmósfera

- Evaluación de procesos que regulan los flujos de especies químicas presentes a nivel de traza en el aire, fuentes y sumideros, concentraciones, transporte, y transformaciones físicas y químicas que sufren dichas especies en la atmósfera.
- Modelación y validación de la exposición a la contaminación (salud humana, ecosistemas y materiales).
- Pronóstico de calidad del aire, incluyendo la dispersión de ceniza volcánica.

### Contaminación Ambiental

- Evaluación del depósito atmosférico (húmedo y seco).
- Evaluación del impacto en la calidad del aire por la industria (plantas termoelectricas, ingenios azucareros, recintos portuarios, etc.). Recomendaciones de estrategias de prevención, minimización y control.
- Evaluación de la contaminación atmosférica fotoquímica en México.
- Evaluación, retención y control de compuestos orgánicos volátiles.
- Planeación energética y contaminación ambiental.
- Modelación para la identificación de fuentes de contaminación

### Espectroscopía y Percepción Remota

- Medición de gases atmosféricos mediante espectroscopía FTIR para validación de observaciones satelitales y generación de mapas nacionales con la distribución espacial de gases contaminantes.
- Operación de la Red MAX\_DOAS de la Zona Metropolitana del Valle de México.
- Evaluación de los cambios, estacionalidad y tendencias de la composición atmosférica con métodos ópticos de percepción remota.

#### Aerosoles Atmosféricos

- Análisis de gases atmosféricos y evaluación de aerosoles mediante la caracterización física, química y biológica, su evolución y su impacto en el medio a nivel local, regional y planetario.
- Evaluación de los aerosoles con la variabilidad y el cambio climático, principalmente en zonas costeras y marinas.
- Desarrollo de investigaciones multidisciplinarias que integren conocimientos de procesos ambientales, atmosféricos y socioeconómicos para proporcionar alternativas en la solución de problemas relacionados con las partículas atmosféricas.
- Cuantificación de mercurio atmosférico en agua de lluvia y aerosoles atmosféricos en zonas urbanas, semiurbanas y rurales.
- Estudio de metales pesados y compuestos orgánicos como indicadores de contaminación atmosférica sobre bioindicadores ambientales.
- Estudio de ácidos orgánicos ligeros y pesados en agua de lluvia y aerosoles atmosféricos productos de contaminantes de smog fotoquímico.

#### Aerobiología

- Evaluación de partículas biológicas y compuestos biogénicos en la atmósfera.
- Evaluación de ambientes contaminados por material aeroparticulado y sus efectos a la salud.
- Efecto del ozono sobre la vegetación y la población bacteriana en bosques periurbanos y suburbanos.
- Toxicología inhalatoria en modelos in vivo e in vitro asociada a las partículas PM10 y PM2.5.

#### Área: GENOTOXICOLOGÍA Y MUTAGÉNESIS AMBIENTALES

- Evaluación de aerosoles orgánicos, su variabilidad espacial y estacional, fuentes emisoras, transporte y fuentes receptoras en la interfaz urbano-rural.
- Determinación del comportamiento de los hidrocarburos aromáticos policíclicos emitidos por fuentes vehiculares en diferentes condiciones microambientales.
- Evaluación de los efectos genotóxicos del aerosol orgánico total y fraccionado presentes en las PM2.5 del área metropolitana de la Ciudad de México.
- Establecimiento de biomonitores de genotoxicidad para diversos contaminantes ambientales en zonas urbanas y rurales y sus efectos en la población.
- Evaluación de daño genético en personas expuestas a contaminantes ambientales como plaguicidas, metales pesados, aeropartículas, gases, entre otros.
- Evaluación de mecanismos moleculares involucrados y el potencial de productos naturales ricos en antioxidantes, para contrarrestar el daño al ADN inducido por contaminantes atmosféricos.

- Desarrollo de nanopartículas y nanofibras para biomedicina ambiental.
- Estudios de biorremediación en agua y suelo.
- Evaluación de partículas biológicas y compuestos biogénicos en la atmósfera.
- Evaluación de ambientes contaminados por material aeroparticulado y sus efectos a la salud.
- Efecto del ozono sobre la vegetación y la población bacteriana en bosques periurbanos y suburbanos.
- Toxicología inhalatoria en modelos in vivo e in vitro asociada a las partículas PM10 y PM2.5.
- Evaluación de la calidad biológica del aire en regiones urbanas y rurales y su impacto en la salud (asma, alergia) y en la vegetación (organismos fitopatógenos).
- Detección morfológica, genómica y proteómica de microbiota atmosférica transportada en el aire intra o extramuros de zonas rurales y urbanas.
- Biomarcadores de contaminación ambiental (granos de polen).

## Impactos

Los proyectos de investigación a nivel nacional e internacional que se llevan a cabo en el DCA proveen de herramientas metodológicas y datos ambientales para determinar el origen y efectos causados por la contaminación ambiental química y biológica, así como sus repercusiones en sistemas biológicos, al ecosistema y la atmósfera. Con lo anterior se contribuye tanto al conocimiento científico, como a la planeación para un desarrollo social y económico que tome en cuenta los efectos en el ambiente. Por otra parte, el DCA ha planteado y establecido medidas de alerta, prevención y control para la población, que han sido usados por los sectores gubernamentales y académicos. Adicionalmente, a través de proyectos de investigación del DCA se ha contribuido con resultados científicos que apoyan a las autoridades para establecer las políticas públicas y ambientales, así como para proponer soluciones en los periodos de contingencias ambientales.

A través de los años, investigadores del DCA han con grupos interdisciplinarios de organismos gubernamentales como SEMARNAT, SAGARPA, CFE, PEMEX, SECITI-CDMX, y Gobierno de la CDMX, Gobiernos de los estados (Veracruz, Oaxaca, Tlaxcala y Estado de México, principalmente) en la realización de proyectos de gran escala, con importantes impactos sociales. Asimismo, colabora con diversas universidades de los estados de San Luis Potosí, Sonora, Sinaloa, Veracruz, Querétaro, Oaxaca, entre otros, ganando amplio reconocimiento en los diversos tópicos ambientales que se manejan en el DCA.

