
las ciencias atmosféricas: investigación, enseñanza y aplicaciones

Por Julián Adem Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM

En los años 20 se inicia la época de la Meteorología moderna con el descubrimiento del frente polar por Berkjnes y Söberg en Bergen, Noruega. Este descubrimiento sentó las bases para la Meteorología Sinóptica y sus aplicaciones a la predicción del tiempo a corto plazo.

En los años 30 se inventa la radiosonda que permite obtener datos de las capas superiores de la atmósfera. Las observaciones utilizando radiosondeos conducen al descubrimiento de la corriente en chorro por Rossby y sus colaboradores en los Estados Unidos, y a la elaboración de la teoría de las ondas planetarias de Rossby. Además, Rossby descubrió la conservación de la vorticidad, que dio lugar al modelo de dinámica de fluidos más sencillo que existe, para la predicción del tiempo: el modelo barotrópico.

A principios de la década de los 50, la invención de las computadoras electrónicas abre nuevas oportunidades al desarrollo de las Ciencias Geofísicas,

y en particular al de las atmosféricas. En el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, Von Neuman, eminente matemático, y pionero de las computadoras electrónicas, en colaboración con los famosos meteorólogos Charney y Fjortoft, lleva a cabo con éxito, la primera predicción numérica del tiempo que inicia la era de los modelos fisicomatemáticos de predicción, utilizando para ello, el modelo barotrópico propuesto por Rossby, y la computadora electrónica que tenía entonces a su disposición. Dicho trabajo fue publicado en 1950 en la revista "Tellus" editada en Suecia.

La posibilidad de hacer predicción numérica del tiempo, abre una nueva etapa en la investigación de las Ciencias de la Atmósfera, creándose con ese motivo dos centros donde se empezaron a resolver los problemas para desarrollar esta especialidad. Uno de los centros fue la Unidad de Predicción Numérica del Tiempo en Washington, que después habría de transformarse en el Centro Nacional de

Meteorología, y el otro, el Instituto Internacional de Meteorología de la Universidad de Estocolmo.

También en los años 50, y desde el verano de 1946 en que Schaefer hizo el gran descubrimiento de los núcleos de condensación y su posible utilización en la estimulación de la lluvia, se dio inicio a los estudios modernos de física de nubes.

En esa misma década, se iniciaron los estudios de química atmosférica a una escala sinóptica y, se empezó a estudiar seriamente la contaminación atmosférica.

Durante los años 1957 y 1958, se llevó a cabo el Año Geofísico Internacional, acontecimiento sin paralelo en la historia de la ciencia, en el que todos los países del mundo se pusieron de acuerdo para recabar datos geofísicos en forma coordinada, lo cual permitió establecer bancos más completos de datos que condujeron a nuevos descubrimientos en las Ciencias Geofísicas.

las ciencias atmosféricas: investigación, enseñanza y aplicaciones

cas y en particular en las Atmosféricas.

Como un corolario del Año Geofísico Internacional se pusieron en órbita satélites artificiales, cuyo objetivo era establecer plataformas de observación del planeta Tierra desde el exterior.

Se inicia, entonces, la era de los satélites artificiales, que da gran ímpetu a los estudios del espacio exterior y, además, proporciona datos geofísicos en regiones donde no es posible tener observatorios, por ejemplo las áreas oceánicas.

Se ponen en órbita varios satélites meteorológicos y se crea una nueva rama, la Meteorología de Satélite, cuyo objetivo es reducir los datos transmitidos por el satélite a datos útiles en meteorología.

Como una continuación del Año Geofísico Internacional, se establecen los centros mundiales de datos, con sede, en Washington, y Moscú.

En los años 60 había gran optimismo y mucho estímulo para llevar a cabo investigaciones en Ciencias Atmosféricas; la disponibilidad de datos cada vez más completos a escala planetaria y

de nuevas generaciones de computadoras electrónicas, hizo posible el desarrollo de modelos de predicción más avanzados. Se empezaron a desarrollar los modelos de ecuaciones primitivas y modelos para explicar con todo detalle las circulaciones generales de la atmósfera y de los océanos y, sus interacciones. Entre los investigadores que hicieron contribuciones en estas áreas debemos mencionar a Smagorinsky, Leith, Mintz, Arakawa, Manabe y Bryan.

