

página 1

blanca

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector

Lic. Enrique del Val Blanco
Secretario General

Mtro. Daniel Barrera Pérez
Secretario Administrativo

Dra. Arcelia Quintana Adriano
Abogada General

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

Universidad Nacional Autónoma de México

Forjadores de la ciencia en la UNAM

Fernando Alba Andrade

Instituto de Física

Dr. René Drucker Colín
Coordinador de la Investigación Científica

Ing. Jorge Gil Mendieta
Secretario Académico

Dr. Raúl Herrera Becerra
Secretario de Investigación y Desarrollo

Lic. Marcela Mendoza Figueroa
Secretaria Jurídica

Sra. Alicia Mondragón Hurtado
Secretaria Administrativa

Coordinación de la Investigación Científica

Forjadores de la ciencia en la UNAM

Ciclo de conferencias «Mi vida en la ciencia»

Mayo 27 de 2003

Fernando Alba Andrade

Instituto de Física

Mi vida y mi obra

Ma. Esther Ortiz Salazar

Instituto de Física

Semblanza de Fernando Alba Andrade

México, 2003



Coordinación de la Investigación Científica
Universidad Nacional Autónoma de México

Eminentes investigadores del Subsistema de la Investigación Científica que el 25 de abril de 2003 recibieron de manos del Rector, doctor Juan Ramón de la Fuente, el reconocimiento «Forjadores de la ciencia en la UNAM» participan en el ciclo de conferencias «Mi vida en la ciencia», que tiene lugar en la Sala del Consejo Técnico de la Investigación Científica. Estos cuadernillos recogen las conferencias preparadas por estos investigadores y las semblanzas que sobre ellos han aportado otros científicos.

D.R. © 2003, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Coordinación de la Investigación Científica,
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.
<http://www.cic-ctic.unam.mx>

ISBN (colección):
ISBN (volumen): 970-32-0823-1

Impreso y hecho en México

Mi vida y mi obra

Fernando Alba Andrade
Instituto de Física

Nací en la Ciudad de México, en el barrio de Tepito, el 24 de enero de 1919, en el seno de una familia humilde.

Mi madre, Eva Andrade Córdoba, nació en León, Guanajuato, siendo la más pequeña de cinco hermanos. Su madre, viuda, vino a radicarse a la Ciudad de México.

Mi padre, Manuel Alba Fernández, nació en Jerez, España, y vino pequeño con sus padres y hermano.

Tuve cuatro hermanos, Beatriz, Susana, Manuel y Raúl. Los dos primeros años de primaria los cursé en una escuela oficial en el barrio del Carmen y los cuatro años restantes en una escuela situada en la Villa de Guadalupe, ya que en ese tiempo mis padres construyeron una modesta y pequeña casa en la Colonia Industrial.

De mis estudios de primaria, recuerdo gratamente a mi profesor Ortega, de quinto y sexto año, quien hizo que me interesara por las matemáticas.

Los estudios de secundaria los realicé en la Secundaria 1, donde tuve brillantes maestros. Enrique Schultz en matemáticas, Efrén Fierro en física, Carlos González Peña en español, y muchos más.

Yo me inscribí en la Preparatoria 3, nocturna, en el mismo edificio de la Preparatoria 1, en la calle de San Ildefonso.

Cuando estudiaba el segundo año de preparatoria, mi tío Alfonso y otros maestros de la Secundaria 1 formaron la Secundaria Cooperativa 1, que operaba por las tardes en el mismo edificio de la Secundaria 1 y en la que se podían inscribir alumnos que reprobaban alguna materia, o los que fueron aceptados en el curso matutino. La escuela era de paga, con cuotas moderadas, y yo fui maestro de física y matemáticas.

Algo que no puedo olvidar sucedió cuando fui a dictar mi primera clase en la Secundaria: al llegar, le pedí al encargado de los salones que me abriera mi salón y él me contestó, “no se lo puedo abrir hasta que llegue el maestro”; me costó trabajo convencerlo de que el maestro era yo.

En 1937 ingresé como alumno de la carrera de Ingeniero Civil de la UNAM, en el Palacio de Minería. Ese año se creó en el mismo lugar, a iniciativa del ingeniero Ricardo Monges López, la Escuela de Física y Matemáticas, con muchas materias en común. Yo fui el primer alumno que se inscribió en la carrera de físico y llevé las dos carreras simultáneamente.

Tuve grandes maestros: Nabor Carrillo en álgebra y elasticidad, Carlos Graef en geometría y relatividad, Alfonso Nápoles Gándara en analítica, cálculo y cálculo vectorial, Mariano Hernández en mecánica, y Alfredo Baños en física teórica y física atómica.

La Escuela de Física y Matemáticas, cuyo primer director fue el ingeniero Monges, posteriormente se transformó en la Facultad de Ciencias. El ingeniero Monges también propuso y logró la creación de un instituto de Físico-Matemáticas, en 1938.

El personal fundador del Instituto fue: director, doctor Alfonso Baños; investigadores, Héctor Uribe y Manuel Perrusquía; ayudantes de investigador: Jaime Lifchitz y Fernando Alba; una secretaria y un traductor.

Debido a que había un importante número de buenos matemáticos y ninguno de ellos formó parte del Instituto de Físico-Matemáticas, al año siguiente éste cambió su nombre por el de Instituto de Física y en 1942 se formó el Instituto de Matemáticas.

El Instituto de Física se ocupaba únicamente del estudio de los rayos cósmicos, tema en el que trabajaba el doctor Manuel Sandoval Vallarta en Estados Unidos.

Uribe y Lifchitz calculaban, con simples calculadoras eléctricas, las trayectorias de las partículas cargadas que nos llegan del cosmos (rayos cósmicos) al moverse en el campo magnético de la Tierra.

Perrusquía y yo construimos y montamos en una torre meteorológica, que existía en el Palacio de Minería: un sistema rotativo de tre-

nes de contadores Geiger, para medir la intensidad de la radiación cósmica en función del tiempo, de su ángulo zenital y su azimut.