La enseñanza de las ciencias ambientales es una actividad permanente y muy activa por parte de un gran número de académicos del DCA, tanto a nivel licenciatura (en carreras como Ciencias de la Tierra, Ingeniería Química, Química, Física y Biología, principalmente), y en diversos Posgrados de la UNAM (Ciencias de la Tierra, Ciencias Biológicas, Química e Ingeniería Ambiental, entre otros). Esto permite la participación de estudiantes en proyectos de investigación, además de la dirección de tesis de licenciatura y posgrado por parte del personal del DCA. A futuro, estos estudiantes ingresarán al mercado de trabajo con una preparación que en México solo la ofrece el

DCA, o bien, se incorporarán a la academia donde continuarán y crearán nuevas líneas de investigación las cuales serán de vanguardia para el estudio de las Ciencias Ambientales en México.

La difusión de los resultados de las investigaciones que se realizan en el DCA es de gran importancia, por lo que una de las principales actividades ha sido su divulgación a través de diversos medios de comunicación como artículos de investigación, libros, conferencias, seminarios, entrevistas en radio, periódicos, gacetas, TV, e Internet, entre otros. Esto ha contribuido a la divulgación de la ciencia, dirigida a los ciudadanos, con el fin de crear una cultura y conciencia en beneficio del ambiente y en favor de un desarrollo económico y social en armonía con el ambiente.

### Fortalezas

El CCA es único centro de investigación en México que reúne investigación en áreas que enfatizan su carácter multidisciplinario, en particular, los grupos que conforman el DCA siguen líneas de investigación con ese carácter:

- *Fisicoquímica de la Atmósfera* donde se estudian las fuentes y los procesos que describen la emisión natural y antrópica de material particulado, gases traza precursores de ozono troposférico, aerosoles y gases de efecto invernadero, sus concentraciones y transformaciones químicas y físicas que involucran reacciones químicas, transporte y cambios de fase.
- La relación entre la generación de energía y el ambiente atmosférico para determinar su riesgo y beneficio ambiental.
- *Aerosoles Atmosféricos* donde se estudian los procesos físicos, químicos y biológicos relacionados con su formación, emisión, transformación y transporte.
- *Contaminación Ambiental* donde se determinan los problemas causados por ésta, buscando soluciones principalmente para los que tienen impacto en la población a nivel local, regional y nacional, aportando elementos científicos para la toma de decisiones en las gestiones de calidad del aire en México.
- *Espectroscopía y Percepción Remota* donde se observan los gases atmosféricos mediante satélites y estaciones terrenas, para determinar sus concentraciones y profundidad atmosférica, además de generar mapas nacionales con la distribución espacial de los gases contaminantes.
- *Ciencias Químico-Biológicas* que generan conocimientos básicos y aplicados en las áreas de Química, Genotoxicología y Mutagénesis Ambientales. Con éstos, se estudia la composición química de los aerosoles orgánicos atmosféricos y sus efectos genotóxicos y mutagénicos de los componentes orgánicos de la fase particulada de los aerosoles atmosféricos sobre diversos sistemas biológicos de prueba, y su evaluación de riesgo genotóxico por exposición a contaminantes ambientales como plaguicidas y metales pesados, entre otros.
- *Bioindicadores de contaminación ambiental* con los cuales se determinan la interacción entre la aeromicrobiota y partículas de origen biológico, como granos de polen, proteínas, esporas de hongos, toxinas, al igual que aeropartículas inorgánicas. Se estiman los niveles de exposición y sus efectos en la salud.

- *Aerobiología* que investiga, en el contexto de la contaminación intra y extramuros, la regulación de compuestos orgánicos volátiles y gases de efecto invernadero y emisiones de vegetales.

## Perspectivas

Por un lado, el DCA se encuentra inmerso en un contexto dinámico de problemas ambientales debido al crecimiento de las ciudades y la actividad económica, además de ser parte de una sociedad cada vez más demandante y consciente de los efectos dañinos por la contaminación atmosférica. Por otro lado, se abren grandes oportunidades para la investigación en temas ambientales gracias a los acelerados cambios tecnológicos en áreas como: la comunicación electrónica; cómputo digital; metrología; percepción remota aérea, satelital y terrena; técnicas de análisis químico y biológico; reconocimiento de patrones e inteligencia artificial, entre otros. Estas dos vertientes significan un reto que el DCA deberá aprovechar para identificar oportunidades, y orientar a la sociedad y tomadores de decisiones con base en criterios técnico-científicos: las decisiones que se tomen en las ciudades de México y sus entornos rurales en cuanto a generación de energía, alimentos, uso de suelo, transporte y movilidad, repercutirán de manera directa en nuestro entorno ecológico, social y económico para el futuro mediato.

El DCA continuará su actividad en la generación de conocimiento multidisciplinario en ciencias atmosféricas, ciencias ambientales y su interacción con la sociedad. Al mismo tiempo, se deberán ampliar y reforzar nuevos paradigmas de investigación en temas ambientales como aerobiología; exposición personal en microambientes y sus efectos en salud; redes de medición ambiental y su interacción con observaciones remotas; efectos de la contaminación en sistemas biológicos; técnicas computacionales y experimentales en flujos atmosféricos; inteligencia artificial aplicada a procesos atmosféricos. Para esto se necesitará expandir las capacidades de experimentación y observación, así como ampliar y mejorar el análisis químico y biológico. El DCA incorporará y participará en la generación de nuevas tecnologías, incluyendo la “química verde”, técnicas de medición de aerosoles a nivel molecular combinando alta resolución temporal y especificidad, redes de sensores personales y de bajo costo, flujos atmosféricos en microambientes, entre otros. Todo lo anterior implicará una constante actualización profesional del personal de investigación y técnico.

