



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**EL INSTITUTO DE FÍSICA Y SUS PRÁCTICAS:
1939-1955**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

FÍSICA

P R E S E N T A:

ADRIANA MINOR GARCÍA



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. GISELA TAMHARA MATEOS GONZÁLEZ
2009**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Apellido paterno: Minor
Apellido materno: García
Nombre: Adriana
Teléfono: 58272647
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Carrera: Física
Número de cuenta: 097180294

2. Datos del tutor

Grado: Dra.
Nombre(s): Gisela Tamhara
Apellido paterno: Mateos
Apellido materno: González

3. Datos del sinodal 1

Grado: Dr.
Nombre: Luis
Apellido paterno: de la Peña
Apellido materno: Auerbach

4. Datos del sinodal 2

Grado: Dr.
Nombre(s): Alejandro Ricardo
Apellido paterno: Garciadiego
Apellido materno: Dantan

5. Datos del sinodal 3

Grado: Dra.
Nombre: Larissa
Apellido paterno: Adler
Apellido materno: Milstein

6. Datos del sinodal 4

Grado: Dr.
Nombre(s): José Ernesto
Apellido paterno: Marquina
Apellido materno: Fábrega

7. Datos del trabajo escrito

Título: El Instituto de Física y sus Prácticas: 1939-1955
Número de páginas: 96
Año: 2009

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los miembros del jurado por el tiempo que le dedicaron a la revisión de este trabajo y por sus comentarios y sugerencias que sin duda sirvieron para mejorarlo: Dr. Luis de la Peña Auerbach, Dra. Larissa Adler Milstein, Dr. Alejandro Ricardo Garciadiego Dantan y Dr. José Ernesto Marquina Fábrega. En especial, agradezco a la Dra. Gisela Mateos, por su comprensión y apoyo desde que la conocí como docente en la Facultad de Ciencias y por su valiosa asesoría durante la realización de este trabajo; agradezco su guía personal y profesional, con la cual he tenido la oportunidad de aprender de su experiencia y que, además, ha generado una amistad que valoro enormemente.

Definitivamente, mis padres y mis hermanos son una fuente innagotable de cariño, inspiración y apoyo. Les agradezco profundamente la paciencia, la comprensión, el amor y el ejemplo que me han dado todo este tiempo. Este trabajo, sin duda, se los dedico a ellos.

Mucha gente en todo este proceso me ha apoyado. Maestros que desde mi época de bachiller me mostraron la física como actividad profesional; recuerdo con mucho cariño al Profr. José Luis Sánchez Asenjo(†), quien además se convirtió en un gran amigo. Personas que también creyeron en mí y que por esa razón decidieron apoyarme para que pudiera concluir los estudios de licenciatura, en particular deseo agradecer a Lucía López y Olivia Sifuentes, gracias por su amistad y por mostrarme que los seres humanos podemos ser solidarios. Mis amigos, sin cuya compañía, amor y apoyo me habría sido muy complicado, por no decir imposible, continuar en este camino; gracias por estar ahí Sherezada, Pedro, Sergio, Armando, Gabriela, Jorge. A todos ustedes dedico también este trabajo.

Por último, pero no menos importante, agradezco a la UNAM por darme la oportunidad de acceder a esta gran institución donde me he formado profesional e individualmente. La cultura, la docencia, la investigación y la actividad política que aquí se genera han sido elementos destacados en mi formación como una mujer consciente del mundo que habita.

Índice

<i>Introducción</i>	6
<i>Capítulo I. Estado de la historia de la física en México</i>	10
<i>Reseña histórica del Instituto de Física</i>	10
<i>Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)</i>	14
<i>Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963</i>	17
<i>Experiencia mexicana en aceleradores de partículas</i>	23
<i>El prometeo en México: raíces sociales y desarrollo de la Facultad de Ciencias, UNAM</i>	26
<i>Capítulo II. Fuentes primarias sobre el Instituto de Física</i>	31
Construcción de una fuente	31
Archivo Histórico de la UNAM	32
Construcción de fuentes para el tema “Las prácticas del Instituto de Física: 1939-1955”	37
Clasificación de las fuentes sobre las prácticas del <i>IF</i> extraídas del <i>AH-UNAM</i>	38
<i>Capítulo III. El Instituto de Física y sus prácticas: 1939-1955</i>	41
Antecedentes del Instituto de Física	41
Manuel Sandoval Vallarta y la radiación cósmica	47
Renuncia de Alfredo Baños a la dirección del Instituto de Física	49

Becarios	.....56
Prácticas experimentales e instrumentales	.....58
Sección de radiación cósmica: parte experimental	.....58
Mecánica de Suelos	.....63
Donaciones de la Fundación Rockefeller: Laboratorio de Medidas	
Eléctricas de Precisión y Talleres mecánico	
y de soplado de vidrio	.....66
Física Nuclear Experimental	.....70
Rayos X y Radioquímica	.....74
Prácticas teóricas	.....75
Sección de Radiación Cósmica: parte teórica	.....75
Carlos Graeff y la gravitación de Birkhoff	.....77
Marcos Moshinsky y la física nuclear teórica	.....80
<i>Conclusiones</i>	.....83
<i>Anexo: Tabla Año-Investigador-Sección</i>	.....87
<i>Referencias</i>	.....93

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de tesis tiene como principal objetivo identificar, en un primer acercamiento, las prácticas teóricas, experimentales e instrumentales que se desarrollaron en el *Instituto de Física* de la *UNAM* (IF) de 1939 a 1955, en términos institucionales y de relación académica con otras instituciones y con científicos, principalmente estadounidenses. El periodo de estudio lo escogí considerando desde la creación del IF en 1939 hasta su establecimiento en las instalaciones de Ciudad Universitaria; de esta manera se incluyen tanto las prácticas con las cuales inicia el instituto, algunas de las cuales tuvieron una dinámica diferente al final del periodo, y los inicios de las prácticas con las cuales se planeaba una nueva etapa de éste en sus propias instalaciones, en particular con aquellas que tienen que ver con la física nuclear. El periodo permite estudiar el inicio, modificaciones y desaparición de la mayoría de las prácticas con las que se fundó el instituto y, además, los inicios de nuevas prácticas en una etapa en la que se contaba con una infraestructura propia y con mayores recursos para su desarrollo.

Como práctica científica utilizaré la definición que hace Sergio Martínez [Martínez 2003]. Para este autor, la construcción del conocimiento científico es, en gran medida, una construcción de situaciones con cierta estabilidad que permiten la generación, el mantenimiento y la diversificación de prácticas. Dicha estabilidad es definida en términos de un conjunto interrelacionado de técnicas, conceptos y explicaciones que permiten la predicción o la manipulación confiable de objetos, conceptos y procesos en el ámbito de esas prácticas. Las prácticas, independientemente de los principios generales postulados por las teorías, permiten generar evidencia de hechos, razones para creer en la existencia de entes o procesos, o razones para creer en explicaciones, e involucran instituciones, líneas de investigación, personajes que las impulsan y trabajan en éstas, así como instrumentos. Todo ello implica una forma de trabajo en particular, normas implícitas del trabajo científico que son utilizadas, construidas y transmitidas por una tradición científica en particular. Una tradición científica es una manera de plantearse problemas, generar explicaciones y, en general, de producir conocimiento a partir de ciertas prácticas científicas distintivas de la tradición.

Para entender las prácticas científicas en el *IF*, fue necesario hacer una revisión de bibliografía secundaria sobre el tema de la historia de dicha institución, lo cual será tratado en el capítulo I. En general, sobre ese tema hay pocos estudios históricos y son de diferentes corrientes historiográficas, no

obstante estas lecturas aportan elementos muy importantes sobre el tema en cuestión. Se revisaron los siguientes libros: *Reseña histórica del Instituto de Física* de Héctor Cruz Manjarrez [Cruz Manjarrez 1976], *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)* de Luz Fernanda Azuela y José Luis Talancón [Azuela y Talancón 1999], *Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963* de Raúl Domínguez Martínez [Domínguez 2000], *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas* compilado por María de la Paz Ramos Lara [Ramos 2004] y *El prometeo en México: raíces sociales y desarrollo de la Facultad de Ciencias, UNAM* de Francisco Javier Cepeda Flores [Cepeda 2006]. Cruz Manjarrez ofrece una visión acumulativa y progresista del desarrollo del IF, mediante la descripción cronológica de las actividades desarrolladas ahí. Los libros de Domínguez y Azuela y Talancón, fueron hechos desde la perspectiva de la historia social de la ciencia. Domínguez revisa el origen de la disciplina en física nuclear, mientras que Azuela y Talancón analizan el caso de los trabajos sobre energía nuclear en México entre 1945 y 1995; en ambos casos se involucra necesariamente al IF, debido a las líneas de investigación que ahí se trabajaban y los instrumentos que se utilizaron. El libro compilado por Ramos Lara está constituido por algunos relatos anecdóticos en relación a la adquisición (1952) y los trabajos desarrollados con el generador Van de Graaff en el IF. Finalmente, el libro de Cepeda Flores se centra en la historia de la *Facultad de Ciencias* de la UNAM, ofreciendo indicios acerca de lo que aconteció en el IF dada la estrecha relación entre ambas dependencias.

Para desarrollar el estudio sobre el IF y sus prácticas de 1939 a 1955, se realizó una búsqueda documental en el *Archivo Histórico de la UNAM* (AH-UNAM), donde fue posible encontrar material como informes, cartas, oficios, entre otros, sobre las escuelas, facultades, institutos, centros o direcciones de la Universidad. La búsqueda de archivo es el tema del cual tratará el segundo capítulo. Los documentos fueron organizados en una base de datos para poder acceder a ellos con diferentes campos de búsqueda importantes para este trabajo, como lo es lo referente a becarios, donaciones y colaboraciones internacionales, instrumentos y otros aspectos relacionados con la organización de este instituto. Al ordenar temáticamente los documentos se encontraron evidencias sobre aspectos que fueron influyentes en la generación y desarrollo de algunas prácticas del instituto.

En el caso de la formación de investigadores mexicanos y de las donaciones que permitieron instalar laboratorios y talleres del IF, tiene particular importancia la participación de las fundaciones

filantrópicas *Guggenheim* y *Rockefeller*. Son destacables también las relaciones que se establecieron con algunas instituciones principalmente estadounidenses, como la *Universidad de Chicago*, el *Instituto Tecnológico de Massachusetts* (MIT), la *Universidad de Harvard* y la *High Voltage Engineering Company*, en lo relativo a convenios de colaboración internacional, en el entrenamiento y formación de investigadores mexicanos y en la adquisición de instrumentos. También es importante considerar el papel de investigadores extranjeros en el establecimiento y desarrollo de algunas prácticas, como Manuel Sandoval Vallarta (aunque este investigador es de origen mexicano, desarrolló y promovió su trabajo desde el MIT y a partir de 1943 se integró al *IF*), George D. Birkhoff (Harvard), Arthur Casagrande (Harvard), Blas Cabrera (España), William Buechner (*MIT*), Ray Pepinsky (*Pennsylvania State College*) y William Libby (*Universidad de Chicago*).