De los datos obtenidos con el sistema de contadores Geiger que montamos y operamos Perrusquía y yo, se produjo el primer artículo de investigación en física realizado en México: fue publicado en la *Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura*, en 1941, titulado “Análisis estadístico de coincidencias de rayos cósmicos”, y su autor fue el doctor Alfredo Baños. En él da las gracias a Manuel Perrusquía y a mí, por nuestra valiosa colaboración.

En 1941 regresó con doctorado del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) Carlos Graef, quien nos impartió la clase de relatividad.

En 1942, Graef fue nombrado subdirector del Observatorio Astrofísico de Tonantzintla, en Puebla, que fue construido, a iniciativa de Luis Enrique Erro (director del Observatorio), por el presidente Manuel Ávila Camacho. Yo, como su alumno preferido, lo seguí en esa aventura, ingresando como astrónomo del Observatorio. Durante el año y medio que trabajé en el Observatorio también fui profesor en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Puebla.

A los pocos meses de vivir en Puebla, me casé con Leticia Aldave Lima, quien, aunque nació en la población de Libres, Puebla, vivía en México, donde yo la conocí; con ella he vivido felizmente: tenemos un hijo, tres hijas, doce nietos y un bisnieto.

Entre mis antepasados y los de mi esposa no encuentro quien haya realizado estudios profesionales. Todos mis hijos y mis nietos que tienen la edad apropiada, han estudiado o están estudiando carreras profesionales.

Parte de mi trabajo con el Observatorio consistía en dar clases de física y astrofísica a los nuevo empleados y futuros astrónomos, entre los que se encontraba Carlos Haro, hermano de mi buen amigo Guillermo Haro, quien en ese tiempo se encontraba formándose en Estados Unidos y posteriormente fue director del Observatorio. Carlos Haro era un brillante estudiante y, sin motivo válido, fue corrido por el director del Observatorio, Luis Enrique Erro.

Eso produjo que Graef y yo renunciáramos a nuestros puestos y regresáramos a la UNAM. A mi regreso al D.F., en 1943, el Instituto de Física de la UNAM se encontraba en una situación difícil. No había director y estaba encargado del Instituto el doctor Manuel Sandoval Vallarta, que tenía otras importantes ocupaciones. Con la ayuda de Marcos Moshinsky logré que se me diera un puesto de ayudante de investigador. Para sostener a mi familia, tuve que transformarme en profesor en diversas instituciones. Fui profesor, de 1943 a 1945, en Minería, en la ESIME del IPN, en Ingenieros Militares y en la Facultad de Ciencias.

La situación cambió radicalmente en 1945, cuando Nabor Carrillo fue nombrado coordinador de la Investigación Científica, Carlos Graef director del Instituto de Física y yo investigador titular. Alberto Barajas fue nombrado director de la Facultad de Ciencias en 1947. Ellos prepararon el traslado a la Ciudad Universitaria.

En el Instituto de Física, localizado en el Palacio de Minería, participé con Graef en el desarrollo de la Teoría de Relatividad de Birkhoff y publiqué un artículo en el volumen 1, No.1, de la *Revista Mexicana de Física*.

En 1943 fui el primero en recibir el título de Maestro en Ciencias Físicas expedido por la UNAM y también fui el primero en obtener el grado de Doctor en Ciencias Físicas de la UNAM, en 1956.

A iniciativa del doctor Graef se compró en 1951, en Estados Unidos, un acelerador Van de Graaff de dos millones de voltios para ser instalado en la Ciudad Universitaria. Yo fui enviado en 1952 al MIT a recibir entrenamiento sobre las investigaciones que se realizan con estos aceleradores. En ese lugar entré en contacto con el director del laboratorio, William Buechner, y con el inventor del acelerador, Robert Van de Graaff. A mi regreso, fui nombrado jefe del Laboratorio Nuclear y fuimos los primeros en trabajar en la Ciudad Universitaria, casi un año antes de que CU fuera inaugurada. En ese laboratorio se formaron grandes investigadores: el doctor Marcos Mazari, el doctor Jorge Rickards, el doctor Alonso Fernández, la doctora María Esther Ortiz, el doctor Ángel Dacal, el doctor Ariel Tejera, el doctor

Eduardo Andrade, el ingeniero Héctor del Castillo, la maestra en ciencias Esbaide Adem, la maestra en ciencias Isabel Casar, el maestro en ciencias Pedro Morales, Gilberto López y muchos más.

El equipo adicional que se requiere para realizar investigaciones en el campo nuclear es más costoso que el acelerador de partículas, por lo que nosotros montamos un valioso taller mecánico y un taller electrónico para construir los equipos e instrumentos necesarios.

Al terminar el segundo periodo del doctor Carlos Graef como director del Instituto de Física, la Junta de Gobierno de la UNAM lo nombró director de la Facultad de Ciencias y a mí director del Instituto de Física (1958-1970).

En 1970 el rector Pablo González Casanova me nombró coordinador de la Investigación Científica, donde actué por unos meses, ya que el señor presidente de la República, Luis Echeverría, me nombró presidente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear en 1970. En 1972, la transformamos en Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN).

Las actividades del INEN consistían, fundamentalmente, en las investigaciones que se realizan en el Centro Nuclear, localizado en Salazar (Estado de México) y en la localización, extracción y tratamiento del uranio.

En ese sexenio se localizaron importantes yacimientos de uranio y se inició la operación de los dos reactores nucleares de Laguna Verde, que han operado en forma satisfactoria.

De 1972 a 1982 tuve el honor de ser miembro de la Junta de Gobierno de la UNAM. En ese tiempo, nombramos rector por dos periodos consecutivos de cuatro años al doctor Guillermo Soberón.

Cuento con 65 artículos publicados en revistas, cuatro libros y he dirigido unas 70 tesis, que incluyen las de licenciatura, maestría y doctorado.

Actualmente soy investigador emérito del Instituto de Física de la UNAM y también del Sistema Nacional de Investigadores y profesor de electromagnetismo en la Facultad de Ciencias. En el Instituto de Física, con un pequeño pero valioso grupo de personas, entre

los que se encuentran el maestro en ciencias Héctor Cruz y Luis Flores, estamos trabajando en el desarrollo de celdas fotovoltaicas de bajo costo y grandes áreas, para transformar la energía solar en energía eléctrica. En el futuro próximo, cuando las reservas de petróleo disminuyan notablemente, la energía solar, tan abundante en nuestro país, será muy importante. En ese tiempo el automóvil eléctrico usará como combustible hidrógeno, o material hidrogenado, y se usarán celdas de combustible.

