

Las ciencias de la atmósfera y del espacio en la UNAM

I. Introducción

Las ciencias de la atmósfera y del espacio se cultivan principalmente en el Instituto de Astronomía en el Centro de Ciencias de la Atmósfera y en el Departamento de Física Espacial del Instituto de Geofísica; además se ha creado recientemente el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial que coordina las acciones desarrolladas en las distintas dependencias de la UNAM en el área de investigación espacial. Presentaré un breve panorama de la situación actual de estas ciencias así como lo que espero y deseo que ocurra en un futuro cercano.

II. Instituto de Astronomía

El objetivo principal del Instituto de Astronomía es realizar investigaciones que ayuden a comprender la evolución del universo a través del tiempo, esto es, su pasado, su presente y su futuro. Temas representativos de la astrofísica moderna son el origen y la evolución de: el universo observable, todo tipo de galaxias, todo tipo de estrellas, el sistema solar. Para lograr el objetivo mencionado es necesario preparar personal altamente calificado en investigación astronómica y en instrumentación relacionada con las investigaciones astronómicas.

El Instituto de Astronomía cuenta con 42 investigadores y 52 técnicos académicos. De los investigadores 36 tienen el doctorado y el resto la maestría: 18 obtuvieron su grado más alto en EUA, 18 en Europa y 6 en la UNAM. Las personas que obtuvieron su grado en México lo hicieron en el programa de física de la Facultad de Ciencias. En 1989 se estableció el programa de maestría y doctorado en Astronomía en la Facultad de Ciencias y se espera que en el futuro la fracción de investigadores con el doctorado de la UNAM aumente.

En la actualidad hay doce estudiantes haciendo el doctorado en el extranjero y doce estudiantes haciendo el doctorado en México. Es importante hacer notar que el haber tenido y el tener estudiantes en el extranjero no es un fin sino es un medio para que nuestra astronomía sea de alta calidad.

Los principales campos que se cultivan en el Instituto de Astronomía son: *materia interestelar* que incluye nubes

moleculares, regiones de hidrógeno ionizado, remanentes de supernova, nebulosas planetarias y evolución de la composición química del medio interestelar; *formación estelar* que incluye regiones de formación estelar, discos circunestelares, flujos bipolares, objetos Herbig-Haro y estrellas T Tauri; *astronomía estelar* que incluye el sol, estrellas tempranas, estrellas Wolf-Rayet, estrellas variables y estrellas binarias; *astronomía galáctica* que incluye poblaciones estelares, dinámica estelar y estructura galáctica, *astronomía extragaláctica* y *cosmología* que incluye formación de galaxias, galaxias normales, núcleos de galaxias activas, galaxias azules, galaxias compactas, cuasares, cúmulos de galaxias, problemas de n cuerpos y evolución de la estructura del universo observable. Estos campos se estudian con modelos teóricos y con observaciones obtenidas en México y en el extranjero en las regiones de rayos X, ultravioleta, visible, infrarrojo y de radio del espectro electromagnético.

El Instituto de Astronomía cuenta con un edificio en la Ciudad Universitaria que alberga a dos tercios del personal y un edificio en la ciudad de Ensenada, Baja California, que alberga a un tercio del personal, además incluye al Observatorio Astronómico Nacional con dos sedes, una en San Pedro Mártir Baja California y otra en Tonantzintla, Puebla.

En San Pedro Mártir hay tres telescopios reflectores con espejos principales de 0.84 metros, 1.5 metros y 2.14 metros de diámetro respectivamente. El telescopio principal tiene varios espectrógrafos y con detectores bidimensionales de tipo DCC (dispositivo de carga acoplada). En Tonantzintla se cuenta con un telescopio con un espejo de un metro de diámetro equipado con un espectrógrafo y un fotómetro fotoeléctrico.