En el periodo considerado en este trabajo, en el *IF* se desarrollaron principalmente las siguientes líneas de investigación: rayos cósmicos parte teórica y experimental, mecánica de suelos, gravitación de Birkhoff, física nuclear experimental y teórica, rayos X y radioquímica. El desarrollo de estas líneas específicas se explica considerando los becarios que realizaron estudios en instituciones y con investigadores norteamericanos, como los casos de Alfredo Baños, Carlos Graef, Fernando Alba Andrade, Marcos Moshinsky, Octavio Cano Corona y Augusto Moreno. Las líneas de investigación desarrolladas en el *IF* en el periodo analizado, involucran prácticas teóricas, experimentales e instrumentales. Sin embargo, voy a centrar este trabajo en hablar de prácticas como referencia para tener un acercamiento al cómo se hace la ciencia, en este caso particular, la física.

Es muy importante resaltar que en el trabajo que presento, me interesa rescatar e incorporar aspectos relacionados con los instrumentos, en particular a través de los talleres que no han sido considerados en las historias de la física en México. Al rescatar estos talleres, se encuentra evidencia de las prácticas instrumentales. Hablar de este tipo de prácticas permite mostrar cómo la creación y desarrollo de instrumentos se da de manera independiente a las prácticas experimentales y teóricas, aunque se asocian y se intercalan entre sí en distintos momentos. Sin embargo, la información al respecto no es suficiente para detallar sobre este tipo de prácticas.

Las prácticas científicas de las que hablaré serán presentadas considerando el periodo completo, para con ello mostrar cómo se desarrollaron. Sobre ello tratará el capítulo 3, donde se presentan aspectos

de lo que aconteció en el *Instituto de Física* de la *UNAM* en el periodo 1939-1955, poniendo énfasis en las prácticas experimentales, teóricas e instrumentales que se llevaron a cabo en el mismo, además de aspectos relacionados con becas, intercambios, colaboraciones y donaciones que se celebraron fundamentalmente con el apoyo de instituciones estadounidenses. De esta manera, el presente trabajo ofrece un primer acercamiento al tema de las prácticas científicas generadas en el *IF*, en el periodo 1939-1955.

CAPÍTULO I. ESTADO DE LA HISTORIA DE LA FÍSICA EN MÉXICO

Este capítulo consiste en la revisión de algunos trabajos históricos anteriores al presente estudio, que abordan directa o indirectamente el tema de la historia del *Instituto de Física* de la *UNAM* (IF) en el periodo 1939-1955. En particular se revisarán los trabajos de: Héctor Cruz Manjarrez [Cruz Manjarrez, 1976], Luz Fernanda Azuela y José Luis Talancón [Azuela y Talancón, 1999], Raúl Domínguez Martínez [Domínguez, 2000], María de la Paz Ramos Lara [Ramos, 2004] y Francisco Javier Cepeda Flores [Cepeda, 2006]. Se presentarán de manera cronológica con el fin de ubicar en el tiempo las diferentes perspectivas que se le ha dado a la Historia de la Física en México en el siglo XX.

Reseña Histórica del Instituto de Física

El libro *Reseña Histórica del Instituto de Física* de Héctor Cruz Manjarrez, fue publicado en 1976 [Cruz Manjarrez 1976] por el IF. En vista de que no se encuentran los archivos del IF y que éstos son mencionados a lo largo de la reseña en cuestión, es posible entender que su elaboración representa un esfuerzo por dejar un material histórico, fuente y referencia necesaria en lo posterior a cualquier trabajo en esa dirección. Consta de dos volúmenes, el primero de los cuales abarca desde los antecedentes (a partir de la creación de la Universidad) hasta la instalación del generador Van de Graaff en Ciudad Universitaria, en 1952; el segundo volumen comienza con la inauguración de Ciudad Universitaria y cubre hasta el año 1970. Para Cruz Manjarrez la historia del instituto consta de dos etapas correspondientes a los periodos que se trabaja en los volúmenes. Al respecto al término del primer volumen señala:

“El mismo año en que se instaló y se empezaron las primeras experiencias en el Van de Graaff, el Instituto se trasladó a la Ciudad Universitaria y de esta manera se inició en México la formación de un grupo entusiasta de físicos nucleares experimentales que comenzaron los trabajos de investigación que han sido reconocidos internacionalmente. En esta forma se cierra la primera etapa de la historia del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México” [Cruz Manjarrez 1976, 47].

La reseña no cuenta con índice, introducción, notas al pie de página, ni citas bibliográficas (en el primer volumen solo aparece una cita al Anuario de 1940), aunque a lo largo del libro el autor hace referencia a documentos, oficios, informes, cartas, etcétera, sin mencionar dónde se encuentran. Se trata de un material histórico que se desarrolla de manera cronológica, a la vez que integra capítulos delimitados por sucesos de importancia en y para el IF, y por una visión acumulativa y progresista de

su desarrollo. En consecuencia, no profundiza sobre la situación contextual nacional o internacional, y sólo se mencionan superficialmente cuando existe una relación directa con el *IF*.

A lo largo del libro se identifica una tendencia a no mencionar elementos controversiales de la historia del *IF*, como la explicación de la renuncia en 1943 del primer director del instituto, Dr. Alfredo Baños, sobre lo cual dice:

“Cuando llevaba a cabo estas actividades [las de gestionar con la Secretaría de la Defensa Nacional un espacio para instalar el taller de medidas eléctricas de precisión], tuvo que hacer frente a circunstancias y diferencias de criterio académico con varios investigadores y maestros universitarios, habiéndosele creado con este motivo un ambiente desagradable, que lo empujó a presentar su renuncia como director del instituto” [Cruz Manjarrez 1976, 21].

Sin embargo, en otras fuentes se dice que la renuncia de Baños se debió también a que fue acusado de plagio de un libro [Domínguez 2000, 65], situación que no es mencionada en la reseña y que derivó en cambios en la organización y la dinámica del instituto. Respecto a la relación ciencia-política se encuentra sólo un capítulo de la reseña dedicado exclusivamente al tema del apoyo que el gobierno de Adolfo Ruiz Cortínez dio a las investigaciones en energía nuclear; no obstante, no discute que algunos de los físicos más reconocidos de la época mantuvieran una participación activa en algunas instituciones del gobierno mexicano y de la universidad, como Manuel Sandoval Vallarta y Carlos Graef.

En el capítulo titulado “La ciencia, la tecnología y la política” da cuenta de su posición respecto a la relación ciencia-tecnología:

“a los progresos de una, corresponden innovaciones en la otra. Ciencia y técnica son factores de progreso y a través del tiempo han contribuido a la transformación social, política y económica de los pueblos. Sin embargo en otras épocas no había sido tan perceptible ni tan violenta su influencia como a partir de la segunda guerra mundial, en que ambos factores se convirtieron en importantes para el cambio, tanto de las estructuras sociales que de las fórmulas políticas y de la producción misma. De allí que en la actualidad muchos países se organicen planificando sus recursos usando estrategias políticas administrativas y financieras ligadas a las actividades científicas y técnicas” [Cruz Manjarrez 1976, 60].

Este capítulo constituye la única referencia explícita de lo que el autor considera que es la ciencia desde una visión progresista y también de las razones por las que el gobierno federal apoyó la investigación

en física nuclear, lo cual justifica fundamentalmente a partir de la incuestionable importancia que la investigación científica tenía para el desarrollo del país.

Para el autor, el que algunas líneas de investigación se desarrollaran con más ahínco en el *IF* se debe al interés que mostraron hacia éstas los directores del Instituto hasta 1970: Alfredo Baños y Manuel Sandoval Vallarta estimularon las investigaciones sobre radiación cósmica, Carlos Graef promovió los trabajos sobre gravitación de Birkhoff y Fernando Alba Andrade estimuló las investigaciones con el acelerador Van de Graff [Cruz Manjarrez 1976, 80].

Además, la dinámica en la introducción de nuevas líneas de investigación, la adecuación de las que ya había, la adquisición de instrumentos, los intercambios y colaboraciones internacionales, son explicadas en el libro considerando que la dinámica interna de los científicos y de la ciencia en general, a nivel nacional e internacional es lo que las determina. Por ejemplo, señala que el envío de profesionistas mexicanos a centros europeos y estadounidenses para especializarse en equipos relacionados con la energía nuclear, se debió a la creciente importancia de los estudios sobre física teórica y experimental, sin mencionar las relaciones políticas que también llevaron a crear esta necesidad. A propósito de la creación del laboratorio de radioisótopos en 1956, comenta que venía a llenar una necesidad científica, pues no existía en la Universidad ni en el país un centro especializado donde se llevara a cabo la tarea de calibrarlos, lo cual era indispensable para la investigación médica, biológica, física o de ingeniería. Para el autor, la ciencia en México adquirió grandes beneficios al celebrar intercambios o convenios de colaboración con otros países, en particular con Estados Unidos, lo que implicó un factor de desarrollo de la física en el país y que muestra al señalar: “Desde la época del Dr. Alfredo Baños se interesó mucho a hombres de ciencia, especialmente norteamericanos, en los trabajos que se llevaban a cabo en nuestro país; y no se desperdiciaba oportunidad de que el Instituto, su Director o sus investigadores participaran en eventos internacionales importantes” [Cruz Manjarrez 1976, 35].

También se trata de un texto que en ocasiones resulta anacrónico, ya que se ubica en el presente para juzgar y especular sobre los hechos del pasado, considerando que la ciencia es una construcción intelectual que se crea progresivamente en un camino ascendente hacia la verdad [Barona 1994]. Por ejemplo, sobre la vida científica del Instituto señala que:

“su dirección ascendente fue respaldada casi siempre por sucesivas autoridades universitarias, que facilitaron su crecimiento. Su comprensión y estímulo a las investigaciones físicas se convirtieron en actos positivos, como el incremento anual de su presupuesto, el apoyo a los diversos programas de trabajo y su aprobación a las propuestas de ingreso de numerosos investigadores de distintas categorías. Además, propiciaron la realización de eventos científicos nacionales y la participación del Instituto en otros internacionales y dieron facilidades para que el personal viajara al extranjero a realizar estudios de perfeccionamiento” [Cruz Manjarrez 1976, 98].

Con estos señalamientos muestra que, desde su punto de vista, el desarrollo del IF fue en dirección ascendente, supuesto que sólo puede hacer considerando un desarrollo progresista y acumulativo.