Debido al carácter multidisciplinario de la contaminación ambiental, el DCA ampliará y reforzará sus redes de colaboración interna al CCA, así como con instituciones universitarias y extrauniversitarias, colaborando en proyectos multinstitucionales nacionales e internacionales. El propósito será, por un lado, potenciar el conocimiento científico y los alcances sociales de las ciencias ambientales y salud mediante la colaboración interdisciplinaria, y por otro, generar recursos financieros complementarios para llevar a cabo las labores del DCA. Los hallazgos y nuevas metodologías basados en conocimientos y técnicas científicas formales, serán presentados a la sociedad y tomadores de decisión para orientar las políticas públicas.

El DCA participará activamente en la creación y desarrollo de la Licenciatura en Ciencias Ambientales dentro de la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra y continuará su participación docente en otras licenciaturas y otros posgrados. Debido a las capacidades de su personal e infraestructura, el DCA ofrece oportunidades de desarrollo de tesis, a todos niveles, única en el país.

## Metas a corto plazo

- Consolidar las líneas de investigación establecidas en el DCA.
- Reforzar el vínculo de las investigaciones del DCA con:
  - Salud pública.
  - Movilidad y transporte.
  - Generación de energía.
  - Economía ambiental.
- Incorporar el estudio de la exposición personal a contaminantes atmosféricos antrópicos y naturales.
- Estudiar efectos de la contaminación atmosférica en modelos biológicos (ratones y ratas).
- Incorporar el estudio de flujos atmosféricos a nivel de cañón urbano.
- Realizar proyectos encaminados al diseño y/o adaptación de sensores y obtención de datos ambientales.
- Incorporar disciplinas como inteligencia artificial (deep-learning) y reconociendo de patrones a estudios ambientales.
- Formalizar los procesos en los laboratorios de análisis químico y biológico para establecer trazabilidad.
- Fortalecer vínculos con la sociedad y tomadores de decisiones.
- Incorporar el uso de modelos de receptor para identificar fuentes de emisión de partículas.

## Acciones

Con el fin de alcanzar las metas propuestas se han definido las siguientes acciones:

- Fomentar y desarrollar proyectos institucionales e interinstitucionales integrales que propicien la investigación multidisciplinaria a nivel nacional e internacional.
- Para tener acceso a modelos biológicos realizar investigaciones conjuntas con grupos de Biomédicas, Veterinaria, INER, INCAN, etc.
- Acudir a fuentes nacionales e internacionales de financiamiento.
- Impulsar y apoyar a los técnicos académicos para su superación académica mediante la asistencia a cursos de actualización nacionales y en el exterior.
- Fortalecer los programas de formación de recursos humanos, tanto a nivel licenciatura como en los posgrados, siendo los más relevantes el de Ciencias de la Tierra, Ingeniería Ambiental y Ciencias Ambientales, Ciencias Biológicas y Química.
- Fomentar las actividades de intercambio académico nacional y en el extranjero, con el fin de invitar a realizar estancias académicas al CCA a investigadores expertos en diferentes áreas de las ciencias ambientales, así como llevar a cabo

visitas académicas de los investigadores del DCA a otras instituciones académicas del país o del extranjero.

- Fortalecer, consolidar e incrementar el uso de laboratorios comunes, compartiendo y adquiriendo equipos de vanguardia que incrementen la eficiencia en el trabajo técnico que se realice en las diferentes áreas de investigación que se desarrollan en el CCA.
- Consolidar el servicio de cómputo, así como adquirir software como *Matlab*, *ArcGis*, *Maple o Mathematica*, *Igor*, *EndNote*, *GC-image*, *Pegasus*, entre otros, que faciliten el manejo y el análisis de la información generada en las investigaciones que se realizan en el DCA.
- Difundir a través de foros científicos y públicos (radio, TV, gacetas, periódicos, páginas de internet, etc.) de las investigaciones que se realizan en el DCA, con el fin de informar y alertar a la población de la calidad del ambiente de la Ciudad de México y del resto de la República Mexicana.
- Promover foros para dar a conocer las investigaciones del DCA (y del CCA) a tomadores de decisión.
- Promover y fortalecer la Revista Internacional de Contaminación Ambiental y ATMÓSFERA, especializadas en la publicación de trabajos relacionados con Ciencias Ambientales.
- 

#### Metas a mediano plazo

- Creación de grupos de investigación que desarrollen o profundicen en temas como: Salud Ambiental (Modelación y evaluación de la exposición a contaminantes partículas-gases, aeroalérgenos y virus respiratorios).
- Ampliación y especialización en el estudio de:
  - Ciclo y captura del carbono (flujos en agua, aire y suelo).
  - Emisión de compuestos biogénicos.
  - Modelación climática y ambiental (contaminación urbana y rural).
  - Biorremediación de suelos y de agua.
  - Exposición humana a la contaminación y diseño urbano.

## ANEXO B: Plan de Desarrollo

### Departamento de Ciencias Atmosféricas

#### 1. Estructura

El Departamento de Ciencias Atmosféricas (DCATM) tiene una composición multidisciplinaria que le permite realizar investigación de frontera en diversas áreas con el fin de entender y modelar procesos atmosféricos y oceánicos en distintas escalas, así como sus impactos en sistemas naturales y humanos. El Departamento ha tenido una participación fundamental en el desarrollo de las ciencias de la atmósfera en México tanto en investigación, en formación de recursos humanos, así como en asesoría a distintas instancias públicas en cuanto a problemas nacionales. Desde la creación del CCA, el DCATM ha contado con investigadores y grupos pioneros en México en temas de gran relevancia tales como modelación del clima, cambio climático, pronóstico de variables atmosféricas y oceánicas, dispersión de contaminantes atmosféricos, y en el estudio de los impactos de cambio y variabilidad climáticos en sistemas naturales y humanos.

Actualmente, el DCATM está formado por los siguientes grupos de investigación (en orden alfabético):

**Cambio climático:** Tiene como objetivo conocer el sistema climático y generar estudios sobre cambio climático que sirvan para reducir la vulnerabilidad del país ante el cambio y que ayuden a los diferentes sectores a decidir las mejores estrategias de adaptación y de mitigación.

**Clima y sociedad:** Lleva a cabo investigaciones multidisciplinarias en temas relacionados con clima, cambio y variabilidad climáticos, así como clima urbano con el fin de evaluar las consecuencias que los fenómenos climáticos tienen en la sociedad y la capacidad de la misma para alterar el clima.