El Observatorio de San Pedro Mártir se encuentra a 2850 metros sobre el nivel del mar y posee condiciones extraordinarias: la turbulencia atmosférica produce imágenes estelares muy pequeñas, la cantidad de vapor de agua es muy reducida, el número de noches despejadas al año es muy grande y es el observatorio de Norteamérica cuyo cielo presenta la menor contaminación debida a luz artificial.

El Departamento de Instrumentos del Instituto de Astronomía ha desarrollado las consolas de control de los telescopios, ha generado la electrónica, la mecánica y la óptica necesarias para acoplar los nuevos detectores bidimensionales a los telescopios existentes y para transferir directamente los datos

* Instituto de Astronomía, UNAM

obtenidos a computadoras de gran capacidad. Además este departamento ha desarrollado instrumentos de alta precisión para el Gobierno de México como es el caso de una mesa tridimensional para la elaboración de mapas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática y de una máquina para la producción de los billetes que emite el Banco de México. El Instituto de Astronomía cuenta con una antena de comunicación satelital que le permite comunicarse y transferir datos desde y a todos los centros importantes de investigación en el mundo.

Los investigadores del Instituto de Astronomía publican aproximadamente setenta artículos originales de investigación al año de los cuales dos tercios aparecen en las mejores revistas de investigación internacionales y un tercio en la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, RMAA, que publica el propio instituto. La RMAA se fundó en 1974 y lleva 21 volúmenes publicados, es la única revista de investigación en astronomía que se publica en Latinoamérica y se ha ido convirtiendo en la revista latinoamericana de astronomía y astrofísica. Considerando una serie de parámetros bibliométricos se puede decir que es una de las diez mejores revistas de astronomía de todo el mundo.

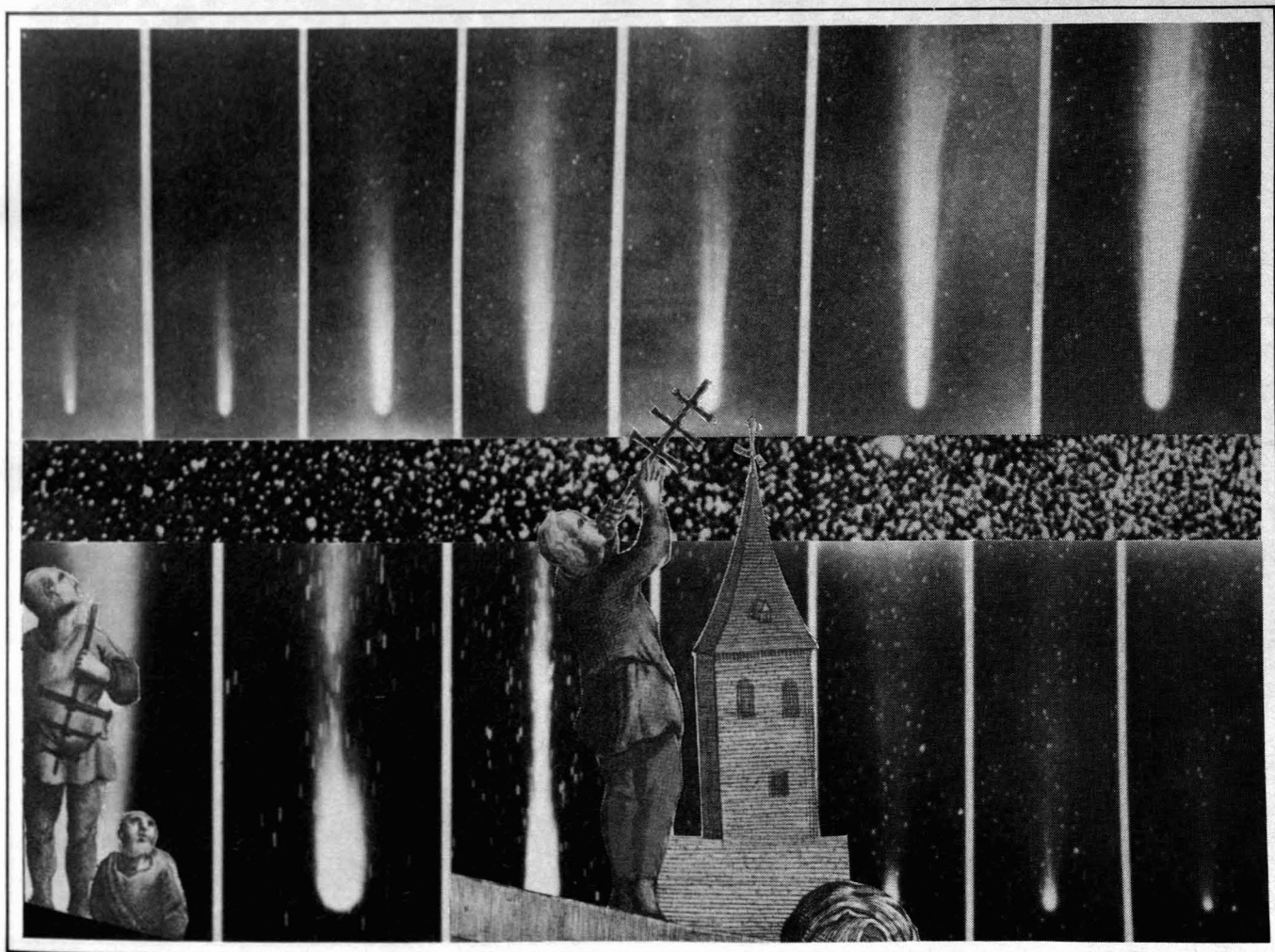
El Instituto de Astronomía mantiene relaciones excelentes con muchas instituciones extranjeras. Una lista parcial de los países en que han observado los astrónomos mexicanos es la siguiente: EUA, Japón, Chile, India, Francia, Australia, Unión