No obstante se trata de una fuente valiosa de información general integrada por datos importantes sobre el desarrollo del IF. La distribución de los capítulos por años y por eventos relevantes en su desarrollo hace posible obtener datos sobre las líneas de investigación que se desarrollaban en el instituto año con año, el personal que lo integraba, algunas de las asignaciones presupuestales, los trabajos de colaboración nacional e internacional, las becas e intercambios con otros países que tuvieron efecto sobre los trabajos desarrollados en el IF, la participación de algunos investigadores de otros países que tuvieron una presencia importante en éste, la construcción de equipo al interior del instituto, las modificaciones y adecuaciones que se hicieron a equipos (como el Dinamitrón o el primer Van de Graaff), lo que se construía en los talleres, así como las donaciones, etcétera. Por supuesto hace falta realizar un trabajo de análisis sobre estos temas, lo cual no se encuentra en la reseña de Manjarrez.

Los siguientes dos libros que se revisarán a continuación, tienen en común la perspectiva historiográfica desde la que se elaboraron que corresponde a la historia social de la ciencia. John R. R. Christie [1992] señala, en su artículo “El desarrollo de la Historiografía de la Ciencia”, que la historia social de la ciencia es un tipo de historiografía en la que se incorporan diferentes tipos de estudios, como la relación del desarrollo institucional de alguna disciplina con las características sociopolíticas en tiempos y lugares determinados, con lo cual los historiadores pueden señalar las maneras en que los campos particulares de la ciencia se han formado por características del cambio sociopolítico o respondido a éstas, además de apuntar las formas en que el contenido de ciertas teorías es producido y contiene los compromisos ideológicos propios de la sociedad en que la teoría de la ciencia es creada, a la vez que la propia ciencia afecta esferas sociales, económicas y políticas. En esta corriente historiográfica también se incorporan cuestionamientos a las ideas de progreso, objetividad e individualismo.

Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)

El libro *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)* de Luz Fernanda Azuela y José Luis Talancón, fue publicado en 1999 [Azuela y Talancón 1999]. Se trata de un libro que recoge la experiencia de los diferentes actores que participaron en la concreción del proyecto nuclear mexicano, a través de la formación de recursos humanos, la transferencia de tecnología y la construcción y puesta en operación del reactor Laguna Verde. Incluye también elementos de contexto a nivel internacional al respecto de las políticas en relación a la energía nuclear y a nivel nacional con elementos socio-económicos, políticos y en particular con lo relacionado a la política energética o la ausencia de ésta en el periodo de evolución del Proyecto Nuclear Mexicano de 1945 a 1995.

Para llevar a cabo su estudio los autores revisaron documentos en el *Archivo General de la Nación* (AGN), el *Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares* (ININ) y en la *Comisión Federal de Electricidad* (CFE), además realizaron entrevistas a los actores (las cuales usan para dar la interpretación de lo sucedido en el periodo) y encuestas a los pobladores de los alrededores de la planta de Laguna Verde y a trabajadores eventuales de la misma, sobre los beneficios proporcionados a la población y las medidas de seguridad derivadas de la presencia de la planta. Los autores señalan que la génesis y desarrollo de su estudio se enmarca dentro de la perspectiva de una historia social de la ciencia y la tecnología.

Los autores desarrollan a lo largo de los capítulos las siguientes hipótesis sobre el tema: en primer lugar, consideran que la imagen pública de la energía nuclear osciló entre la esperanza y el miedo nuclear, este último derivado tanto de los riesgos de la carrera armamentista como de los accidentes que sucedieron en un par de reactores (Three Mile Island y Chernobyl), imagen que en el caso mexicano tuvo un solo objeto que fue el Proyecto Nuclear de Laguna Verde (PNLV). En segundo lugar, sostienen que el Proyecto Nuclear Mexicano sufrió obstáculos derivados de las condiciones socio-económicas y políticas que se dieron en cada periodo presidencial, aunque esta situación fue diferente entre los científicos, ingenieros y técnicos quienes participaron en la adopción, transferencia e instrumentación de los nuevos conocimientos relacionados con la energía nuclear. Así para los autores se justifica el papel preponderante que tienen los testimonios de los actores del PNLV en la reconstrucción de la evolución del proyecto desde su interior; en tercer lugar afirman que el PNLV constituye una

singularidad en la generación y puesta en marcha de proyectos del estado, debido a la excelencia con la que se llevó a cabo así como la transferencia de tecnología y los desarrollos tecnológicos que trajo consigo, además de la adopción de estrictas normas de garantía y control de calidad, lo que constituyó una novedad en la *CFE* y en el sector industrial. Por último, agregan que el PNLV fue una prueba que permitiría evaluar la capacidad de investigación, desarrollo e integración para desarrollar un proyecto de tecnología de punta.

La organización de los seis capítulos que conforman el libro, señalan los autores, se corresponde con los sexenios en los que el proyecto fue desarrollado. Solo el primer capítulo se relaciona con el tema de este trabajo de tesis, por el periodo de tiempo considerado en él. Como parte de dicho capítulo se incluyen los antecedentes del PNLV y que tienen su punto de partida en las discusiones generadas alrededor del mundo después de las bombas de Hiroshima y Nagasaki en 1945, y que derivaron en la posterior regulación por parte de organismos internacionales, como la *Comisión Internacional de Energía Atómica* (1946), sobre el uso pacífico de la energía nuclear. La actividad de México en aquella época en esta comisión de la *Asamblea General de las Naciones Unidas*, señalan, fue fundamentalmente con la participación de Manuel Sandoval Vallarta y Carlos Graef, a la par que en el país se comenzaba a hablar de la necesaria participación del estado en el impulso de la ciencia en general y, en particular, de aquellos estudios científicos relevantes para el país, además de que personajes de la comunidad científica mexicana como Manuel Sandoval Vallarta, Alberto Barajas, Carlos Graef, Luis Enrique Erro y Nabor Carrillo dirigieron sus opiniones hacia los usos pacíficos de la energía nuclear. Sobre estos personajes los autores señalan que la experiencia que tuvieron en el extranjero durante su formación académica les permitió entrar en contacto con los desarrollos que se llevaban a cabo en la investigación científica de frontera y que debido a ello, a su regreso a México, impulsaron el desarrollo de esas áreas de investigación.

Además, los autores mencionan las diferentes acciones que, en política educativa en general y en particular la relativa a la ciencia y la tecnología, se tomaron a partir del sexenio de Lázaro Cárdenas (1934-1940) y hasta Gustavo Díaz Ordaz (1964-1970), visto esto como parte del sustento del Proyecto Nuclear Mexicano. En este sentido destacan la fundación y los trabajos llevados a cabo en el *Instituto Politécnico Nacional* (IPN, 1936), el *Instituto de Física* (1939), la *Facultad de Ciencias* (1939) y el *Instituto de Ingeniería* (1955) de la *UNAM*. Sobre la formación de un grupo de investigadores en el

área destacan la participación de Marietta Blau en el *IPN*, Manuel Sandoval Vallarta, Carlos Graef, Alberto Barajas y Fernando Alba Andrade en la *UNAM*. En relación con la creación de organismos destinados a la promoción de la investigación científica, los autores destacan a la *Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica* (CICIC, 1942) en la cual Manuel Sandoval Vallarta coordinaba la sección de Física y Matemáticas, donde se creó además el Laboratorio de Radiactividad y Magnetismo, cuyo principal objetivo fue la localización de yacimientos uraníferos. En 1950, la *CICIC* se transformó en el *Instituto Nacional de la Investigación Científica* (INIC) en el que se organizó el Programa de Reactores con la participación de Manuel Sandoval Vallarta, Alejandro Medina y, posteriormente, Vinicio Serment, todos ellos también investigadores o docentes en la *UNAM*.

Señalan también como un elemento importante, en lo que respecta a la física nuclear experimental, la adquisición del generador Van de Graaff. Sobre ello refieren el testimonio de Carlos Graef, quien menciona que la petición de adquirir el generador fue hecha por Nabor Carrillo, el cual albergó esta idea después de que visitó la *Universidad de Harvard* en 1949, y que fue apoyado por el entonces director del *IF*, Carlos Graef, por el director del *Instituto de Matemáticas*, Alberto Barajas, y por el encargado del proyecto de construcción de Ciudad Universitaria, Arq. Carlos Lazo; éste último, refieren, decidió asignar parte de los recursos destinados a la construcción del *IF* en Ciudad Universitaria a la adquisición del Van de Graaff, iniciativa que después fue secundada por el presidente Miguel Alemán, otorgándoles más recursos. El pabellón donde se instaló el Van de Graaff empezó a funcionar en 1953, a cargo de Fernando Alba Andrade.

Como parte del contexto internacional que propició la inclusión de México en las investigaciones en relación a la energía nuclear, resaltan la creación de la *Comisión Nacional de Energía Nuclear* (CNEN, 1955) y de la cual fueron miembros Alberto Barajas, Carlos Graef y Fernando Alba en el Consejo Consultivo, mientras que Manuel Sandoval Vallarta y Nabor Carrillo fungieron como vocales. Del testimonio de Juan Manuel Lozano, retoman que al interior de la comisión estaban en pugna dos posiciones respecto a la investigación en energía nuclear: por un lado la de Manuel Sandoval Vallarta que consideraba importante desarrollar el proyecto a partir de los recursos humanos, científicos y tecnológicos propios, y, por otro lado, aquella que impulsaban Carlos Graef y Nabor Carrillo quienes pugnaban por la incorporación a los nuevos resultados científicos y tecnológicos generados en el exterior a la par que se formaban cuadros profesionales locales que los instrumentaran.

Otro aspecto que consideran relevante es la articulación de un programa de becas para formar profesionistas en relación a la energía nuclear, como consecuencia de la política estadounidense de Átomos para la paz (1953). Así, la *Mexican Light and Power Company* otorgó becas para la especialización en ingeniería nuclear con los recursos obtenidos en un sorteo de *Bonos del Ahorro Nacional* (1955), las cuales fueron otorgadas a Carlos Vélez Ocón y Bruno Devecchi, empleados de la misma compañía, Arnulfo Morales y Vinicio Serment de la *UNAM*, y Antonio Magaña Plaza del *IPN*.

Hay un elemento que agregan a su discusión que tiene que ver con lo que llaman la cultura nuclear, que señalan tiene su símil en la industria aeronáutica y espacial. La cultura nuclear la relacionan con aquellas medidas de control y garantía de calidad que se tuvieron que asumir para cumplir con la normatividad internacional, así como con la organización de todos aquellos archivos que se sistematizaron con la información de cada acción llevada a cabo durante el desarrollo del proyecto y que fue de gran utilidad para identificar errores y corregirlos, lo cual se vio reflejado en la ejecución de la Unidad 2 de la planta nuclear Laguna Verde. Este aspecto, aunque resulta interesante desde el punto de vista de la formación de una práctica en particular, no tiene relación con el tema de esta tesis.

El libro *Contracorriente* [Azuela y Talancón 1999] constituye una muestra importante de la historia social de la ciencia donde se enfatiza sobre aspectos contextuales para dimensionar lo acontecido. Sin embargo, se cuestiona poco todo aquello que identifican como conocimiento científico y técnico, así como lo dicho por los actores que entrevistaron, otorgándoles por ello a sus testimonios una validez tal que hace que guíen el desarrollo e interpretación de parte de su trabajo.

Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963

El libro *Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963* escrito por Raúl Domínguez Martínez, fue editado en el año 2000 [Domínguez, 2000] y surgió en el marco de los trabajos del Seminario de Historia de la Ciencia de la *Facultad de Filosofía y Letras*. El autor aborda el tema del desarrollo de la Física Nuclear en México desde la perspectiva de la historia social de la ciencia [Domínguez 2000, 12]. Para ello le es indispensable hablar de la física en la *UNAM*, en particular del *IF*, dado que en la primera mitad del siglo XX no hubo otro lugar en México donde se formara a profesionistas y se realizara investigación en física. Sin embargo, por centrarse en el tema de la Física Nuclear, deja

pendientes temas importantes de la historia del IF, por ejemplo, el análisis del papel que jugaron las fundaciones filantrópicas como la *Fundación John Simon Guggenheim* o la *Fundación Rockefeller* en el desarrollo de algunas líneas de investigación, o detallar sobre la cultura generada alrededor de los instrumentos que se construyeron, modificaron o se adquirieron en el IF, además de la evolución y desarrollo de las distintas secciones del mismo.

Los archivos que consultó el autor para dar forma a su trabajo fueron: *Archivo de la Coordinación de la Investigación Científica (ACIC)*, *Archivo Central del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (AC-ININ)*, *Archivo Histórico del Consejo Universitario (AHCU)*, *Archivo Histórico de la UNAM (AH-UNAM)*, *Archivo General de la Nación (AGN)* y el *Archivo Histórico “Genaro Estrada”* de la *Secretaría de Relaciones Exteriores (AREM)*. Además, refiere que para la interpretación acerca de la instauración de los programas de investigación en física nuclear en la UNAM, fue fundamental una entrevista que le hizo al Dr. Juan Manuel Lozano, el 16 de octubre de 1997 [Domínguez 2000, 15].

Para el autor, la ciencia es una actividad humana que al estudiarla en relación con su entorno social, permite explicar las formas y las causas de su desarrollo, sus funciones y las múltiples articulaciones que suceden en torno a ésta en un contexto determinado. En cuanto a la física nuclear señala que constituyó “un caso de alta significación por tratarse de un paradigma que marcó la vanguardia internacional de la ciencia” [Domínguez 2000, 13] y que en el estudio de las razones y los mecanismos para el establecimiento de programas de investigación en este campo es posible encontrar pistas sobre la situación concreta del país y sobre los procedimientos de adopción e incorporación a una ciencia de punta.

Las hipótesis que delinean su trabajo suponen que la ciencia mexicana está supeditada a la ciencia desarrollada en el exterior, desde la adopción de temas de estudio, objetivos generales, contenidos y tecnologías, hasta el estímulo económico que se da en el marco de la cooperación internacional y de la participación de algunas fundaciones filantrópicas. Sin embargo, asegura que a partir de los intereses particulares de los actores se constituyen los elementos que permiten diferenciarla en un ambiente local. También asegura que en México, desde muy temprano, el desarrollo de la ciencia ha dependido del proyecto político, económico y sobre todo cultural del país, emanado de la gesta revolucionaria, aunque señala que existe en los hechos un desentendimiento del aparato público como gestor,

delegando este papel a los recursos propios y a las posibilidades de los centros universitarios y de educación superior en general. En cuanto al papel del sector de la industria en el desarrollo científico y tecnológico del país, considera que en éste no hubo interés ni posibilidades para involucrarse en tales actividades. Para el caso particular de la física nuclear, afirma que fue el contexto internacional lo que permitió que su estudio se convirtiera en una cuestión de vital importancia desde la perspectiva oficial, que concibió a esta disciplina como la posibilidad de desarrollo de una alternativa energética y como la oportunidad de participar en programas de cooperación internacional de desarrollo tecnológico; en el campo teórico señala que su desarrollo se debió al esfuerzo de instituciones académicas como la *UNAM*.

En el periodo de tiempo que se trabaja en el libro (1933-1963) se incluyen los eventos que desde el punto de vista del autor son determinantes en el proceso de desarrollo de la Física Nuclear en México, desde los primeros esfuerzos por introducir los estudios en física en la *Universidad Nacional de México* hasta la creación de la *Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN)*, la adquisición del primer reactor nuclear en el país y la descentralización de la investigación en el área en la *UNAM*.

Para el desarrollo de los capítulos se hace uso de cortes temporales delimitados por procesos tanto internos de la *UNAM* como de la situación de la investigación científica en el país. El primer capítulo considera el periodo 1933-1938, que abarca desde un proceso de reestructuración interna de la Universidad (que involucra el régimen de autonomía total y una nueva Ley Orgánica), hasta la configuración de la necesidad de crear la *Facultad de Ciencias* y el *Instituto de Física*. El segundo capítulo comienza en 1938, año de creación del *Instituto de Física* y la *Facultad de Ciencias*, hasta el año 1944, cuando se conforma una nueva Ley Orgánica de la Universidad y con ello se reestructura la investigación científica en la *UNAM*. El tercer capítulo parte de 1945, año en el cual entra en vigor la nueva Ley Orgánica, hasta los alrededores de 1950, donde comienzan las gestiones para adquirir el generador Van de Graaff. El cuarto capítulo parte de 1952, año en que inician las investigaciones en el Pabellón Van de Graaff, y se centra en sus primeros dos años de operación para exponer los factores que permitieron la inauguración de líneas de investigación y la consolidación de un grupo de investigadores en el área de física nuclear. El quinto capítulo aborda el tema de los factores externos a la investigación para poner en perspectiva cómo la investigación en física nuclear se hace posible: el papel nulo que tuvo la ciencia en el desarrollo del país, el control que el gobierno mexicano tuvo sobre

la investigación científica a través de la dotación de presupuesto para su funcionamiento (incluyendo lo respectivo al mantenimiento e investigación con el Van de Graaff), la diversificación de los sitios de formación y desarrollo profesional en física y la exposición de algunos de los nexos extraacadémicos de los funcionarios universitarios con el poder público. El capítulo sexto comienza en 1955, año en que se crea la *CNEN*, hasta 1960, periodo que para el autor abarca la consolidación de grupos de investigación en Física Nuclear tanto dentro de la *UNAM* como por parte de esa comisión. El séptimo y último capítulo se centra en el tema de la cooperación internacional y se refiere a los apoyos que desde el extranjero se dieron para desarrollar la disciplina que ocupa al autor a lo largo del periodo analizado en la obra.

En el libro se formula una hipótesis que al parecer configura la interpretación que se presenta sobre el primer periodo del *Instituto de Física* y la *Facultad de Ciencias*: se señala que fue el interés y el esfuerzo individual de algunos personajes lo que permitió el desarrollo de algunas áreas y la creación de espacios universitarios dedicados a ello. Esta posición es reforzada al citar un documento presentado al Consejo Universitario en 1938, relativo a la creación de la *Facultad de Ciencias*, donde puede leerse:

“En nuestro medio universitario se ha tenido especial cuidado de formar buenas escuelas profesionales, dotándolas, hasta donde se ha podido, de todo lo que necesitan para preparar a sus alumnos; pero a los profesores universitarios y a los investigadores de la ciencia no se les ha prestado ayuda alguna, se han formado por su propia cuenta” [Domínguez 2000, 53].

Se refiere en particular a Sotero Prieto y a Ricardo Monges López, en lo que señala como la primera generación; a Alfonso Nápoles Gándara, Mariano Hernández y Alfredo Baños en la segunda generación; en esta secuencia refiere a los científicos que Alberto Barajas identifica como la tercera generación de intelectuales mexicanos en el presente siglo y se trata de Nabor Carrillo, el propio Barajas y Carlos Graef. Algunos de estos personajes ocuparon cargos de dirección en el *Instituto de Física*, la *Facultad de Ciencias* o en organismos nacionales e internacionales relacionados con la ciencia, situación que explicita el autor.

Se considera que el surgimiento de Estados Unidos como potencia económica y cultural derivó también en que “a partir de él habrían de configurarse no solo los campos y los contenidos de la ciencia practicada en México, incluso las formas y, desde luego, la negligencia del estado en lo que se refiere a la incorporación de la ciencia a las estrategias de desarrollo que se fueron constituyendo como

dominantes” [Domínguez 2000, 29]. Esta afirmación se desarrolla sobre todo en el capítulo VII, donde se mencionan algunos de los convenios de colaboración celebrados con el gobierno de Estados Unidos, ya sea a través del gobierno federal o directamente con la *UNAM*, lo que según el autor se trata de una relación particular y exhaustiva que abarcó modelos, líneas de investigación, insumos, equipos, instituciones, etcétera.

También se señala que las relaciones personales establecidas entre científicos mexicanos y estadounidenses jugaron un papel activo en la formalización de relaciones de colaboración científica, privilegiando en particular las celebradas con instituciones de Estados Unidos. Por ejemplo, se menciona que la selección de los temas de investigación y los trabajos en el IF en 1956, obedeció a los temas que interesaban entonces a algunos físicos de renombre internacional que tuvieron una influencia decisiva en el desarrollo de la física nuclear en México, en particular se refiere al Dr. Willian Buechner del *Instituto Tecnológico de Massachusetts* (MIT). Para el autor las relaciones académicas de la *UNAM* con instituciones de su género en Estados Unidos, los programas de becas y de intercambio de profesores e investigadores, así como los contactos y las colaboraciones entre científicos de ambos países constituyeron los factores que permitieron hacer coincidir las orientaciones de la investigación científica vigentes en ambos países.

En el libro se señala que las causas por la que las emergentes vocaciones científicas nacionales necesitaron formarse en instituciones extranjeras (fundamentalmente estadounidenses) fueron la falta de infraestructura para la investigación y la inexistencia de docentes especializados. Este es el caso del Dr. Alfredo Baños, quien fue beneficiado con una beca de la *Fundación Guggenheim* para estudiar las trayectorias de los rayos cósmicos, bajo la dirección del Dr. Manuel Sandoval Vallarta en el *MIT*. De igual manera Carlos Graef obtuvo una *beca Guggenheim* para estudiar en el *MIT*, donde se graduó como doctor en física teórica con una tesis propuesta por Sandoval Vallarta sobre órbitas periódicas en la radiación cósmica primaria. Alberto Barajas y Nabor Carrillo también fueron galardonados con la *beca Guggenheim*, ambos para formarse en la *Universidad de Harvard*, por mencionar algunos casos.