Las celdas de combustible son dispositivos en los que se introduce hidrógeno y oxígeno, o aire, y que producen energía eléctrica y agua, o sea que no producen contaminación.

Mi labor más importante ha sido la de ayudar en la formación de buenos investigadores. Por ejemplo, como profesor de la ESIME tuve dos brillantes alumnos, Alonso Fernández y Luis de la Peña, a los que llevé a la Ciudad Universitaria y allí se transformaron en grandes investigadores.

El doctor Alonso Fernández se inició como investigador en el grupo del acelerador Van de Graaff, obtuvo su doctorado en Inglaterra y a su regreso formó, en el Instituto de Física de la UNAM, un valioso grupo en el campo del estado sólido.

El doctor Luis de la Peña, de físico experimental se transformó en uno de los más brillantes investigadores en el campo de la física teórica.

Mis alumnos, los maestros en ciencias Isabel Casar, Pedro Morales y Leticia Alba, investigan las edades geológicas de yacimientos minerales, empleando espectrómetros de masas.

He sido presidente de la Sociedad Mexicana de Física, de la Academia Mexicana de la Investigación Científica y actualmente soy presidente de la Academia Mexicana de Tecnología. En todas ellas he participado desde su fundación.

Para finalizar, puedo decir que me satisface participar en la formación de nuevos investigadores que continuarán impulsando el desarrollo de nuestro país.

Semblanza de Fernando Alba Andrade

Ma. Esther Ortiz Salazar

Instituto de Física

Voy a permitirme leer a ustedes una brevísima semblanza de un indudable “Forjador de la Ciencia en la UNAM”, el doctor Fernando Alba Andrade, que espero refleje un poco de su trascendental trabajo y en particular de su labor pionera en el campo de la física nuclear y de la instrumentación asociada.

El doctor Fernando Alba fue mi maestro en la licenciatura; con él cursé física atómica, así que ya ni se diga cuántos años, ni siquiera cuántas décadas, hace que lo conozco, pero además me precio de haber contado con su amistad prácticamente desde aquel entonces, en que también conocí a su esposa e hijos, a los que tengo en gran estima.

El doctor Fernando Alba Andrade nació en México, D.F., el 24 de enero de 1919. Sus padres fueron don Manuel Alba Fernández (de nacionalidad española) y doña Eva Andrade. Su lugar de nacimiento fue la casa ubicada en la calle de Aztecas, número 49, en el Centro Histórico. Siguió sus estudios de primaria en la escuela “Centenario” y posteriormente estudió en la Secundaria Número 1; cursó la preparatoria en el plantel número 1 de la Escuela Nacional Preparatoria. Fue aceptado para ingresar a la Escuela Nacional de Ingeniería y a la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el fin de cursar simultáneamente las carreras de Ingeniero y Físico (1937-1941). Obtuvo el primer título de físico que otorgó la Universidad, el 19 de noviembre de 1943. Más tarde, continuó con sus estudios de doctorado en la misma Facultad de Ciencias, recibiendo el grado de doctor en ciencias el

26 de julio de 1956, por lo que también fue el primer doctor en física por parte de la UNAM.

De entre sus profesores universitarios sobresalen los doctores Carlos Graef Fernández, Alfonso Nápoles Gándara, Nabor Carrillo Flores, Alfredo Baños y Manuel Sandoval Vallarta.

Sus primeras labores docentes las desarrolló cuando era todavía alumno de la Facultad de Ciencias, impartiendo clases de física dentro del Programa de Extensión Universitaria, en 1940. Hacia el año de 1943, en la escuela de Ingeniería y en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica, del Instituto Politécnico Nacional, dio cursos de mecánica y electricidad. En adelante, continuó con sus cursos en la Facultad de Ciencias, teniendo principalmente como materias electromagnetismo, física atómica y óptica de iones.

Al fundarse el Instituto de Física de la UNAM, era estudiante de segundo año en la Facultad de Ciencias, y se incorporó al Instituto como ayudante de investigador. Colaboró con el profesor Manuel Perrusquía, construyendo equipo para detección de rayos cósmicos. En el año de 1940 obtuvo la plaza de investigador en el grupo del doctor Carlos Graef Fernández, trabajando en problemas relacionados con la teoría de Birkhoff y haciendo observaciones astronómicas en el Observatorio de Tonantzintla y en el de nuestra Universidad (1942-1943). Con estos trabajos pudo concluir sus primeras publicaciones internacionales.

En la primera parte de los años cincuenta, la UNAM lo envió al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), en los Estados Unidos, para que pudiera iniciar estudios de reacciones nucleares y supervisara la construcción del primer acelerador de partículas que hubo en el país, el Van de Graaff de 2 MV, instalado en la Ciudad Universitaria en el año de 1952. Los primeros experimentos con este equipo se relacionaron con núcleos atómicos, señalando el origen formal de la investigación en física experimental. Su operación obligó al grupo a diseñar y construir equipo de vacío, electrónico y detectores de radiación, con los cuales fue posible llevar a cabo los experimentos de física nuclear. El doctor Fernando Alba enfocó sus esfuerzos para

tener diseños originales y proponer soluciones, de manera que la mayor parte de dicho equipo se construyese en los talleres del Instituto de Física. Así, se convirtió en una de las piedras angulares para el desarrollo de la física experimental en México. En el mismo año de 1952 tomó parte, como miembro de la delegación mexicana, en el Simposio sobre Nuevas Técnicas en Física, que tuvo lugar en Brasil.

El doctor Fernando Alba fue nombrado director del Instituto de Física en 1957, ocupando el cargo, también, de jefe del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias. Fue director del Instituto de Física hasta el año de 1970, lapso de tiempo marcado por un fuerte apoyo a la formación de grupos de investigación teóricos y experimentales. No sólo se adiestró personal de alto nivel, sino que se adquirieron equipos con el fin de ampliar las líneas de investigación. A pesar de la carga administrativa, continuó con sus labores docentes y de investigación. Creó grupos de investigación en espectrometría de masas e instrumentación. Este último dio origen al Centro de Instrumentos de la UNAM, hoy Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico.