**Física de nubes:** Las investigaciones realizadas en este grupo se enmarcan en el contexto de la microfísica de nubes, que involucra los procesos de formación y desarrollo de las partículas de nube y precipitación.

**Hidrología y meteorología:** Se enfoca en estudios de meteorología tropical, procesos de convección atmosférica, hidrología superficial e isotópica en cuencas y en la interacción superficie-atmósfera y eventos extremos de precipitación.

**Interacción micro y mesoescala:** Aborda tanto proyectos experimentales como estudios teóricos sobre caracterización y modelado de partículas de aerosol en áreas urbanas y remotas, microfísica, química y dinámica de nubes convectivas, transporte a mesoescala y depósito de partículas contaminantes, aerosol-nubes-precipitación-clima, electrificación de nubes e intensificación de ciclones tropicales.

**Interacción océano-atmósfera:** Realiza estudios de interacción entre el océano y la atmósfera; desarrollar la modelación numérica y la capacidad para realizar pronósticos

operativos de la atmósfera y el océano; colaborar en el desarrollo del Atlas Climático Digital de México, entre otros y sus líneas de investigación son: Interacción océano-atmósfera, clima, circulación costera y modelación numérica.

**Modelación matemática de procesos atmosféricos:** tiene como objetivo desarrollar investigación en dinámica y estabilidad de los fluidos, dinámica de la atmósfera, transporte, estimación y control de contaminantes, control de emisiones industriales, así como en esquemas numéricos y modelación matemática.

**Modelos climáticos:** Su propósito es desarrollar investigación para la modelación climática, aplicada al pronóstico mensual y estacional, especialmente en el territorio nacional; a la simulación del paleo-clima y del cambio climático global, al balance termo-hidrológico de las cuencas mexicanas, al balance de energía térmica en los océanos y en particular en el Golfo de México.

La investigación del Departamento se puede agrupar en tres grandes rubros:

- Estudios observacionales y experimentales
- Modelación del sistema climático
- Interacción con sistemas naturales y humanos

Dicha agrupación en temas transversales puede facilitar la discusión sobre las fortalezas, áreas de oportunidad y necesidades actuales, así como sobre la visión del Departamento y necesidades en el corto, mediano y largo plazos.

## 2. Diagnóstico

El DCATM tiene un enfoque moderno y multidisciplinario en ciencias de la atmósfera. El Departamento publica consistentemente en las revistas científicas más importantes en los distintos temas relacionados con ciencias de la atmósfera que trabaja, sostiene una relación estrecha con el sector público en temas de interés nacional, además de proveer servicios e información a la sociedad en general. El DCATM participa activamente en la formación de recursos humanos especializados y contribuye de forma sustancial en el Posgrado en Ciencias de la Tierra, así como en la Licenciatura en Ciencias de la Tierra de la UNAM.

Desde la elaboración del plan de desarrollo anterior, el DCATM ha tenido importantes transformaciones que han permitido incrementar su capacidad de investigación y su relevancia. El Departamento ha incorporado investigadores jóvenes enfocados en distintos aspectos de las ciencias de la atmósfera, lo cual constituye una importante oportunidad en términos de planeación y desarrollo. También ha incrementado de manera importante su infraestructura, en particular en cuanto a su capacidad en cómputo científico.

Sin embargo, estos logros no empatan las crecientes necesidades de investigación del país y la región en lo referente a ciencias de la atmósfera. La planta académica e infraestructura actuales son claramente insuficientes y se requiere un apoyo sostenido considerablemente mayor al que ha recibido hasta ahora.

El DCATM enfrenta importantes retos en términos de mantener y consolidar líneas de investigación que actualmente forman parte importante del CCA y ampliar su

investigación a algunas áreas prioritarias que no se han abordado, que se abordan tangencialmente o que se perdieron (e.g., huracanes, clima urbano, meteorología). En años recientes, los esfuerzos se han concentrado en este último grupo y la tarea de asegurar la permanencia de aquellas áreas que actualmente definen al CCA ha quedado, en gran medida, pendiente. Con el personal académico actual, se corre el riesgo de que en un periodo de 5 a 15 años se pierdan muchas de estas áreas o se vean disminuidas considerablemente.

### 3. Objetivos a corto, mediano y largo plazos

#### 3.1 *Incrementar la colaboración entre los grupos de investigación.*

A pesar de que existen numerosos casos de colaboración al interior del DCATM y con los demás departamentos del CCA, existe un gran potencial de colaboración que todavía no se ha aprovechado. Dada la conformación y características del DCATM y el CCA, impulsar aún más la investigación multigrupo, multidisciplinaria y con un enfoque integral contribuiría a incrementar su relevancia y a posicionar aún más al CCA como un referente nacional y regional en ciencias de la atmósfera.

#### Acciones

##### *Mejorar la difusión de la investigación que realiza el DCATM.*

Una condición necesaria para que la colaboración entre grupos se realice es que la investigación que desarrollan se conozca tanto al interior del DCATM y del CCA, como externamente. Para ello se proponen las siguientes acciones:

- Realizar un resumen periódico sobre las publicaciones realizadas por miembros del Departamento, así como de los proyectos que actualmente se están desarrollando y de las noticias más importantes. Esta información se puede difundir al interior del departamento/CCA mediante correos electrónicos periódicos y, más ampliamente, mediante la página de internet del CCA en su sección de noticias, así como en secciones nuevas que conserven un registro de esta información.
- Realización de reuniones académicas periódicas en las que se presenten los avances de investigación de los grupos del CCA, que promuevan la retroalimentación y sirvan para detectar oportunidades de colaboración entre los distintos grupos del DCATM/CCA.

##### *Estimular la realización de proyectos multigrupo/multidepartamento y la integración en proyectos institucionales del CCA*

- Se plantea la creación de apoyos institucionales para la realización de proyectos que involucren al menos dos grupos de investigación del CCA. Estos apoyos no tienen como objetivo financiar investigaciones completas, sino ayudar a iniciarlas y pueden consistir en apoyo puramente institucional, así como en pequeños recursos semilla. Estos proyectos serán evaluados por Consejo Interno y se considerarán propuestas particularmente atractivas aquellas que involucren la formación de recursos humanos especializados.