Con el arribo del acelerador de partículas Van de Gaaff a principios de los años cincuenta, se iniciaron las investigaciones en esta área. En el capítulo IV el autor expone lo que desde su punto de vista fueron los esfuerzos que confluyeron desde diferentes frentes e intereses, para la conformación de un grupo

que se dedicara a esta rama de la física. El generador Van de Graaff de 2 200 000 MeVolts comprado para el *IF*, fue construido por la *High Voltage Engineering Corporation* con sede en Cambridge, Massachusetts, lugar que fue visitado por el Dr. Carrillo para conocer los equipos y los trabajos realizados por el doctor William Buechner, por invitación de Arthur Casagrande (ex-profesor de Carrillo durante sus estudios en la *Universidad de Harvard*). Según la versión del autor, el presidente Miguel Alemán decidió cubrir el costo del instrumento para darlo en donación a la *UNAM*, en el contexto de la búsqueda de usos pacíficos de la energía nuclear. Las investigaciones que se hicieron con este generador fueron dirigidas por Fernando Alba Andrade, quien en 1953 fue enviado con el Dr. Buechner para ser entrenado en el uso y las investigaciones realizadas entonces con el instrumento. En el libro se muestra que el Dr. Buechner fue también influyente en la determinación de las líneas de investigación que deberían desarrollarse usando el nuevo acelerador, al citar una carta que envió este investigador a Nabor Carrillo donde le sugería específicamente el tipo de reacciones que debían trabajarse, con el argumento de dilucidar problemas de interés común y de importancia para la comunidad científica, así como para que los resultados obtenidos fueran nuevos y publicados como contribuciones originales. Además, con el fin de dotar de instrumentos e insumos al *IF* para el desarrollo de investigación con el acelerador, se efectuaron donaciones, préstamos, convenios y compras con diferentes instituciones públicas de Estados Unidos, de la propia Universidad y del país. Por otra parte, en 1950 se creó el *Instituto Nacional de la Investigación Científica* (en sustitución de la *Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*), en la que participaron investigadores del mismo instituto. Ese año también se integró la *Sociedad Mexicana de Física*, en cuyo consejo consultivo se encontraban investigadores del *IF*. Al año siguiente se llevó a cabo el *Congreso Científico Mexicano* y en 1954 el *Primer Congreso Nacional de Física*. Para Domínguez todo ello fue lo que permitió la consolidación de un grupo de investigadores en física nuclear.

Sobre la puesta en marcha de programas de investigación en Física Nuclear se apunta que se debieron a diversos factores de índole sociopolítico combinado con los intereses de una comunidad científica en particular. Vale la pena citar lo que el autor menciona al respecto:

“Se trata, dicho de otra manera, de una peculiar forma de articulación de intereses, en la que se conjugaron los intereses científicos de un sector interno y los de un sector externo con los intereses extracientíficos de ambos Estados, dando por resultado la instauración en México de programas de investigación en física nuclear, no sólo en el campo teórico, sino en el experimental; la formación de cuadros especializados; el fomento de la enseñanza de esta rama del conocimiento y la creación de la Comisión Nacional de Energía Nuclear” [Domínguez 2000, 138].

Para el autor, el virtual abandono del gobierno federal a la ciencia se debió a que las importaciones se verificaban en los bienes de consumo y en algunos casos en los de bienes intermedios, pero no en los bienes de capital, lo cual dio por resultado que tanto el sector público como el privado hicieran a un lado la alternativa de sustentar el desarrollo de la nación con el desarrollo de ciencia y tecnologías propias. También apunta que la puesta en marcha de los programas de investigación en el área de la Física Nuclear se hallaba condenada de origen a un subdesarrollo.

Aunque el libro de Domínguez es un importante aporte porque su trabajo está hecho desde una perspectiva historiográfica distinta, no profundiza sobre algunos temas que menciona de manera explícita, como los intereses y relaciones extracientíficas que se dieron en el desarrollo de la física en México y la influencia que algunas instituciones, fundaciones y personajes nacionales y estadounidenses tuvieron en la dirección que habrían de tomar los trabajos realizados en el *IF*, además de lo respectivo a los instrumentos que se construyeron, adquirieron mediante compras o donaciones y las modificaciones que se les hicieron para adaptarlos a las circunstancias e intereses locales. Considero valioso que en el libro se incorporen los documentos, cartas, oficios, y material en general relacionado con el tema, hallados por el autor en su búsqueda en los diferentes archivos que consultó, con la salvedad de que no constituyen una búsqueda enfocada al tema de la historia del *IF* sino que están orientados a una línea de investigación particular desarrollada en dicho instituto.

Experiencia mexicana en aceleradores de partículas

El libro *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas*, compilado por María de la Paz Ramos Lara, fue publicado en 2004 [Ramos 2004] como parte de los resultados del proyecto de investigación “Los aceleradores de partículas en la UNAM desde una perspectiva histórica e interdisciplinaria”, respaldado por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM. María de la Paz señala que originalmente el proyecto comenzó con el propósito de celebrar el 50 aniversario de la instalación del primer acelerador de partículas tipo Van de Graaff en América Latina. Para hablar de los aceleradores de partículas se seleccionó a un grupo de científicos relacionados con distintas facetas de los aceleradores en el país y en proyectos internacionales, así como con los distintos usos y aplicaciones que se les ha dado. En general, todos los textos que componen el libro tienen que ver con la experiencia personal, el testimonio, que han tenido los autores

en la investigación y uso de este instrumento. Para el periodo que se estudia en el presente trabajo de tesis (1939-1955) solo son relevantes los textos de Ma. de la Paz Ramos, Fernando Alba, Juan Manuel Lozano y Jorge Rickards por parte de la información contenida en ellos, mas no por el enfoque que se le da a esta parte de la historia del *IF*.

El libro de Ramos está dividido en cuatro secciones que en general se enfocan en dos aspectos de la experiencia de aceleradores de partículas en México. Por una parte se trata de un panorama histórico desde distintas perspectivas (la mayoría de estos textos son testimoniales, exceptuando el de la compiladora) sobre la física y los primeros aceleradores que hay en el país; tema que ocupa los textos de Ramos (*CEIICH-UNAM*), Fernando Alba Andrade (*IF*), Juan Manuel Lozano (*IF*), Jorge Rickards Campbell (*IF*), Ghirardo Murillo Olayo y Héctor López Valdivia (*ININ*), Gerardo Herrera Corral (*CINVESTAV*) e Ignacio Álvarez T., Carmen Cisneros G. y Alfonso Guerrero T. (*CCF-UNAM*). Por otra parte se consideran las aplicaciones científicas (en particular en el sector de la salud) e industriales que se han llevado a cabo con el uso de estos instrumentos así como las perspectivas de su uso; este tema lo abordan Rodolfo Díaz Perches (*Hospital General de México-SSA*), Alicia Graef (*Hospital Médica Sur*), Nora E. Kerik Rotemberg (*PET-Ciclotrón, UNAM*), María Esther Brandan (*IF*), Miguel Ángel Celis López y Julio Sotelo Morales (*Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez”*), José Luis Ruvalcaba Sil (*IF*), Francisca Aldape (*ININ*), Epifanio Cruz Zaragoza (*ICN-UNAM*) y Javier Miranda Martín del Campo (*IF*).

El texto de Ramos Lara trata sobre el desarrollo de la física desde la época colonial hasta mediados del siglo XX, con el objetivo de enmarcar en un contexto histórico más amplio la trascendencia de la adquisición del acelerador Van de Graaff en 1952 en el desarrollo de la física en el país. Para ello hace mención de las instituciones que considera como los antecedentes más relevantes del origen de la profesión en física y el nacimiento de la física experimental en México. Para la autora las instituciones con orientación científica en México más destacadas entre los siglos XVIII y XIX son: el *Real Seminario de Minas (Colegio de Minería)* y la *Real y Pontificia Universidad*, a partir de las cuales se consolidó la profesión en ingeniería y con ello se generaron espacios para la promoción de la actividad científica, como la *Sociedad Científica Antonio Alzate (SCAA)*. Así mismo, sobre las primeras décadas del siglo XX menciona los antecedentes que desde su punto de vista influyeron para que en 1938 se crearan el *IF* y la *Facultad de Ciencias*. Señala que en la década de los cuarenta se auguraba un mejor

porvenir para la investigación científica en vista de la creación de distintos espacios para su desarrollo, como la *Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC)*, el *Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC)*, la *Coordinación de la Investigación Científica* y el *Instituto de Geofísica*, además de la consolidación de los estudios de posgrado en el área, la incorporación de académicos españoles a la Universidad y la materialización del proyecto de Ciudad Universitaria. Finalmente, para la autora la adquisición del generador Van de Graaff permitió que se realizara investigación original y de impacto internacional en el campo de la física nuclear experimental. Lo que derivó en que se potenciara la física experimental en el país y se generara el interés en otras instituciones científicas del país y de otras disciplinas por el uso de este instrumento.

Fernando Alba Andrade, Juan Manuel Lozano y Jorge Rickards fueron investigadores del *IF* que estuvieron en contacto directo con la adquisición, puesta en operación y el desarrollo de trabajos de investigación con el generador Van de Graaff. Ellos relatan su experiencia personal en el uso de dicho instrumento, además de las vivencias que tuvieron desde su ingreso al *IF*. En los textos se puede obtener información sobre eventos que acontecieron en el instituto, con la salvedad de que se trata, como Rickards señala, de su visión personal.

El texto de Jorge Rickards se relaciona poco con el periodo que trabajo en el presente estudio ya que ingresó al *IF* en 1959. Sin embargo, es de destacar la mención que hace acerca de la forma de trabajo en el pabellón, ya que, según su anécdota, el instrumento era manejado solamente por dos técnicos y se contaba con microscopistas que colaboraban en las investigaciones.

Juan Manuel Lozano por su parte, se centra en narrar su experiencia en el *IF* desde su ingreso a la licenciatura en física teórica hasta la formación del grupo de física nuclear experimental, para esbozar las condiciones en las que se encontraba el *IF* cuando se adquirió el Van de Graaff, sobresaliendo la narración que hace sobre la adquisición del instrumento. Según su anécdota, Nabor Carrillo era invitado en los veranos a impartir un curso de mecánica de suelos en la *Universidad de Harvard*, donde había hecho años antes su doctorado bajo la dirección de Arthur Casagrande, quien se había hecho su amigo y que en una de sus reuniones le presentó a Dennis Robinson, gerente de la compañía donde se construían esos instrumentos. Nabor Carrillo visitó la fábrica de aceleradores y se convenció de adquirir uno para la investigación en física nuclear y que sería instalado en Ciudad Universitaria,

intención que comentó con el Arq. Carlos Lazo quien compartió su entusiasmo y decidió tomar dinero de la constructora para la adquisición del acelerador.

Finalmente, Fernando Alba expone de manera muy general su contacto con la física experimental, desde la construcción de un contador de rayos cósmicos en 1939, donde colaboró como ayudante del investigador Manuel Perrusquía, hasta la formación de un grupo de especialistas en el uso del Van de Graaff y en la física experimental nuclear. Menciona que fue gracias a la iniciativa de Nabor Carrillo y Carlos Graef que se decidió la adquisición de dicho instrumento, además que él fue enviado en 1952 al *MIT* para ser entrenado sobre las investigaciones que se desarrollaban con esos aceleradores y a su regreso fue nombrado jefe del laboratorio nuclear. Considera también que “el producto más importante de este acelerador fue la formación de un valioso y numeroso grupo de investigadores en el campo de la física experimental” [Ramos 2004, 38].