En 1958 asistió al Primer Simposio sobre las Aplicaciones Pacíficas de la Física Nuclear, en Brookhaven, Estados Unidos; se le nombró delegado por México ante la Comisión Interamericana de Energía Nuclear en reuniones efectuadas en Washington (1959), Brasil (1960) y México (1961); participó como delegado y representante de México en 19 asambleas del Comité Científico de la Organización de las Naciones Unidas, en el estudio de las Radiaciones Atómicas, celebradas en Nueva York y Ginebra (de 1956 a 1969). En el año de 1970 fue designado coordinador de la Investigación Científica de nuestra Universidad.

Entre los temas más importantes que el doctor Alba Andrade atacó, están las reacciones nucleares de isótopos ligeros, con el acelerador Van de Graaff de 2 MV, diseñando y construyendo el equipo necesario. Siguió investigaciones acerca de la dispersión de neutrones por elementos pesados, incluyendo una extensa serie de mediciones de secciones eficaces de neutrones, publicadas en la prestigiosa *Physical*

Review. Su experiencia en torno a la instrumentación le facilitó la construcción de otros equipos útiles para otros campos de investigación. Además, dio origen a un laboratorio para la detección de partículas cargadas, participando en un programa internacional acerca de la “lluvia radiactiva,” causada por las pruebas nucleares. Guió el diseño y construcción de varios espectrógrafos magnéticos de alta resolución, para registrar los productos de reacciones nucleares, mejorando la precisión de las mediciones de energía. También colaboró con el grupo de física nuclear con el diseño de un espectrógrafo para medir con alta precisión valores Q de reacciones nucleares, y en la construcción de un estereoespectrógrafo, con el cual fue posible medir simultáneamente la distribución angular de los productos de las reacciones. Por otro lado, junto con Marcos Mazari y Luis Velásquez, publicó un artículo en la *Revista Mexicana de Física* acerca de la técnica de análisis conocida como *Retrodispersión de Rutherford (RBS)*, la cual ha tenido un enorme impacto en el desarrollo y estudio de materiales. Por dicho trabajo, se les considera como pioneros a escala mundial en el análisis de materiales usando técnicas con haces iónicos. Posteriormente, el doctor Alba tomó parte en la conversión del Van de Graaff de 2 MV a acelerador de electrones. Su apoyo al taller mecánico del Instituto de Física permitió sustituir importaciones de equipos de vacío, electroimanes y espectrómetros de masas, entre otros dispositivos.

Recibió el cargo de presidente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) en 1971, hasta 1972, cuando se transformó en Instituto Nacional de Energía Nuclear (INEN), convirtiéndose así en su primer director, terminando en 1976. Entre 1973 y 1975 fungió como gobernador por México ante el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). De 1972 a 1982 fue integrante de la Junta de Gobierno de la UNAM, además de serlo en la Junta de Gobierno del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica desde 1984.

Una vez finalizado su período en el INEN, volvió a sus labores de investigación en el Instituto de Física, ocupándose especialmente de los desarrollos tecnológicos y su incidencia en el país.

Las más notables distinciones que merecidamente se le han otorgado son: investigador visitante del MIT (1963); presidente de la Sociedad Mexicana de Física (1964-1967); presidente de la Academia de la Investigación Científica (1967-1968); investigador honorario del MIT (1968); Premio de Ciencia y Tecnología del Banco Nacional de México (Campo Industrial, 1968); Premio Nacional de Ciencias (1969); miembro del Sistema Nacional de Investigadores (1984); investigador emérito del Sistema Nacional de Investigadores (1984); investigador emérito por nuestra Casa de Estudios (1985), y Premio Universidad Nacional 1989 en el área de innovación tecnológica.

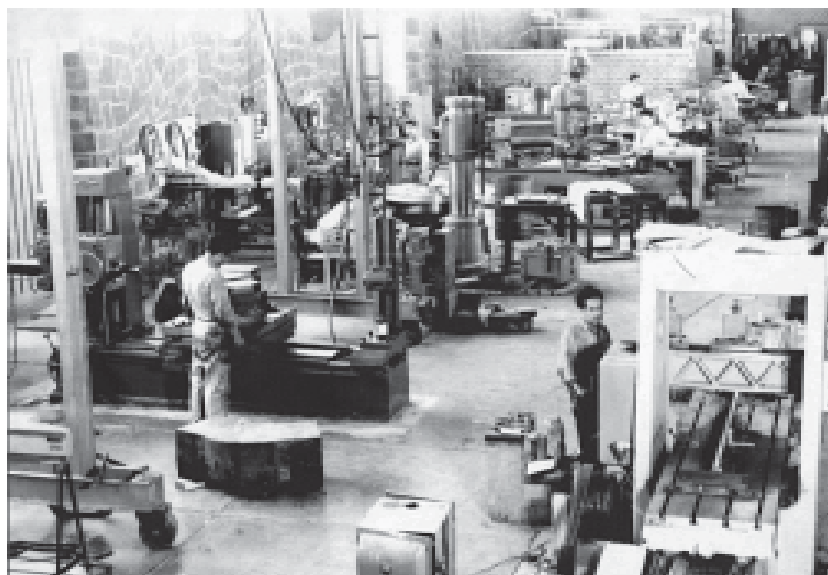
Recientemente, el Instituto de Física, con apoyo de la Rectoría y la Coordinación de la Investigación Científica, creó un premio que lleva su nombre, la “Medalla Fernando Alba” para reconocer, enaltecer y premiar la investigación científica experimental en México. Este año se otorgó la primera de estas preseas.

El doctor Alba tiene, sin menoscabo de su interés por la física y la tecnología, gran inquietud por el arte y la cultura; es propietario de una amplia biblioteca acerca de pintura. No sólo diseña y construye equipo, sino que también fabrica joyería, teniendo un pequeño taller casero. Es un gran conocedor de historia de México, historia universal e historia de la tecnología. Se le reconoce, igualmente, por su entusiasmo en el uso de las computadoras como instrumentos de control y apoyo a la investigación.