- Creación de grupos de apoyo en temas de investigación transversales en el DCATM. Como se mencionó anteriormente, la investigación que se realiza en el CCA típicamente tiene un carácter multidisciplinario. Con el fin de estimular la colaboración entre investigadores se propone la creación de grupos voluntarios de expertos en temas transversales a los cuales pueda acudir la comunidad del CCA. Ejemplos de dichos temas transversales son modelación, cómputo, estadística, meteorología, cambio climático, entre otros.
- Fomentar la participación de miembros del DCATM en los proyectos institucionales del CCA tales como Atmósfera, Revista Internacional de Contaminación Ambiental, RUOA, PEMBU y UNITAMOS. Se propone que se otorgue reconocimiento especial en las evaluaciones académicas a los académicos del Departamento que participen activamente en dichos proyectos.

### 3.2 *Fomentar la consecución de metas de investigación*

Los sistemas de evaluación académica en México no necesariamente son propicios para el desarrollo científico ni de la carrera profesional de los académicos. Por lo general, estos sistemas son muy rígidos y no aprovechan las características, ventajas comparativas individuales ni situaciones de coyuntura. Adicionalmente, en términos de planeación, la falta de flexibilidad de estos sistemas de evaluación no facilita alcanzar metas de desarrollo particulares (e.g., incrementar la producción científica, la realización de proyectos externos, docencia y formación de recursos humanos, realizar investigación básica o aplicada de mayor riesgo) que el DCATM o la dependencia quisieran lograr ya que no permiten orientar los esfuerzos de investigación hacia ellas.

Aun cuando el personal académico del DCATM y el CCA están sujetos a los criterios de evaluación existentes al interior de la UNAM y del país, existe oportunidad de flexibilizar los criterios de evaluación al interior de la dependencia de tal forma que sus académicos puedan utilizar de una manera más eficiente sus esfuerzos y tiempo para alcanzar los objetivos individuales o colectivos que se planteen. Claramente esto no modifica necesidad de cumplir con las exigencias de las evaluaciones periódicas externas a la dependencia ni la necesidad de cumplir con los requisitos para obtener promociones, pero sí permitiría, por ejemplo, aprovechar situaciones de coyuntura, fortalezas y poder dedicar mayor esfuerzo para trabajar en áreas de oportunidad.

#### Acciones

##### *Enfocar evaluaciones anuales internas en el cumplimiento del plan de trabajo anual aprobado por el Consejo Interno y el DCATM*

- Actualmente, las evaluaciones internas requieren que los miembros del CCA muestren en su informe anual el cumplimiento de metas estandarizadas para investigadores y técnicos académicos. Sin embargo, este enfoque frecuentemente no facilita aprovechar momentos de coyuntura, así como alcanzar metas de investigación individuales o colectivas. Se propone que los académicos puedan solicitar que, para un año dado, se les permita enfocar sus esfuerzos en alcanzar metas particulares (e.g., someter publicaciones, realizar proyectos de investigación de gran escala, graduar estudiantes, entre otros), contando con la opinión del grupo de adscripción, el DCATM y la aprobación de Consejo Interno. Tanto el DCATM como el Consejo Interno tendrían la

función de asegurar que las metas individuales sean consistentes con aquellas de la dependencia. El plan de trabajo anual plasmaría estas metas individuales y constituiría la base para evaluar el desempeño académico de los miembros del DCATM. Los académicos que soliciten esta flexibilidad en la evaluación son responsables únicos de que las metas anuales que plantean sean acordes con las evaluaciones periódicas externas a la dependencia.

- Apoyo a investigadores jóvenes del programa SIJA. Actualmente, los investigadores SIJA (Investigadores Asociados C) constituyen una de las oportunidades más importantes para fortalecer el DCATM. Dichos investigadores enfrentan tiempos considerablemente más cortos para lograr los productos necesarios para promoverse que otros académicos con la misma categoría. Con el fin de facilitar su integración al CCA, fomentar su colaboración con los grupos de la dependencia y que alcancen los productos de investigación que se les requiere, se propone que la carga de trabajo en tareas institucionales, difusión de la ciencia y en algunos casos docencia se les imponga de manera gradual y que en su primer año puedan dedicarse al desarrollo de investigación. Esta propuesta busca únicamente facilitar la consecución de las metas del programa SIJA, las cuales deben ser cumplidas en tiempo y forma. Los investigadores SIJA y aquellos investigadores titulares a los que están asociados son responsables de asegurar que se logren dichas metas.

### *3.3 Incrementar la formación de recursos humanos especializados en las distintas áreas de ciencias de la atmósfera*

El DCATM tiene un papel fundamental en la formación de recursos humanos en los distintos niveles y áreas de ciencias de la atmósfera, tanto a nivel nacional como regional. Un objetivo central del Departamento es incrementar el número de estudiantes graduados en los distintos niveles y la calidad de la formación que reciben. El Departamento también tiene un importante compromiso con la formación de recursos humanos en otras disciplinas, así como en la profesionalización de servidores públicos y de otros sectores de la sociedad. Las características y conformación del DCATM lo hacen singular en México en cuanto a la oferta en materia de docencia y formación de recursos humanos. Se considera que el DCATM tiene gran potencial de desarrollo en estos aspectos.

#### *Acciones*

- Posgrado en Ciencias de la Tierra y en la Licenciatura en Ciencias de la Tierra. Se propone revisar la oferta de cursos que ofrece el DCATM, su contenido y secuenciación, con el fin de incrementar el nivel académico y pertinencia de los mismos.
- Participar activamente en la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra. El DCATM estuvo involucrado directamente en la creación de varios programas de la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra y su reciente creación provee una importante oportunidad para la formación de recursos humanos en temas centrales del Departamento.
- Fomentar la participación en otros posgrados. Dada su conformación, el DCATM tiene la capacidad de contribuir a la formación de recursos humanos

con una visión multidisciplinaria e integral en una gran variedad de posgrados al interior de la UNAM y en otras instituciones académicas del país.