Esta compilación contiene información fundada en la experiencia de lo que aconteció en el *IF*, en particular con los aceleradores de partículas. Sin embargo no es posible encontrar referencias documentales de las afirmaciones que se hacen a lo largo de los textos y que se refieren a la historia del *IF*. En ese sentido estos textos son una fuente histórica cuestionable.

El prometeo en México: raíces sociales y desarrollo de la Facultad de Ciencias, UNAM

El libro *El Prometeo en México: raíces sociales y desarrollo de la Facultad de Ciencias* de Francisco Javier Cepeda Flores, fue publicado en el año 2006 [Cepeda 2006] por la *Universidad Autónoma de Coahuila*. El autor señala que se trata de un trabajo que tiene sus orígenes en los años ochenta en el marco de los estudios sobre la función social de la ciencia a través de la historia, que se realizaron en la *Facultad de Ciencias* (FC) de la *UNAM* en esa época y en los cuales participó. Considerar este libro como fuente secundaria se justifica si se tiene en cuenta la relación que se mantuvo entre el *IF* y la *FC*. La creación de ambas instituciones ocurrió el mismo año (1939), impulsadas por Ricardo Monges López, quien las consideraba como parte esencial de un plan para articular la investigación científica en la Universidad. Desde la creación de la *FC* hasta 1957, el director en turno del *IF* era también el encargado del Departamento de Física, teniendo con ello una participación importante en la organización de la licenciatura correspondiente, además que los investigadores del instituto también fueron docentes en la *FC*, contribuyendo con ello a la formación de estudiantes.

Para el autor, su investigación busca abarcar aspectos de una historia social de la ciencia para ligar el desarrollo de una institución en particular con los fenómenos sociales y políticos del país. Con este enfoque responde a la pregunta sobre las causas de la fundación de la *FC*, teniendo como tesis principal que su creación es una etapa más de un largo proceso de introducción de la ciencia en México, el cual plantea que tiene sus orígenes en el siglo XVIII con la introducción de lo que llama la ciencia moderna. La bibliografía que el autor cita, da cuenta de que para la realización de su estudio consultó el *Archivo del Consejo Universitario de la UNAM* (AHCU), el archivo muerto de la facultad en cuestión y de su Consejo Técnico, además de diversos libros relativos a diferentes aspectos de la historia de México que abarcan del siglo XVIII al XX, textos publicados en el periodo que analiza el autor y las entrevistas que efectuó en 1984 a algunos actores del desarrollo de la *FC*.

El autor considera que la *Escuela Nacional Preparatoria* (ENP) con sus antecedentes y las instituciones de educación superior de la época son el punto de partida oficial de las ciencias naturales, aunque no fueron el inicio de la enseñanza científica, sino que solamente crearon mejores condiciones para su desarrollo. Por su parte, la *Escuela Nacional de Altos Estudios* (ENAE), que acompañó al proyecto educativo de Justo Sierra, significó un eslabón y raíz en el desarrollo de la ciencia en México. En cuanto a la actividad al interior de esta escuela enfocada a las ciencias que habían de integrar después la *FC*, señala que se crearon las secciones de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales integrada por los institutos médico, patológico, bacteriológico y *Museo Nacional de Historia Natural*, además que se impartieron cursos aislados con temas científicos por parte de algunos profesores como Sotero Prieto y Alfonso Pruneda. A partir de 1914, la *ENAE* cambió por *Facultad de Altos Estudios* (FAE) que funcionó así hasta 1924. El autor destaca la integración a esta escuela del maestro Alfonso Nápoles Gándara, quien había estado en el extranjero gracias a una *beca Guggenheim* y que sería un personaje fundamental en la creación del *Instituto de Matemáticas* y maestro destacado de la *FC*. En 1924, la *FAE* fue dividida en las facultades de *Filosofía y Letras*, *Altos Estudios* y *Normal Superior*, hecho que interpreta el autor como derivado de la mayor influencia de la filosofía sobre las ciencias exactas al interior de la Universidad. En 1929, la universidad se reorganizó a raíz de la autonomía, así solo quedó la *Facultad de Filosofía y Letras*, la subsección de química se trasladó a la facultad correspondiente, mientras que las de física y matemáticas se integraron a la *Facultad de Ingeniería*; finalmente, el área de biología permaneció en la *FFyL* hasta 1939.

En forma importante su discusión en esta parte se enfoca sobre lo acontecido durante la huelga de 1929 que derivó en la autonomía parcial de la universidad, además de las discusiones en 1933 respecto del futuro de la universidad generadas por las visiones encontradas de Vicente Lombardo Toledano y Antonio Caso, así como el rectorado que se impuso por parte de los conservadores cuando Lombardo Toledano sería designado rector con el apoyo del gobierno cardenista. Señala la posterior organización de la *Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas* (1934), a la que se adscribieron distintas escuelas como la *Escuela Nacional de Ingenieros* y la *Escuela Nacional de Ciencias Químicas*, además del Departamento de Física y Matemáticas. Posterior a ello, Ricardo Monges López promovió la creación de la *Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas* (ENCFyM) y del *Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas* (ICFyM).

Para hablar del desarrollo de la *FC* el autor propone la siguiente periodización: 1939-1953 “Infancia idílica”, 1953-1965 “Crecimiento y casa propia”, 1966-1980 “Ciencia y conciencia” y 1980-1995 “Reflujo o desarrollo pacífico”. Señala que la periodización que propone está delimitada por “hechos significativos que marcan el fin de esas características propias de un ciclo que termina, y que definen el rasgo distintivo del nuevo momento” [Cepeda 2006, 138]. Para el presente trabajo de tesis solo son relevantes los primeros dos periodos que propone el autor.

El primer periodo (1939-1953) es caracterizado por el inicio de las labores en la *Facultad de Ciencias*: la organización de los departamentos de física, matemáticas, química, biología, geología, geografía y astronomía, así como la creación de los planes de estudio que contemplaban los grados de maestro y doctor en ciencias, además de profesor para escuelas secundarias y preparatorias en las áreas de matemáticas, física y geografía. Señala que en este periodo las actividades giraron alrededor de la física y las matemáticas, poniendo énfasis en el impulso a los pocos alumnos con los que se contaba enviándolos a prepararse al extranjero. Posteriormente se desprendieron los departamentos de geología y geografía que pasaron a la *Facultad de Ingeniería* y a la *FFyL*, respectivamente. En 1945 se creó el departamento de Biología Médica y en 1947 la carrera de Actuaría, además en esos años se acordó organizar los estudios en dos niveles: el profesional y el de graduados, este último contenía los estudios de posgrado. Así mismo, el autor destaca los diferentes personajes que se ocuparon de la dirección en distintos periodos, sobresaliendo los periodos de Ricardo Monges López, Carlos Graef y Alberto

Barajas al frente de la facultad, poniendo énfasis en la participación política que tuvieron al interior de la universidad, lo cual le permite afirmar que fueron altamente influyentes sobre las autoridades universitarias para generar mejores condiciones en la *FC*.

La discusión sobre el segundo periodo (1953-1965) comienza con la construcción de Ciudad Universitaria, que para el autor generó mejores condiciones estructurales para la *FC* y que resultó en una fase de crecimiento de la facultad, aunque también en un proceso de aislamiento de la ciencia respecto a los problemas y necesidades del país. Fue un periodo caracterizado por la tranquilidad que permitió el fomento al trabajo académico, la formación de personal cada vez más capacitado y el fortalecimiento de las relaciones internacionales. Sin embargo también estuvo caracterizado por la poca exigencia de la sociedad mexicana sobre su actividad, lo cual para el autor es el camino que conlleva a la consolidación de la idea de la ciencia por la ciencia misma. Para Cepeda la única excepción de la desvinculación con los problemas de la sociedad mexicana es lo relativo a la investigación en energía nuclear, ya que según su visión tenía claros vínculos con las necesidades sociales del momento. Afirma que las condiciones de la posguerra, el modelo de apertura al exterior, generador de la dependencia científica y tecnológica, y el crecimiento del aparato educativo donde permanecía vigente como base epistemológica el positivismo educativo del siglo anterior, fueron los factores que permitieron el aislamiento y el dominio de las concepciones de purismo científico. Señala así que la participación política de los miembros de la *FC* fue poca, aunque registra aquellos movimientos políticos en los que participaron algunos miembros al final de este periodo.

El último capítulo está constituido con fragmentos de las entrevistas que realizó el autor a algunos actores del desarrollo de la *FC*, organizados dentro de su narrativa considerando la periodización que propone y de manera tal que refuerzan la visión que el autor expone respecto al tema. Los actores entrevistados fueron: Alfonso Nápoles Gándara, Carlos Graef Fernández, Alberto Barajas Celis, Enrique Beltrán y Juan Luis Cifuentes; sobre Ricardo Monges López transcribe fragmentos de la semblanza elaborada en 1978 con motivo de un homenaje que se le realizó, el último informe como Director de la *FC* en 1946 y una remembranza sobre la *FC* publicada por el personaje en 1964. Además de los datos biográficos de los personajes citados, partes importantes de los fragmentos sirven para dar forma a la tesis que elabora el autor sobre las distintas visiones que había al interior de la Universidad respecto del enfoque de la enseñanza y la investigación física y matemática, por un lado, y por otro, de

la biología. Afirma que el grupo de los ingenieros tuvo una presencia política importante, cosa que no fue así con el grupo de los matemáticos y que, finalmente, los primeros fueron quienes enarbolaron el proyecto de creación de la *FC*. En el enfoque que los primeros creían que se debía dar a la física y a las matemáticas, se consideraba a estas áreas como fundamentales en la formación de los ingenieros, por lo que no sería importante cultivar su desarrollo como disciplinas independientes de la ingeniería; en cambio los matemáticos buscaban el fortalecimiento de estas ciencias de manera independiente y autónoma. Por otro lado, afirma que en la biología se dio el surgimiento de dos grupos diferenciados por las pugnas personales y también por la visión que tenían de la biología y que, finalmente, unos se atrincheraron en el *Instituto de Biología*, mientras que los otros en el *Departamento de Biología* de la *FC*.

A lo largo del libro es posible encontrar afirmaciones que se repiten de manera por demás reiterativa, además que parte de su interpretación de los hechos que presenta es especulativa y autoevidente. También incluye comentarios que resultan anacrónicos e influenciados por la visión que parece tener de la ciencia como una actividad de innegable valor e importancia para el desarrollo del país, en este sentido presenta una visión progresista del desarrollo de la *FC*. Estos son los elementos historiográficos que desde mi punto de vista distinguen el libro de Cepeda.