En la misma década de los 60 aparecen los modelos termodinámicos del clima, de los cuales el primero fue desarrollado en México, en el Instituto de Geofísica de la UNAM y fue publicado en 1961, en la revista "Tellus". En 1965, este modelo fue adaptado en el Centro Nacional de Meteorología de Estados Unidos para hacer predicciones de las anomalías mensuales de temperatura y precipitación, a una escala hemisférica.

En 1968, Budyko y Sellers publican sus resultados utilizando modelos termodinámicos, en los que se introduce un mecanismo de retroalimentación entre la cubierta de hielo y el campo de temperatura.

En los años 80 existen ya modelos termodinámicos del clima, altamente sofisticados para estudiar el clima y sus fluctuaciones. Estos modelos se utilizan para estudiar el efecto del cambio de ciertos factores en el clima, tales como el bióxido de carbono atmosférico, la constante solar, el polvo y las cenizas introducidas en la atmósfera por las erupciones volcánicas, y se intenta hacer predicciones climáticas. La química atmosférica y sus aplicaciones a la solución del problema de la Contaminación Atmosférica, están altamente desarrolladas. Los modelos de predicción del tiempo a corto, mediano y largo plazo, se desarrollan, se estudian y se aplican, y se empiezan a desarrollar modelos adecuados para la predicción en las latitudes bajas.

Otras áreas de las Ciencias Atmosféricas, como la Radiación, la Física de las Nubes y la Meteorología de los Satélites, han alcanzado un alto grado de sofisticación fisicomatemático y además de su importancia intrínseca y aplicaciones propias, sirven de base para establecer, junto con los modelos de predicción y otros conocimientos geofísicos, una infraestructura para desarrollar una teoría cuantitativa del clima.

las ciencias atmosféricas: investigación, enseñanza y aplicaciones

Paralelamente a los descubrimientos y desarrollos de la investigación, se desarrolló la enseñanza. De hecho los primeros departamentos de meteorología que se iniciaron en la época de los 30 en MIT y luego en Chicago, fueron indispensables para que se pudieran llevar a cabo los hallazgos e investigaciones mencionados anteriormente.

A partir de los años 30 se fundan numerosos departamentos de meteorología, de Ciencias de la Atmósfera y de Ciencias de la Tierra, en diversas universidades de los Estados Unidos, Europa y otras partes del mundo.

Básicamente existen dos enfoques para la enseñanza en estas disciplinas. En uno se prepara al estudiante desde la licenciatura, como es el caso en la mayoría de las universidades americanas, y en el otro, la preparación empieza a nivel de maestría y doctorado, como ocurre en Inglaterra y algunos países europeos.

Paralelamente al desarrollo de la investigación y a la enseñanza, ha habido un aumento progresivo en las aplicaciones de las Ciencias de la Atmósfera. Algunas de estas aplicaciones ya se han mencionado. La predic-

ción del tiempo es quizá la más importante y la que ha servido de estímulo para desarrollar casi todas las especialidades de las Ciencias Atmosféricas. La predicción del tiempo se puede dividir en predicción a corto plazo, en la que se predice para 1 ó 2 días; a mediano plazo, en la que se hace una predicción detallada por un periodo hasta de una semana; y la predicción a largo plazo, que es la predicción de condiciones medias para periodos de un mes o mayores, que también se llama predicción climática.

La predicción puede ser rutinaria o de eventos especiales, como huracanes y tornados. La predicción climática es fundamental para la planificación de diversas actividades, como la Agricultura y la Industria. En especial la Agrometeorología permite optimizar las siembras, aumentando considerablemente las cosechas. Otra importante aplicación, es la relativa a los experimentos que se están llevando a cabo en diversos países del mundo para la estimulación de la lluvia, con esperanza de aumentar la cantidad de agua de que se dispone para la agricultura y otras actividades. Estos experimentos son de especial im-

portancia en regiones donde la lluvia es escasa y, donde un ligero aumento de ésta podría traer grandes beneficios.

Asociadas con las tres áreas mencionadas, investigación, enseñanza y aplicación, existen muchísimas oportunidades de trabajo para los que deciden dedicarse a las ciencias atmosféricas. Dichas oportunidades existen en:

1. Los servicios meteorológicos y climatológicos nacionales y estatales.
2. En dependencias gubernamentales y de la industria privada asociadas con diversas actividades.
3. En las universidades, para dedicarse a la enseñanza o a la investigación.