Soviética, España, Alemania; en algunos de estos países existen observatorios multinacionales que han sido utilizados por astrónomos mexicanos. Las observaciones se han realizado con: radiotelescopios, telescopios para el visual y el infrarrojo y con un telescopio en un satélite artificial para observar en el ultravioleta. Similarmente los observatorios mexicanos han sido utilizados por visitantes de EUA, Japón, Unión Soviética, Francia, España, Italia, India, Polonia, Argentina y Dinamarca; además tenemos acuerdos internacionales de colaboración con observatorios de EUA, Dinamarca, Italia y Francia.

III. Centro de Ciencias de la Atmósfera

Los objetivos principales del Centro son: efectuar investigaciones científicas originales en las distintas especialidades de las ciencias atmosféricas y de la contaminación ambiental, impulsar y coordinar las investigaciones científicas en estos campos, producir recursos humanos en las áreas de meteorología, climatología y contaminación ambiental, estudiar la forma de prever y aminorar la contaminación ambiental y sus efectos en la República Mexicana y prever los cambios climáticos y aminorar los efectos de aquellos cambios que sean dañinos a las actividades humanas y al medio ambiente.

El Centro cuenta con 30 investigadores y 40 técnicos académicos. De los investigadores 13 tienen el doctorado, 12 la



maestría y 5 la licenciatura. También hay doce estudiantes realizando el doctorado y 18 estudiantes realizando la maestría. La mitad de los estudiantes de doctorado está realizando sus estudios en el extranjero y la totalidad de los estudiantes de maestría de la UNAM. Los estudios nacionales se llevan a cabo en el programa de posgrado de la carrera de Geofísica y el centro ha elaborado un proyecto que se encuentra en sus últimas etapas para establecer el programa de maestría y doctorado en Ciencias de la Atmósfera en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

El Centro está dividido en cuatro secciones: *Departamento de Teoría del Clima y Predicción*, donde se investiga sobre las bases físicas del clima y el desarrollo de modelos para explicar y producir sus fluctuaciones; *Departamento de Meteorología General*, donde se preparan y analizan cartas meteorológicas, se estudian los ciclones tropicales, la electricidad atmosférica, la física de nubes y la meteorología urbana; *Departamento de Ciencias Ambientales*, donde se llevan a cabo estudios de química atmosférica, aerobiología, contaminación ambiental, citogenética y mutagénesis ambientales y transferencia de radiación; y la *Sección de Instrumentación*, dedicada a la construcción de instrumentos y el mantenimiento de equipo.