- Incrementar la oferta de cursos, diplomados y talleres a través del sistema de educación continua.

### *3.4 Mejorar el posicionamiento del DCATM/CCA en la UNAM, así como a nivel nacional e internacional*

Actualmente, el DCATM realiza investigación de frontera en diversas áreas y cuenta con integrantes reconocidos a nivel nacional e internacional. Sin embargo, existe aún gran potencial para mejorar el posicionamiento del DCATM tanto al interior de la UNAM como a nivel nacional e internacional.

#### *Acciones*

- Fomentar la participación de académicos del Departamento en cuerpos académicos nacionales e internacionales
- Fomentar la participación de miembros del DCATM en proyectos sobre problemas nacionales
- Fomentar la participación de académicos del Departamento en proyectos internacionales de observación, experimentación y modelación
- Realizar esfuerzos mayores para promover los productos de investigación del DCATM tanto al interior de la UNAM como al exterior de la misma
- Impulsar las tareas de divulgación y difusión de la ciencia
- Incrementar la oferta de productos de investigación en el sitio de internet del CCA
- *Atmósfera* es la revista más importante de América Latina en ciencias de la atmósfera. Los miembros del DCATM asumen el compromiso de participar activamente en tareas editoriales y de promoción con el fin de incrementar su impacto y posicionamiento regional y global.

### *3.5 Requerimientos de incorporación de personal académico del DCATM*

El DCATM cuenta con un rezago histórico en cuanto al personal académico requerido para responder a las necesidades del país en investigación, docencia y formación de recursos humanos en ciencias de la atmósfera. A pesar de los logros obtenidos en años recientes, el DCATM está aún lejos de contar con integrantes suficientes para abarcar temas prioritarios para el país que actualmente no se estudian o se estudian tangencialmente, e inclusive para garantizar la permanencia de áreas de investigación que forman parte central del CCA. Se estima que el Departamento debería, al menos, duplicar su planta en los próximos 10-15 años. Una dificultad adicional es que, dado el rezago a nivel nacional en ciencias de la atmósfera, la disponibilidad de académicos en estas áreas es reducida y por lo tanto, al menos en el futuro cercano, probablemente se requerirá la incorporación de académicos extranjeros en temas prioritarios.

## Acciones

En el corto plazo, el DCATM integrará una propuesta para un Programa de Apoyo Especial para el Desarrollo de Ciencias de la Atmósfera en México a la administración del CCA con el fin de exponer la importancia y necesidades en este campo a las autoridades centrales de la UNAM. Esta propuesta estará conformada por los apartados que se describen a continuación:

### Elaboración de un programa de continuidad para áreas centrales de investigación en el DCATM

Actualmente el DCATM enfrenta el riesgo de que en el mediano plazo (5-15 años) varias de las áreas de investigación actuales se pierdan o se vean disminuidas de manera importante. En muchos casos, el DCATM es líder en México en estas áreas o son únicas en el país, lo cual hace que sea de singular importancia que la UNAM asegure su continuidad. De esta forma, el Departamento recomienda la elaboración de un Programa Estratégico para la Continuidad en Investigación en Ciencias de la Atmósfera. Este documento identificará los perfiles de contratación necesarios en los tres rubros generales de investigación enunciados en el apartado 1 del presente plan de desarrollo, las prioridades y tiempos que aseguren la continuidad en las áreas centrales de investigación del Departamento. Una primera evaluación sugiere que, dado el cambio generacional, los rubros con mayores riesgos en cuanto a continuidad de áreas centrales de investigación son modelación del sistema climático e interacción con sistemas naturales y humanos. Este apartado describirá las necesidades actuales en términos de infraestructura y apoyo a la investigación.

### Elaboración de un programa de incorporación de académicos en líneas de investigación prioritarias para el DCATM

Durante años recientes, se logró incorporar un número de investigadores en temas que no se abordaban o que eran incipientes en el DCATM. Sin embargo, se requiere un esfuerzo importante para recuperar líneas como clima urbano, meteorología tropical, reforzar las áreas de simulación numérica de procesos atmosféricos, verificación y asimilación de datos y modelación climática, así como el estudio de los efectos del cambio y variabilidad climáticos en sistemas naturales y humanos. Este apartado incluirá las necesidades estimadas en infraestructura y recursos de apoyo a la investigación.

De forma paralela, se plantea ampliar programas de profesores invitados, ya sea mediante realización de sabáticos, estancias cortas de investigación o de impartición de cursos especiales en temas que requieran reforzarse o iniciarse en el DCATM o que complementen nuestros enfoques. Esto contribuirá también a la formación de recursos humanos así como a aumentar la colaboración con grupos de investigación en otras instituciones a nivel nacional e internacional.

## ANEXO C: Departamento de Instrumentación y Observación Atmosférica

### 1. Antecedentes

El Departamento de Instrumentación y Observación Atmosférica se creó en el 2014 con el objetivo de integrar los esfuerzos e iniciativas del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) en el ámbito de la observación de parámetros atmosféricos y ambientales, y poner a disposición de la comunidad la información generada de manera eficiente y transparente. Entre sus objetivos están el apoyo al diseño e implementación de equipo instrumental basado en las tecnologías más avanzadas para la observación del sistema atmosférico; el mantenimiento de redes observacionales; y el desarrollo de nuevas herramientas para el resguardo y estandarización de información atmosférica y ambiental.

### 2. Estructura

El departamento cuenta con las siguientes áreas para el apoyo de los trabajos de desarrollo experimental del Centro, de sus proyectos institucionales y las colaboraciones que sostiene con otras instituciones:

#### *Laboratorio de Instrumentación*

Área enfocada en el diseño y desarrollo de instrumentos meteorológicos y dispositivos electromecánicos para la investigación científica, la asesoría técnica en materia instrumental a proyectos de investigación, y el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de monitoreo atmosférico y ambiental.