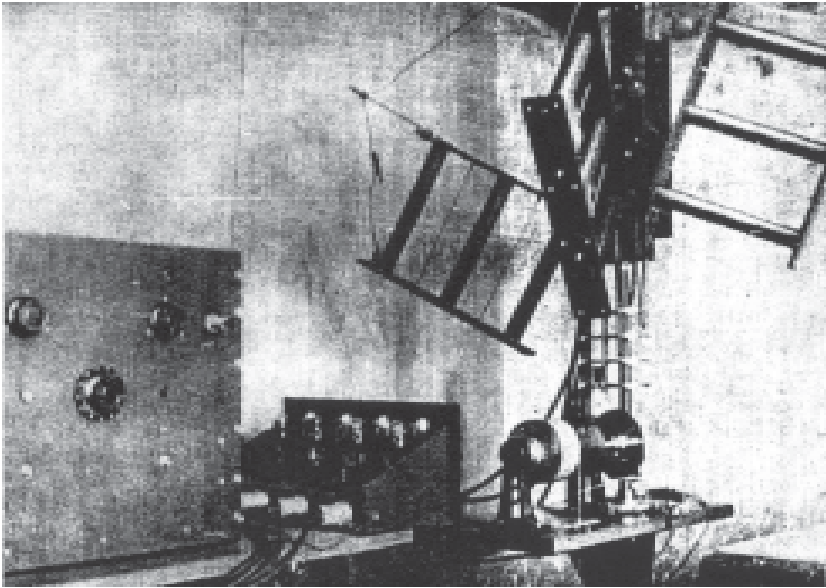
La semilla que el doctor Fernando Alba Andrade sembró hace más de 63 años sigue germinando. Los grupos de investigación en física experimental que tuvieron su origen en la labor de nuestro homenajeado permanecen activos y se siguen multiplicando. Sin la presencia y el trabajo del doctor Alba, sería muy difícil imaginar siquiera la existencia de algunos laboratorios y grupos que hoy están entre los más reconocidos, no sólo a escala nacional, sino también internacional.

Así, pues, estas palabras van con mi más profundo respeto para el maestro Alba, agradeciendo en nombre de los físicos experimentales sus invaluable aportaciones y enseñanzas.

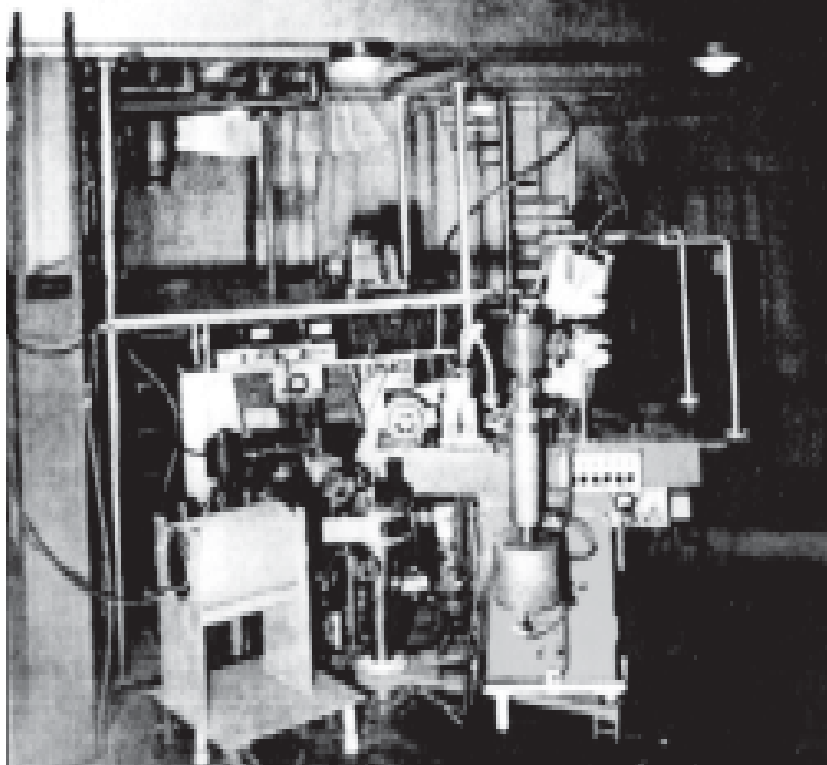
Láminas de la presentación
del doctor Alba Andrade