El Centro tiene los siguientes laboratorios: de electricidad atmosférica; de química atmosférica, estudios del agua y aerobiología; de contaminación ambiental, con una estación móvil

y otra en C.U.; de citogenética y mutagénesis ambientales; de interacción entre la radiación y los aerosoles atmosféricos; y de electrónica. Además cuenta con un taller mecánico y una sección de cómputo.

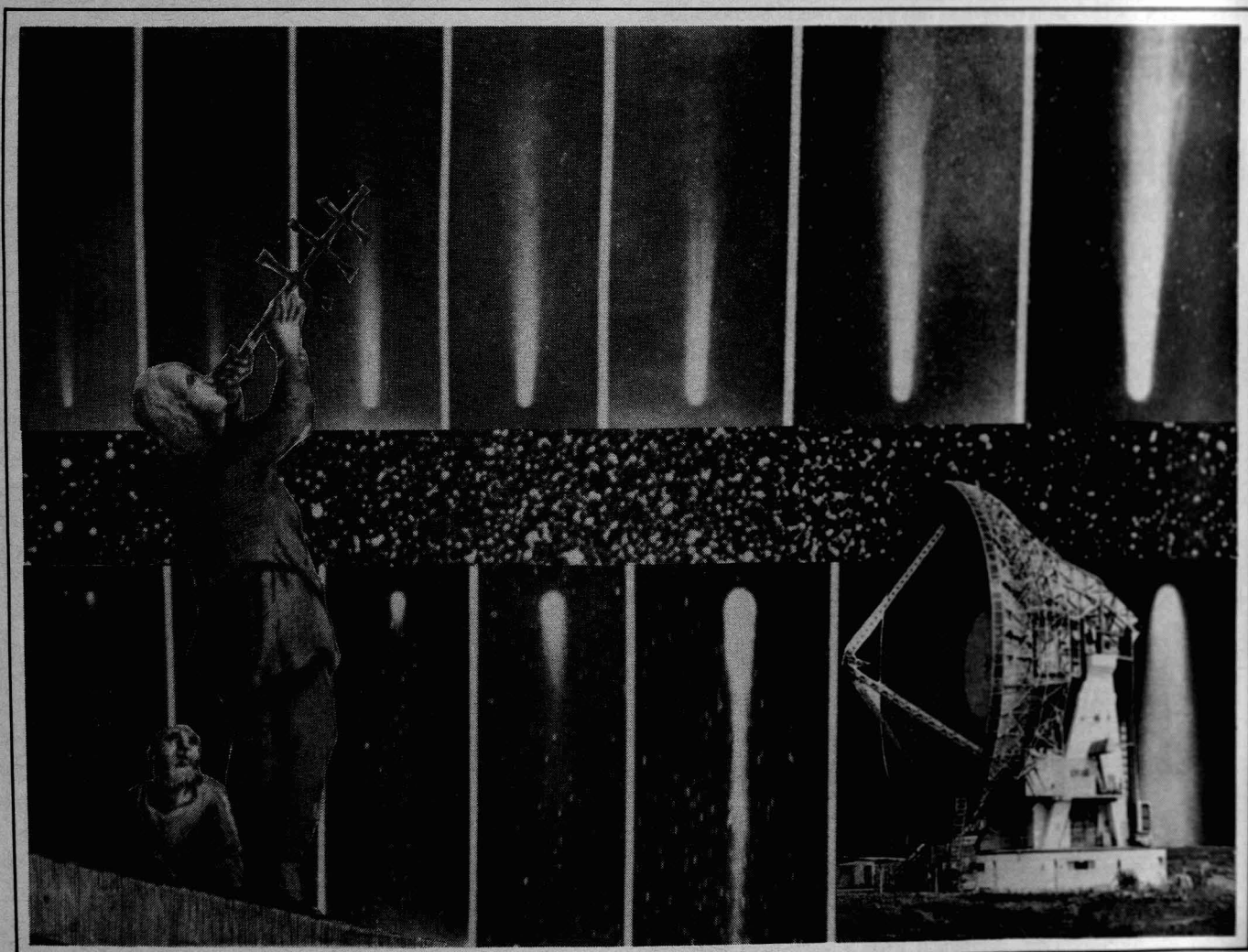
El personal del Centro publica aproximadamente entre cuarenta y cincuenta artículos de investigación al año en revistas y en memorias de congresos nacionales e internacionales. El Centro edita una revista de circulación internacional llamada *Atmósfera* que aparece cuatro veces al año y la revista *Contaminación Ambiental* que aparece una vez al año.