#### *Taller Mecánico*

Espacio dedicado al desarrollo y fabricación de componentes mecánicos en apoyo a los proyectos de investigación. Se diseñan dispositivos y se da asesoría relacionada con la manufactura y funcionamiento de componentes mecánicos.

#### *Laboratorio de Calibración*

Área dedicada al desarrollo e implementación de protocolos estandarizados de calibración de equipo de monitoreo atmosférico y ambiental. Posee la capacidad de dar servicio de calibración con trazabilidad metrológica a sensores meteorológicos de temperatura del aire, humedad relativa y presión atmosférica, para proyectos internos y externos al CCA.

#### *Unidad de Ingeniería y Desarrollo*

Área dedicada a implementar soluciones integrales de instalación y operación de observatorios y estaciones meteorológicas, desde el acondicionamiento del sitio de

instalación hasta el mantenimiento continuo de los sensores. El área desarrolla también herramientas computacionales y de software para la medición, recepción, almacenamiento, procesamiento, estandarización, resguardo y liberación al usuario de la información proveniente de las diversas plataformas de monitoreo (estaciones de medición, satélites, y otras).

El personal adscrito al departamento, aunque identificado con alguna de las áreas que lo conforman de manera más específica, se involucra de manera fluida con el resto de la estructura y contribuye al desarrollo de todos los proyectos.

### 3. Proyectos

#### - *Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS)*

UNIATMOS es un proyecto institucional del CCA; consiste en una plataforma a través de la cual se crean, desarrollan y mantienen un conjunto de bases de datos de climatología continental, atmosférica y oceánica, que incorporan escenarios de cambio climático, parámetros bioclimáticos, aspectos socioeconómicos y variables ambientales, con sus correspondientes visualizaciones cartográficas. Estas bases de datos se encuentran estructuradas como Datos Abiertos Interoperables mediante metadatos geoespaciales de acuerdo a estándares internacionales, y se encuentran contenidas en repositorios institucionales.

Esta Unidad representa un apoyo permanente y sistemático para proyectos de investigación del Centro, una gran cantidad de instituciones de investigación y educación superior, públicas y privadas, así como organismos gubernamentales y no gubernamentales, tanto nacionales como del extranjero. Es responsable de la creación y mantenimiento del Atlas Climático Digital de México (ACDM), colabora con la Coordinación de Colecciones Universitarias Digitales de la UNAM (CCUD) en el desarrollo de repositorios geoespaciales, y desarrolla el proyecto Repositorio Institucional del Centro de Ciencias de la Atmósfera y su interoperabilidad con el Repositorio Nacional de Datos Abiertos. En 2014 recibió el premio internacional *Latin America Geospatial Excellence Award de Geospatial Media*.

#### - *Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU)*

Desde su creación en 1991, el PEMBU es un proyecto permanente que vincula al bachillerato de la UNAM con la investigación científica a través la operación de 14 estaciones meteorológicas instaladas en todos los planteles de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la Zona Metropolitana del Valle de México. Las estaciones envían la información en tiempo real al CCA, donde se coordinan en conjunto con los encargados respectivos de cada estación, las actividades de operación, mantenimiento, control de calidad y disponibilidad de los datos.

Entre sus objetivos están promover la realización de proyectos de investigación que hagan uso de la información meteorológica obtenida en los planteles, fortalecer en los alumnos una formación científica que afirme vocaciones, propiciar la vinculación de alumnos y profesores del bachillerato con especialistas de este campo de estudio y contribuir al desarrollo de proyectos multi-disciplinarios en la comunidad académica de la UNAM.

#### - *Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA)*

La RUOA es un proyecto de la UNAM que busca impulsar la investigación y la docencia de las ciencias atmosféricas ampliando la disponibilidad de datos atmosféricos y ambientales en observatorios atmosféricos y estaciones meteorológicas albergadas en diferentes localidades con perfil académico del país. A través de la interdisciplina y la cooperación institucional, este ambicioso proyecto busca proveer de información atmosférica relevante y confiable para el estudio y solución de los retos emergentes que enfrenta el planeta en materia de contaminación atmosférica, cambio climático, recursos hídricos, y seguridad alimentaria entre otros.

La RUOA ha logrado la creación de una red instrumental permanente con capacidad de crecer a partir de esfuerzos compartidos entre diversas entidades de la UNAM y otras instituciones de investigación del país. La red busca fortalecer la capacidad de observación de parámetros atmosféricos y ambientales de alta calidad y relevancia para fomentar la investigación, la formación de especialistas y la docencia en las áreas de las ciencias atmosféricas y ambientales. Dentro de las actividades de la red están implementar los estándares internacionales de adquisición de parámetros físicos, químicos y biológicos en los observatorios y estaciones participantes, y proponer lineamientos para su procesamiento, control de calidad y almacenamiento, de modo que sirvan como referencia para ésta y otras redes nacionales. Toda la información generada es puesta a disposición de académicos y público en general de manera transparente, abierta y gratuita.

#### 4. *Eventos y cursos*

##### *Curso para Profesores del Bachillerato*

Cada año se imparte un curso de una semana a profesores pertenecientes al bachillerato de la UNAM. El objetivo del curso es proveer a los maestros de herramientas para asesorar a sus alumnos en el desarrollarlo de proyectos de investigación en los que utilicen datos de la red del PEMBU.

##### *Día Meteorológico Mundial*

Durante los últimos 7 años, se ha organizado en el CCA un evento en marzo para conmemorar este día y fortalecer el vínculo entre los alumnos del sistema de bachillerato de la UNAM con la investigación meteorológica. En éste se exponen los mejores proyectos de investigación propuestos por los diferentes planteles de las ENP y CCH, de forma oral o en cartel, y se llevan a cabo actividades complementarias (demostraciones, conferencia magistral, concurso de fotografías, premiaciones, etc.).

##### *Participación en la Escuela de Verano de Ciencias Atmosféricas*

El departamento a través de la RUOA, apoya de manera presencial y económica esta escuela a la que asisten estudiantes de licenciatura en ciencias de la tierra y áreas afines de todo el país.

### *Cursos de capacitación y difusión*

Los miembros del departamento participan activamente en la impartición de cursos especializados y en el desarrollo de eventos académicos, difundiendo los avances de los proyectos mencionados.