El autor centra su trabajo en lo que llama las raíces de la *Facultad de Ciencias* de modo que cuando corresponde hablar acerca de su desarrollo me parece que lo trabaja de manera muy general, poniendo énfasis en la situación ideológica y política que se presentaba. Por ejemplo, aunque menciona los contenidos de los planes de estudio para las diferentes carreras, no los analiza. Tampoco menciona las líneas de investigación que se desarrollaron al interior de la *FC*, además no pone suficiente atención en las relaciones que se tuvo entre la *FC* y los institutos, en particular con el *IF*. Destacan también los juicios, las especulaciones y las afirmaciones que hace el autor sobre los eventos históricos que señala, los cuales muchas de las veces no justifica. A pesar de ello constituye un estudio que da una visión general sobre el contexto y las relaciones sociales que se dieron en torno al establecimiento de la ciencia, en particular de la física, como área de estudio institucionalizada al interior de la *UNAM*.

CAPÍTULO II. FUENTES PRIMARIAS SOBRE EL *INSTITUTO DE FÍSICA*

La búsqueda en archivos históricos es un elemento fundamental en las investigaciones históricas. En éstos es posible encontrar documentos, imágenes, archivos orales, entre otros materiales. El historiador se enfrenta a las fuentes de información directa de una manera en particular en la que debe seleccionar aquel material que sea relevante para su tema, además de organizarlos e interpretarlos de tal manera que contribuyan a dar respuesta a las preguntas que se haya planteado; es por ello que se habla de la construcción de una fuente. Los archivos también están concebidos con una orientación determinada que depende de las instituciones que los alimentan y organizan, por lo que es importante llevar a cabo lo que se llama la crítica de la fuente. El presente capítulo consistirá en una breve explicación de los elementos que son importantes en la construcción y crítica de las fuentes, como preámbulo a la presentación de la búsqueda de archivo que fue realizada en el *AH-UNAM* con el objeto de localizar información relacionada con el *IF* entre los años 1939 y 1955, y que finalmente fueron analizados e interpretados.

Construcción de una fuente

Josep Lluís Barona señala que una fuente primaria es toda información que tiene una realidad material, aunque “la categoría de fuente no la posee el objeto en sí, sino que le viene dada por la valoración que de él hace el historiador” [Barona 1994, 68]. Para Barona la cuestión fundamental al hacer uso de estas herramientas, consiste en interpretar un aspecto de la realidad histórica sobre la base de unos datos que proceden de dicha realidad.

Retomando lo escrito por Camarena y Villafuerte [2001] en su artículo “Los archivos y la lectura en el oficio del historiador”, los archivos contienen documentos generados por instituciones o por individuos, según sus intereses, que muestran una diversidad de hechos y sólo hablan cuando el historiador apela a ellos; él es quien decide a qué hechos da paso, qué experiencias de los hombres rescata, en qué orden y en qué contexto. Por sí solos, los documentos no constituyen historia y no brindan respuestas definitivas a las preguntas que se hace el historiador. Entre el investigador y los archivos existe una relación en que la investigación histórica aparece como un proceso creativo y en constante transformación de acuerdo con la interrelación entre el investigador, su método y el archivo que consulta, lo cual lo lleva a crear su fuente, de acuerdo con el problema que estudia. Así, las

instituciones generan documentación según sus objetivos y las normas que lo regulan; tal documentación habla del funcionamiento de la institución y de la sociedad de la cual forma parte, de modo que para que el investigador aproveche mejor los recursos que una fuente le ofrece, debe conocer los objetivos y la operación de tal institución. En la medida en que el historiador se adentra en la documentación es posible conocer sus características.

Sobre el proceso de lectura en el tratamiento de fuentes los autores citados señalan que constituye un proceso de transformación, ya que en un principio el historiador se acerca a la fuente con una idea o con una pregunta inicial, pero conforme se leen los documentos se obtiene información diversa acerca de lo que interesa conocer, así como de la estructura y el funcionamiento de la entidad que lo generó, etcétera, al mismo tiempo que se piensa en la utilidad que el acervo tiene para el problema que se analiza. Todo ese conocimiento lleva a afinar una idea o pregunta inicial, lo cual conduce a una lectura diferente y de más calidad de los documentos. El proceso de construcción de una fuente se puede caracterizar como un proceso de lectura simple, conocimiento, afinación de ideas o preguntas y, finalmente, de lectura de calidad. Una lectura muy sensible, puntillosa y cuidadosa logra captar los mayores detalles posibles. Esta lectura detallada lleva a identificar gran diversidad de información, la cual, para proceder a su análisis, es necesario clasificarla de acuerdo con los intereses de investigación y a los diferentes problemas que el objeto de estudio presenta. Entonces se puede decir que se ha construido una fuente. No existe un método único para analizar la información obtenida, sino que, con base en el objeto de estudio se puede proponer uno propio para explicar el problema estudiado y los diferentes niveles en los que se aborda.

Archivo Histórico de la UNAM

La idea de conformar un archivo histórico de la *UNAM* surgió como resultado de las gestiones realizadas en 1964 para el montaje de la exposición “la Universidad ayer y hoy”, lo cual se concretó en 1967 por acuerdo del rector Ignacio Chávez, conformándose una oficina de la *Dirección General de Bibliotecas* para este propósito. La primera entrega de documentos que se hizo al *AH-UNAM* fue la procedente de los colegios jesuitas incorporados al *Colegio de San Ildefonso*. Poco después se integraron los registros escolares de la *ENP*, así como la documentación del *Departamento Universitario de la Secretaría de Instrucción Pública* (1910-1929), que se había entregado a la administración central de la Universidad. También se incorporaron algunos otros fondos adquiridos por

la *UNAM* mediante diferentes mecanismos legales (donación o compra-venta) y que se encontraban en institutos de investigación; estos fondos estaban relacionados con la historia nacional y constituían fuentes de investigación para diversos temas. En 1969, se iniciaron, de manera oficial, las transferencias del *Archivo General de la Universidad* al *Archivo Histórico*; la documentación provenía, fundamentalmente, de la *Dirección General de Administración* y de la *Dirección General de Proyectos, Obras y Conservación*. En noviembre de 1976, al crearse, por acuerdo del rector Guillermo Soberón, el *Centro de Estudios Sobre la Universidad* (CESU), el *AH-UNAM* quedó adscrito a éste.

Fundamentalmente en el *AH-UNAM* es posible encontrar los siguientes grupos documentales:

- Documentación administrativa que se ha incorporado al archivo o que ha sido transferida directamente de las oficinas de la Universidad. Es de utilidad para conocer el desarrollo de diferentes dependencias y los cambios estructurales de la institución.
- Documentación escolar – la de antiguas escuelas como *Altos Estudios, Bellas Artes, Jurisprudencia, Medicina o Ingeniería* – relacionada con la vida académica de la institución: planes de estudio, listas de alumnos, calificaciones, actas de sesiones de los órganos colegiados, leyes y estatutos, temas y actas de exámenes, disertaciones, conferencias, convenios con otras instituciones y otros.
- Testimonios de algunos hechos de la historia contemporánea de la Universidad, por ejemplo la documentación del Congreso Universitario de 1990, documentos relativos a movimientos estudiantiles y al sindicalismo universitario.
- Acervos particulares, personales o institucionales, de gran diversidad temática, que han sido adquiridos por el *AH-UNAM* mediante donaciones, comodato o compraventa. Destacan los archivos de universitarios distinguidos como los ex-rectores Ezequiel A. Chávez y Nabor Carrillo, los de algunos protagonistas de la Revolución Mexicana y los relacionados con el movimiento cristero.
- Documentos con un propósito evidencial o informativo respecto de la normatividad, la organización o el funcionamiento regular de la universidad; se refieren a los órganos periódicos

como *Gaceta UNAM*, revistas y boletines de las dependencias, y a las publicaciones oficiales de informes, anuarios, agendas estadísticas, memorias, etcétera. Algunos de estos materiales fueron transferidos de la *Dirección General de Planeación* cuando se creó el *CESU* y luego se han seguido coleccionando. Con ello se conformó la colección denominada *Memoria Universitaria*.

- Materiales gráficos incluidos en algunos de los fondos (fotografías, mapas, planos, etcétera), los cuales se conservan en un área especial sin perder vinculación con los conjuntos de los que procedían. Se han integrado también colecciones exclusivamente compuestas de imágenes y, desde el periodo del rector Guillermo Soberón, se reciben los materiales fotográficos acumulados durante la edición de *Gaceta UNAM* y también de otras publicaciones universitarias. También se cuenta con una colección de carteles publicitarios de los diversos eventos de la comunidad.

De acuerdo con los criterios tanto de procedencia y forma de ingreso del grupo documental (Universitarios e Incorporados) como el de acumulación y ordenación de los documentos que lo integran (Fondos y Colecciones), en el *AH-UNAM* se clasifican sus acervos de la siguiente manera:

1. *Fondos Universitarios*. Son en su mayoría, aquellos conjuntos documentales generados por las escuelas, facultades, centros e institutos de investigación y demás dependencias de la Universidad, que dan testimonio de las tareas sustantivas de la institución, como son la docencia, la investigación y la difusión de la cultura. La mayor parte de estos fondos son transferidos del *Archivo General de la Universidad* y el resto directamente de algunas dependencias al *AH-UNAM*. Este rubro está integrado por fondos de colegios novo hispanos, de las escuelas nacionales en que se convirtieron en el siglo XIX, de las facultades en las que se transformaron -cuando fue el caso- una vez incorporadas a la *Universidad Nacional*. Así mismo, se integra con fondos producidos y/o generados por institutos, centros y dependencias de la institución o bien, por organismos, que se han encomendado a la *UNAM*. El *Archivo Histórico de la UNAM* cuenta con treinta y nueve fondos de esta índole.

2. *Colecciones Universitarias*. Son el conjunto de documentos recopilados por una entidad universitaria, de acuerdo a sus intereses temáticos e informativos. Una de las colecciones que se ha formado en el *AH-UNAM* es la denominada *Memoria Universitaria*, constituida por las publicaciones biblio hemerográficas oficiales y/o periódicas editadas por las escuelas, facultades, institutos, centros y

en general las dependencias de la Universidad. La colección *Memoria Universitaria*, agrupa varias colecciones cuyas piezas documentales son enviadas por las entidades universitarias a petición del mismo *AH-UNAM*. Son trece las colecciones universitarias que forman parte de este acervo.

3. *Fondos incorporados*. Son aquellos conjuntos documentales producidos por un personaje u organismo en el desarrollo de sus funciones o actividades. El *AH-UNAM* los ha recibido para su custodia, conservación y difusión, a través de donaciones y compras. Los fondos con estas características son treinta y cuatro.

4. *Colecciones incorporadas*. Son conjuntos documentales reunidos o recopilados por personajes u organismos cuyos intereses por algún tema universitario, científico o cultural se ve reflejado en la información que poseen los documentos. Estas colecciones ingresan al *AH-UNAM* a través de donaciones o por compra. Hay cuarenta y cinco colecciones incorporadas al *AH-UNAM*.