IV. Departamento de Física Espacial del Instituto de Geofísica

Este departamento es un grupo multidisciplinario que cubre un gran número de áreas de las ciencias espaciales. El grupo realiza investigación teórica y experimental que incluye análisis de datos obtenidos con instrumentos de la UNAM y con instrumentos utilizados por programas espaciales internacionales.

El grupo cuenta con siete investigadores que tienen el grado de doctor, cuatro técnicos académicos y diez estudiantes graduados que están estudiando el posgrado en el doctorado de Geofísica.

Los campos principales de investigación son: física solar, física de rayos cósmicos, viento solar, medio interplanetario,



cometas, relaciones tierra-sol, física magnetosférica y planetología.

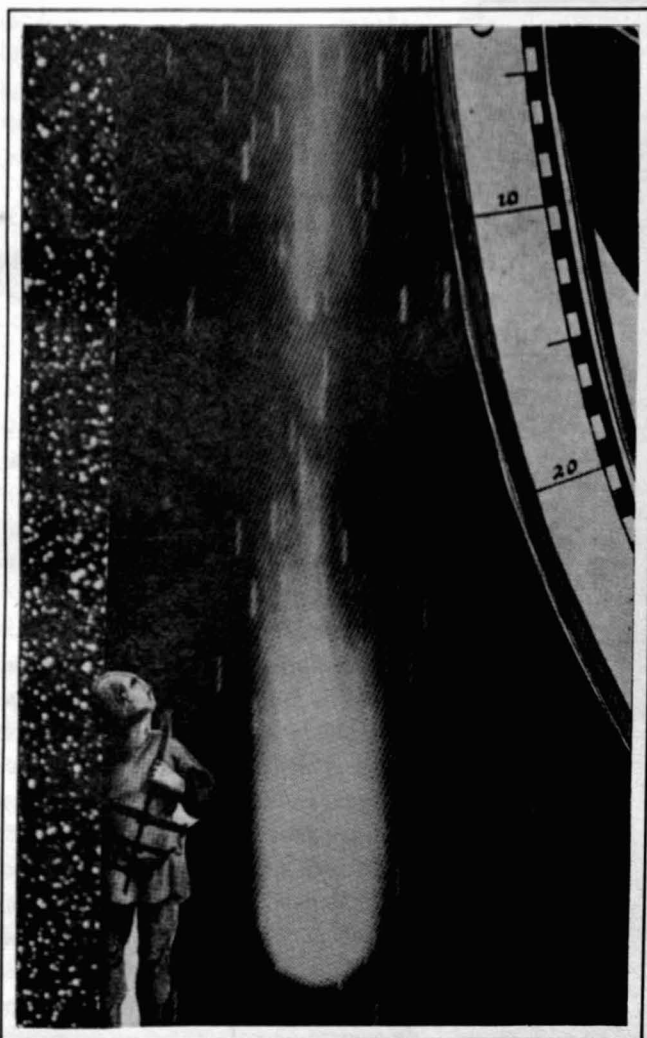
El grupo produce aproximadamente 10 artículos de investigación al año que se publican en las mejores revistas internacionales de Geofísica y Astrofísica.

V. Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial

A principios de 1990 se estableció el PUIDE, sus principales objetivos son: promover y apoyar la investigación y el desarrollo de las ciencias espaciales, donde por ciencias espaciales se entiende todas aquellas que requieren de la fabricación y del uso de satélites para obtener datos relevantes.

El programa cuenta con cuatro secretarios técnicos y un coordinador adscritos a los Institutos de Astronomía, Ingeniería o Geofísica. Además asociadas a los secretarios técnicos trabajan 14 personas para el programa. Las cuatro secretarías son: ingeniería aeronáutica y aeroespacial, investigación básica y aplicada, derecho espacial y difusión.

Los campos de investigación que se promueven y apoyan son: astrofísica, física solar, sistema planetario, física espacial, geofísica, medicina espacial e ingeniería aeroespacial, que incluye experimentos de microgravedad, control de satélites, percepción remota y satélites de comunicaciones.



Se están estudiando las posibilidades de que a mediano plazo se puedan construir satélites nacionales para realizar observaciones astronómicas y geofísicas en diferentes bandas espectrales y de que en colaboración con la NASA y otras instituciones internacionales se construya un detector de rayos gamma para la investigación de la física de las ráfagas solares y de fuentes intensas como la nebulosa del Cangrejo y la región del Centro de la Galaxia.

VI. Consideraciones generales

La labor de difusión es muy considerable. En 1990 se impartieron más de 300 conferencias de divulgación, se publicaron más de 100 artículos de difusión en las mejores revistas nacionales y extranjeras y se participa activamente en los programas sobre el Museo de Ciencias de la UNAM y el Bachillerato es la Cantera de la Investigación. Un buen número de los libros de la serie de *Ciencia desde México* se debe a investigadores de estas áreas. El Instituto de Astronomía publica el boletín de difusión *Orión*, el cual aparece en la *Gaceta UNAM* y participa decididamente en el Comité de la UNAM para el eclipse solar del 11 de julio de 1991. Se realiza una amplia labor de enseñanza a nivel de licenciatura, principalmente en la Facultad de Ciencias de la UNAM, por los investigadores de estas áreas.

Casi toda la investigación que se realiza en México en estas áreas la lleva a cabo la UNAM. La calidad de la investigación es alta y es comparable a la de la investigación desarrollada en países del primer mundo. Sin embargo el número de investigadores trabajando en México en las áreas descritas es muy reducido, lo cual implica que el número de investigaciones también es muy reducido.

Debido a lo anterior uno de los proyectos más importantes en estas áreas es el de formar investigadores de alta calidad. Se ha producido un cambio cualitativo en la planta de investigación que permite ya la formación de investigadores en el país; esta transición es un proceso delicado que debe de ser apoyado amplia y decididamente. No es posible formar a la mayoría de los investigadores en el extranjero debido al costo económico y a que estaríamos subutilizando la capacidad de los investigadores mexicanos. Así como debemos de formar a la mayor parte de los investigadores en México al mismo tiempo debemos de combatir la endogamia para que nuestra ciencia no se vuelva estéril. Los programas de posgrado en Astrofísica, Ciencias de la Atmósfera y Geofísica deben ser de alta calidad y esto se logrará internacionalizando nuestra actividad científica y mejorando las condiciones de estudio e investigación.

Algunas medidas importantes que debemos de tomar para fortalecer nuestros posgrados son: reforzar el programa de becas nacionales para estudiantes de posgrado en número y monto, establecer un conjunto de becas para estudiantes de alta calidad de otros países para que realicen su posgrado en México, facilitar la incorporación de investigadores de alta calidad de otros países por periodos cortos y largos a nuestros centros de investigación y modernizar los instrumentos de los observatorios y laboratorios para poder realizar investigación de frontera. ◇