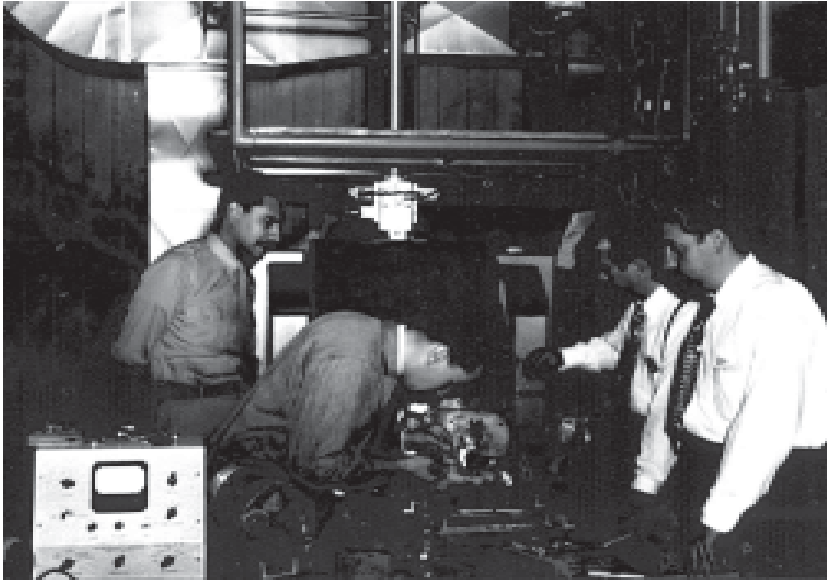
Taller Mecánico del Instituto de Física



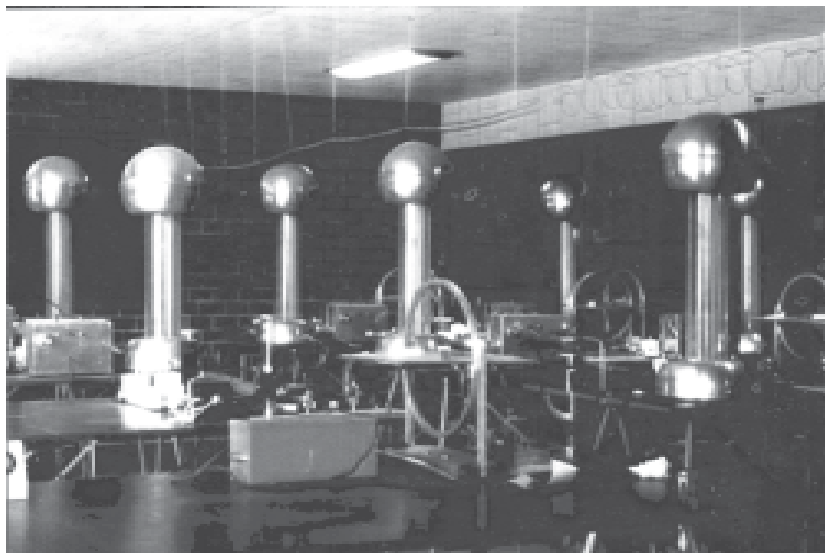
Contador de rayos cósmicos



Acelerador Van de Graaff y equipo de investigación



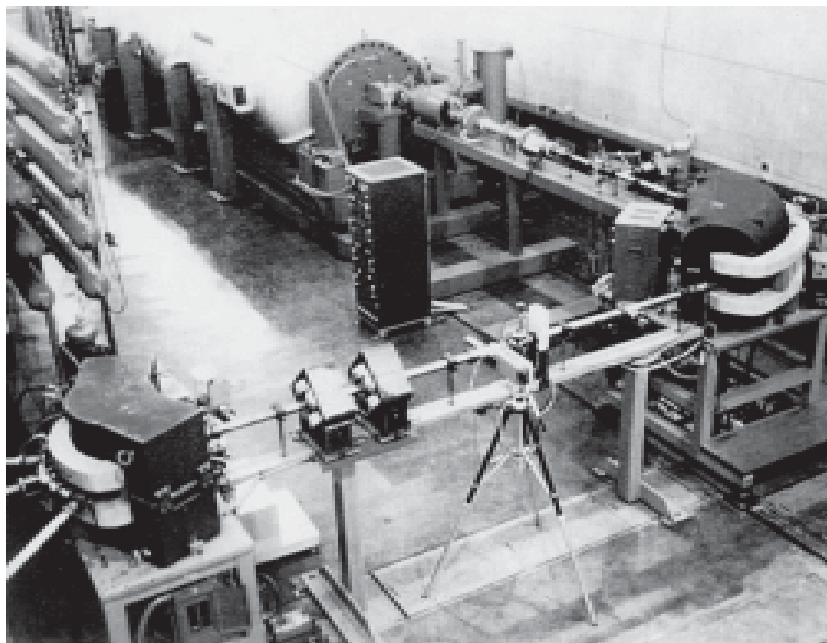
Equipo de investigación nuclear



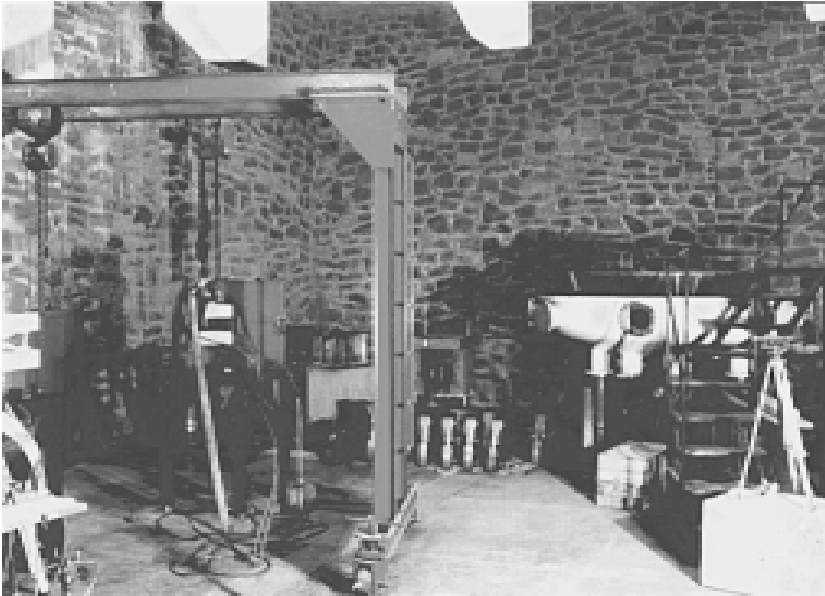
Van de Graaffs para enseñanza



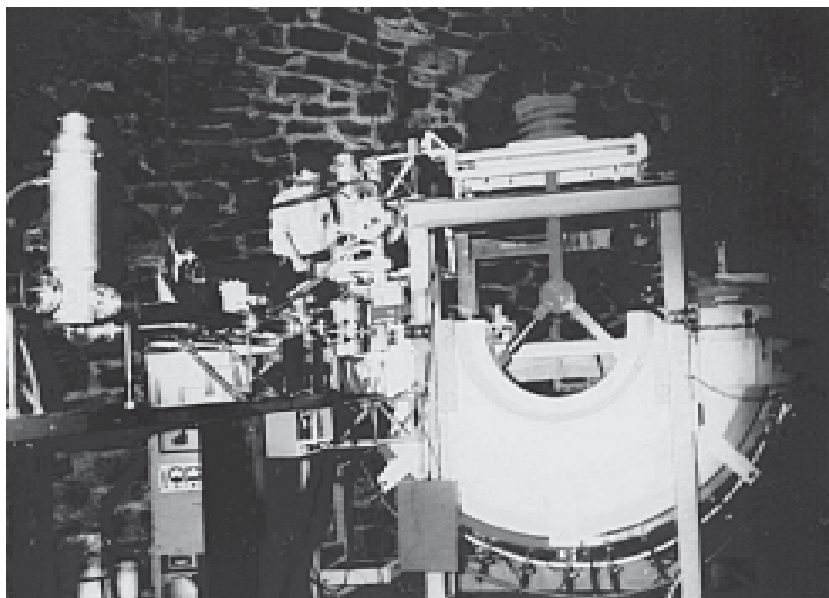
Campo magnético uniforme



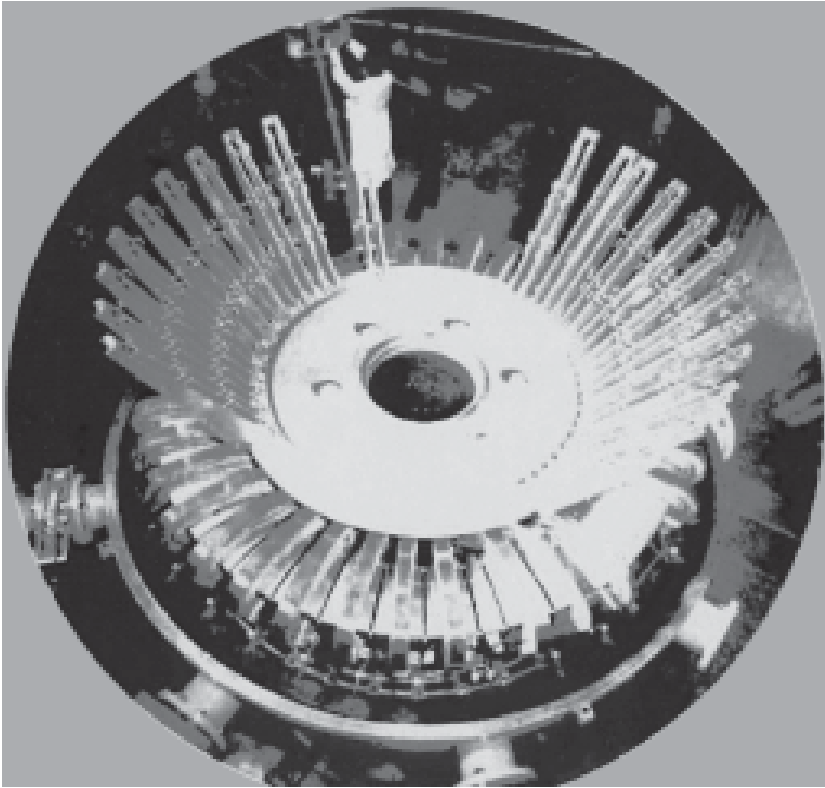
Acelerador Tandem y campos magnéticos



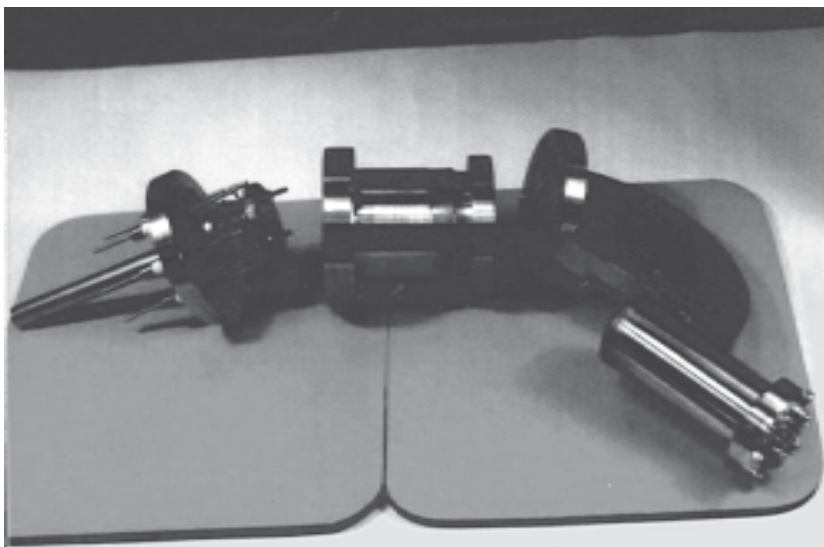
Montaje de los espectrógrafos



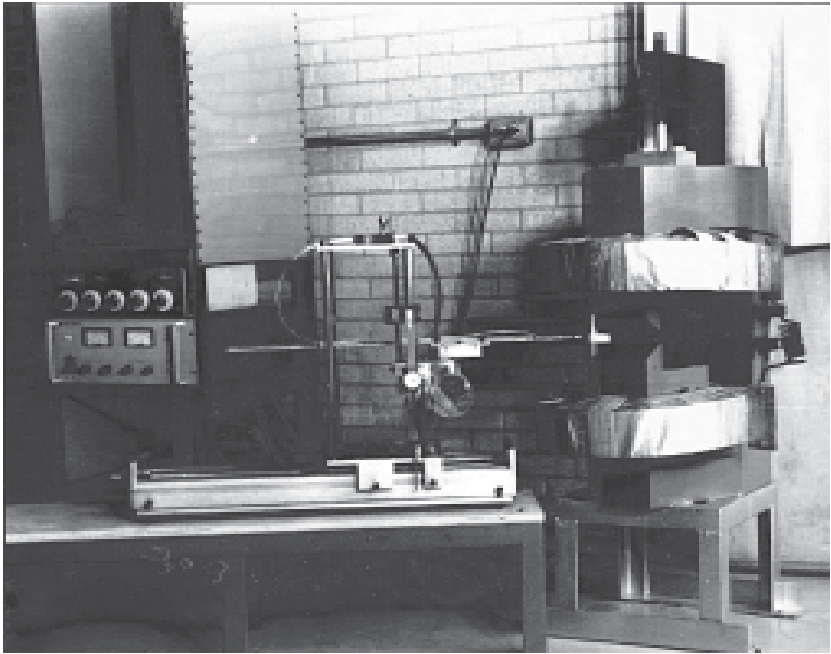
Gran espectrógrafo magnético



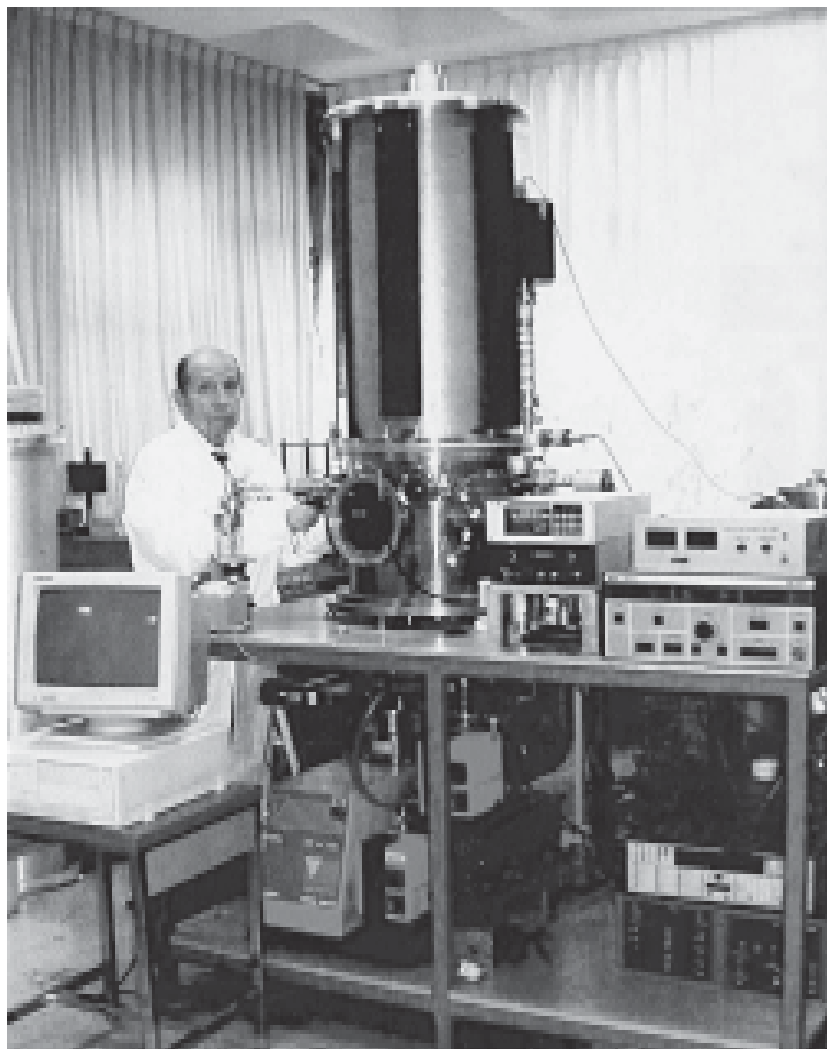
Espectrógrafo magnético toroidal



Construcción de un espectrómetro de masas



Espectrómetro de masas



Equipo de alto vacío para la producción de celdas solares

Ciclo de conferencias «Mi vida en la ciencia»

<i>Fecha</i>	<i>Investigador</i>	<i>Dependencia</i>
20 de Mayo	Dr. Marcos Moshinsky Borodiansky	Instituto de Física
21 de Mayo	Dr. Julián Adem Chahín	Centro de Ciencias de la Atmósfera
22 de Mayo	Dr. Teófilo Herrera Suárez	Instituto de Biología
27 de Mayo	Dr. Fernando Alba Andrade	Instituto de Física