### 5. Planes a futuro

En general, el departamento pretende en este periodo dar continuidad a las actividades y proyectos descritos, con el fin de no sólo mantener su operación, sino mejorar las capacidades y el alcance de los mismos. El personal adscrito a este departamento continuará dando los apoyos técnicos requeridos por los grupos de investigación del CCA y otras entidades académicas, siempre buscando mantenerse capacitado y al tanto de las nuevas tecnologías. Asimismo, se continuará con la formación de recursos humanos especializados a través de la dirección de tesis, servicios sociales, capacitaciones e impartición de cursos. Particularmente se buscará aumentar el vínculo de las capacidades adquiridas en el departamento con otras dependencias de la UNAM y otras instituciones del país.

Los proyectos ya consolidados de PEMBU y RUOA buscarán seguir mejorando sus procesos de adquisición, control de calidad y estandarización de datos, se continuará el desarrollo de productos gráficos y herramientas web que faciliten el acceso a la información por los usuarios para ofrecer productos cada vez más amigables y útiles para la investigación y docencia. Ambos proyectos aprovecharán el interés que otras instituciones de la UNAM y del país han mostrado para incorporar nuevos observatorios y estaciones a las redes existentes para ampliar su cobertura y contribución.

- El PEMBU continuará el desarrollo e implementación de un equipo de registro de datos propio que flexibilizará su capacidad de adquisición de datos y el control sobre los mismos. En materia de docencia incorporará su curso a profesores del bachillerato a la oferta de *Educación Continua* de la UNAM, y trabaja para ponerlo a disposición de otras instituciones de nivel medio superior de la Ciudad de México que han expresado interés en el mismo. Buscará además ampliar los mecanismos de promoción de la investigación y desarrollo de tecnología entre los alumnos de bachillerato basándose en la retroalimentación recibida de los profesores y alumnos participantes en el programa.
- La RUOA continuará el desarrollo de manuales y de cursos de capacitación para los encargados de los observatorios y estaciones. En colaboración con el Laboratorio de Calibración, se trabajará para adquirir la capacidad de calibrar analizadores de gases de efecto invernadero con trazabilidad metrológica. De este modo, se consolidará la contribución de la red a las observaciones globales de niveles de gases de efecto invernadero a través de la estandarización de estas mediciones siguiendo los lineamientos de adquisición de datos y calibración de equipos de la *Global Atmospheric Watch*. Seguirá además buscando establecer colaboraciones con otras instituciones que deseen contribuir tanto con observaciones como con nuevos desarrollos enfocados en el uso de la información.
- El Laboratorio de Calibración buscará extender sus capacidades de calibración con trazabilidad al resto de los sensores meteorológicos más comunes.

- Se continuará en UNIATMOS estableciendo los mecanismos para la elaboración de un repositorio institucional que contenga la información generada por los diferentes proyectos que se realizan en el Centro.

## ANEXO D: Secretaría Administrativa

### 1. Objetivo General

Colaborar en la planeación, organización, dirección y control de los recursos humanos, financieros, materiales, tecnológicos y servicios de apoyo generales necesarios para realizar las actividades administrativas requeridas que contribuyan para el logro de los objetivos de las diversas áreas que componen el Centro de Ciencias de la Atmósfera.

### 2. Estructura

La Secretaría Administrativa está conformada por los siguientes departamentos de apoyo y gestión:

#### 2.1 *Departamento de Personal*

Administrar eficientemente todos los asuntos relacionados con el personal investigador, académico, funcionario, de confianza y administrativo de base que permita garantizar un clima laboral sano y estable dentro del marco de la Normatividad Universitaria.

#### 2.2 *Departamento de Contabilidad y Presupuesto*

Controlar los recursos financieros del Centro con la finalidad de presentar información financiera confiable y oportuna derivado del ejercicio presupuestal, captación de ingresos extraordinarios así como de los recursos recibidos por los diversos proyectos de investigación.

#### 2.3 *Departamento de Bienes y Suministros*

Realizar la adquisición al mejor costo y oportunidad de los diversos insumos, materiales y equipos necesarios para la operación de las áreas del Centro, así como controlar eficientemente el inventario patrimonial del mismo.

### 3. Acciones

La Secretaría Administrativa en conjunto con las áreas que la integran, llevará a cabo las siguientes acciones que coadyuven a que la gestión administrativa del CCA sea mas eficiente y asimismo dar cumplimiento a la Normatividad Universitaria vigente:

- Mantener un clima laboral sano, estable y respetuoso entre todos los integrantes de la comunidad del CCA.
- Mantener actualizada permanentemente la plantilla de personal del CCA, realizando todos los movimientos de personal en oportunidad.

- Incrementar la eficiencia de los procesos administrativos de cada una de las áreas de la Secretaría Administrativa que permita identificar áreas de oportunidad y generar una mejora en los servicios proporcionados.
- Fortalecer el cumplimiento del Sistema de Gestión de Calidad de la UNAM de conformidad a la Normatividad Universitaria que permita satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros usuarios y partes interesadas.
- Implementar el Manual de Organización y Procedimientos en el CCA de acuerdo a los lineamientos establecidos en la UNAM.
- Participar en las actividades programadas para la realización de anteproyecto de presupuesto, plan de inversión y actualización de matriz de indicadores de resultados que permitan obtener los recursos financieros suficientes para el CCA por parte de la Dirección General de Presupuesto.
- Integrar los reportes financieros requeridos por las instancias correspondientes de los diversos proyectos del CCA así como mantener información financiera actualizada en los sistemas de consulta del mismo.
- Controlar eficientemente el inventario patrimonial del CCA así como mantener actualizados los resguardos del mismo, con la finalidad de proporcionar información confiable ante la Dirección General de Patrimonio Universitario.
- Realizar las diversas adquisiciones requeridas para la operación de todas las áreas de CCA de conformidad a los criterios establecidos en la Normatividad Universitaria.
- Promover el uso de tecnologías de la información y comunicación institucionales que permitan incrementar la eficiencia en las actividades y operaciones del CCA.