28 de Mayo	Dr. Gonzalo Zubieta Russi	Instituto de Matemáticas
29 de Mayo	Dr. Alfonso Escobar Izquierdo	Instituto de Investigaciones Biomédicas
3 de Junio	Dra. María Teresa Gutiérrez Vázquez	Instituto de Geografía
4 de Junio	Dr. Emilio Lluís Riera	Instituto de Matemáticas
5 de Junio	Dr. Arcadio Poveda Ricalde	Instituto de Astronomía
10 de Junio	Dr. Carlos Guzmán Flores	Instituto de Investigaciones Biomédicas
11 de Junio	Dr. Juan Manuel Lozano Mejía	Instituto de Física
12 de Junio	Dr. Humberto Cárdenas Trigos	Instituto de Matemáticas
17 de Junio	Dr. José Negrete Martínez	Instituto de Investigaciones Biomédicas
18 de Junio	Dr. Zoltan de Cserna-de Gömbös	Instituto de Geología
19 de Junio	Dr. Fernando Walls Armijo	Instituto de Química
24 de Junio	Dr. Alfonso Mondragón Ballesteros	Instituto de Física
25 de Junio	Dr. Alfonso Romo de Vivar Romo	Instituto de Química
26 de Junio	Dr. Eucario López Ochoterena	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
1 de Julio	Dr. Barbarín Arreguín Lozano	Instituto de Química
3 de Julio	Dra. Gloria Alencáster Ybarra	Instituto de Geología
8 de Julio	Dr. Luis Estrada Martínez	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
9 de Julio	Dr. Fernando Enrique Prieto Calderón	Instituto de Física
15 de Julio	Dr. Armando Gómez Puyou	Instituto de Fisiología Celular
16 de Julio	Dr. Ismael Herrera Revilla	Instituto de Geofísica
17 de Julio	Dr. Jaime Mora Celis	Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno
13 de Agosto	Dr. Luis de la Peña Auerbach	Instituto de Física
14 de Agosto	Dr. Agustín Ayala Castañares	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
19 de Agosto	Dr. Jorge Rickards Campbell	Instituto de Física
20 de Agosto	Dra. Guillermina Yankelevich Nedvedovich	Instituto de Investigaciones Biomédicas

Lugar: Sala del Consejo Técnico de la Investigación Científica, 18:00 horas.

Son también «Forjadores de la Ciencia en la UNAM» el Ing. Marcos Mazari Mézner, del Instituto de Física, y el Dr. Tirso Ríos Castillo, del Instituto de Química.

«Forjadores de la ciencia en la UNAM: Fernando Alba Andrade»

se terminó de imprimir en mayo de 2003

en los talleres de Formación Gráfica, S.A. de C.V.,

Matamoros 112, Col. Raúl Romero, C.P. 57630,

Cd. Nezahualcóyotl, Estado de México.

Se tiraron 300 ejemplares más sobrantes para reposición.

El cuidado de la edición estuvo a cargo de

Augusto A. García Rubio Granados,

Secretario Técnico de Publicaciones y Ediciones.