Varios de los fondos y colecciones, tanto universitarios como incorporados, poseen documentos manuscritos, mecanuscritos e impresos, así como fotos, negativos, diapositivas, carteles, cintas magnetofónicas, disquetes, películas, etcétera; estos últimos están separados físicamente de sus grupos documentales de origen, aunque conservan su filiación original a través de las correspondientes referencias de localización.

En el caso de la búsqueda realizada para el propósito de documentar las prácticas del *IF*, únicamente se consultaron documentos del *Fondo Universidad Nacional*, *Fondo Consejo Universitario* y *Colección Memoria Universitaria*. A continuación se describe de manera general el contenido de estos fondos.

El *Fondo Universidad Nacional* está conformado por documentos que se han emitido o recibido de la rectoría, provenientes de o relacionados con las diferentes dependencias administrativas o con las facultades, escuelas, centros e institutos de la universidad. El fondo está organizado en tres grandes secciones: *Rectoría*, *Secretaría General* y *Administración*. Los tipos documentales son muy diversos, entre otros se encuentran planes, programas, proyectos, informes, reglamentos, memorias, estatutos, estadísticas, minutas, oficios y correspondencia, sobre docencia, alumnos, administración, extensión universitaria, etcétera. Los años sobre los que se pueden encontrar documentos son de 1909 a 1988. Se cuenta también con catálogos e inventarios donde se proporciona una descripción general de los documentos que contiene el fondo. El *Fondo Universidad Nacional* también contiene la serie

Expedientes de alumnos, que es el acervo de los expedientes escolares desde 1869 hasta 1959, organizado por el número de expediente o clave con que se registró el alumno desde su ingreso.

El *Fondo Consejo Universitario* se compone de actas de sus reuniones entre 1910 y 1930, así como de actas y acuerdos de las diversas comisiones. Se encuentra clasificado en una sección de actas del Consejo y otras para las comisiones. Se pueden encontrar en él planes y programas de estudio que aprueba la *Comisión de Trabajo Académico*, expedientes de los asuntos generales del Consejo, así como los expedientes para la elección de consejeros técnicos profesores y alumnos. Los documentos abarcan los años 1910 a 1990. También se cuenta con catálogos que describen los expedientes conforme las diversas comisiones.

La colección *Memoria Universitaria* está conformada por las publicaciones oficiales de la Universidad, así como las publicaciones periódicas producidas en diversas facultades, escuelas y dependencias. En ésta se puede encontrar acuerdos, anuarios, agendas estadísticas, boletines, catálogos, contratos, convenios, convocatorias, directorios, informes, manuales, memorias, planes, presupuestos, programas, revistas, relaciones bibliográficas, censos, folletos, gacetas y síntesis informativas. Los años extremos que abarcan los documentos son de 1900 a 1995.

Sobre la clasificación de los documentos, la *Guía General del Archivo Histórico de la UNAM* [Vilanueva 1998] menciona que para organizarlos y describirlos se identificaron los orígenes, las características formales y de contenido, así como los contextos – administrativos, personales o históricos – en que se produjeron o recopilaron los documentos. Los datos obtenidos deben respaldar una propuesta de clasificación donde se refleje la organización de la institución, los principales intereses de un personaje, o la orientación temática o tipológica con que se emprendió alguna colección. Así se convino en llamar secciones a los conjuntos mayores de esta clasificación que pueden referirse a procedencias administrativas, contenidos o soportes materiales; las subsecciones reflejan funciones o actividades específicas, procurando un desglose jerarquizado dentro de cada grupo documental; las series están determinadas por la gestión de asuntos concretos o por la tipología que presenten los documentos. Por descripción, señalan, entienden la enumeración de características y elementos informativos de cada conjunto documental. En este sentido, se menciona que es política del *AH-UNAM* que las descripciones respondan a la relevancia de los contenidos y a los requerimientos de

la consulta, así como a los recursos disponibles, de manera que el instrumento resultante puede ser tan general o tan pormenorizado como convenga.

Construcción de fuentes para el tema “Las prácticas del Instituto de Física: 1939-1955”

La cantidad de cajas con las que cuentan los fondos y la colección revisadas es muy grande, por lo que solo se revisaron aquellos que parecían tener alguna relación con el tema, sin ser esta búsqueda exhaustiva, ya que al plantearnos el tema de tesis se acordó que este trabajo constituye un primer acercamiento al tema. Aún así, este trabajo de investigación abarcó ocho meses de búsqueda, después de lo cual se procedió al análisis más detallado del material encontrado, para dar una interpretación del tema en cuestión.

El acercamiento a la documentación del *AH-UNAM* en un principio se hizo con base en los conocimientos generales que sobre el tema de las prácticas en el *IF* se tenían (sobre todo a través de la reseña del *IF* escrita por Héctor Cruz Manjarrez). Así en un principio fue importante ubicar todo aquel documento que tuviera alguna referencia a dicho instituto. Se identificaron los fondos o colecciones que serían útiles considerando la temática y los años extremos que abarcan los documentos contenidos en éstos. De esta manera se seleccionaron el *Fondo Universidad Nacional*, el *Fondo Consejo Universitario* y la colección *Memoria Universitaria*.

En el *Fondo Universidad Nacional* encontré oficios, informes y cartas elaborados sobre todo por administrativos de la universidad. En ellos se da cuenta de las actividades que de manera general se llevaron a cabo en el *IF*. También se encontró evidencia de las donaciones y colaboraciones que se celebraron entre este instituto y otras instituciones, sobre todo estadounidenses. Sobre las becas que se dieron a investigadores también se encontró información general en relación a las fundaciones que las otorgaron, las instituciones donde estudiaron los becarios, así como las actividades que realizaron. Estos documentos también fueron útiles para entender la organización interna del *IF* y los problemas que se dieron en este sentido.

Al revisar los documentos consultados en la primera búsqueda noté que algunas de las iniciativas relacionadas con el *IF*, eran turnadas a la oficina del *Consejo Universitario*, por lo que consideré que en ese fondo podría encontrar evidencia de las prácticas desarrolladas en este instituto, ya sea a través de

los distintos informes presentados a la *Rectoría* o al *Consejo Universitario* por parte de los directores correspondientes, o a través de los convenios, reglamentos o acuerdos que hay en el *Fondo Consejo Universitario*. El fondo se encuentra clasificado en dos secciones: *rectoría* y *comisiones permanentes*, las cuales se subdividen. En el caso de la sección *Rectoría* fue importante revisar las cajas correspondientes a *Proyectos* (1934-1944) y *Correspondencia* (1942-1944), mientras que para la sección *Comisiones Permanentes* me enfoqué en la comisión de *Legislación Universitaria*. Aquí encontré reglamentos, documentos remitidos a la oficina del *Consejo Universitario*, discursos, etcétera. Cabe destacar que la *Unidad de Apoyo al Consejo Universitario* cuenta en la actualidad con su propio archivo, donde se encuentran las actas de sesiones, las sesiones mecanografiadas, discusiones, documentos etcétera, desde 1924 hasta la fecha.

En algún momento pareció importante rescatar información que tuviera que ver con el funcionamiento de la Universidad en general, debido a que la documentación previamente revisada me permitió ver la importancia de relacionar el *IF* con la institución de la cual formaba parte. Me pareció que la influencia era mutua y ello daba explicaciones de varios acontecimientos, además que también los documentos revisados me permitieron notar que la participación de destacados investigadores del *IF* en lo que respecta a la política universitaria era constante y notoria. Con esta idea es que consideré importante continuar la búsqueda en la colección *Memoria Universitaria*. De aquí se obtuvieron informes, anuarios y agendas estadísticas que correspondían con el periodo tratado en el tema de estudio.

Clasificación de las fuentes sobre las prácticas del IF extraídas del AH-UNAM

A medida que se consultaron los documentos del *AH-UNAM* pareció importante contar con una base de datos donde se agruparan los documentos, tomando en cuenta la referencia completa que permitiera ubicarlos correctamente, además de los años a los que corresponden y una descripción breve del documento poniendo atención en responder a las preguntas qué, cómo, cuándo, por qué y quiénes. Fue posible distinguir que existían al menos tres grupos temáticos que captaron mi interés, los cuales son becas/intercambios/colaboraciones, instrumentos y otros documentos que se refirieran a la organización y situaciones acontecidas en el *IF* o relacionadas con éste. Además se agruparon en un mismo campo también aquellos documentos que se encuentran relacionados entre sí. Al final obtuve una base de datos importante en cantidad de documentos con un total de ciento trece registros.

El grupo temático de becas/intercambios/colaboraciones pareció ser relevante en vista de la influencia que ello tuvo en la determinación de diferentes líneas de investigación y la constitución de grupos de investigación que se fueron dando en el *IF* durante este periodo. Destacan la labor que en este sentido tuvieron las fundaciones *Guggenheim* y *Rockefeller* en el otorgamiento de becas y donaciones para formar investigadores y para dotar de equipos y laboratorios al instituto. Además que, principalmente, las colaboraciones que se hicieron con otros institutos de investigación fueron con aquellos localizados en Estados Unidos, las cuales fueron posibles, en cierta medida, por la participación de algunos científicos mexicanos durante su formación en aquellos institutos, destacando el papel de Manuel Sandoval Vallarta, Alfredo Baños, Carlos Graef, Nabor Carrillo y Marcos Moshinsky, además que algunos investigadores de aquel país fueron altamente influyentes en la determinación de líneas de investigación, como el caso de Arthur Casagrande (*Universidad de Harvard*, mecánica de suelos), George Birkhoff (Teoría de gravitación) y William Buechner (*MIT*, física nuclear experimental).

Fue importante prestar atención a cuestiones relacionadas con los instrumentos que se construyeron, adquirieron o modificaron en el *IF*, dado que sobre este tema no se ha trabajado y que ello nos puede hablar de aspectos locales de las formas de trabajo de los individuos que participaron en actividades relacionadas con los instrumentos, además de los usos y las adaptaciones que tuvieron que hacerse de acuerdo a las condiciones y cultura locales.

Los otros documentos que no se refieren a los temas anteriores fueron agrupados de manera que se destacan aquellos aspectos que tienen que ver con la organización interna del *IF* y muestran también aquellas problemáticas acontecidas en el *IF*, como la renuncia de su primer director, el Dr. Alfredo Baños. La base de datos generada con los documentos extraídos del *AH-UNAM* constituye una herramienta fundamental para el posterior análisis que se hizo de éstos, lo cual se presentará en el siguiente capítulo.

Sesión de trabajo	ARCHIVO/FONDO	Catálogo	Sección	Ramo	Serie	Subserie	Caja	Expediente	Foja	Año	Descripción	Notas/Observaciones	Categoría
2007	FUN	1.2 Vol. 1		Rectoría			39	458		1937	Oficio del rector Luis Chico Goerne al Ing. Ricardo Monges López, donde le informa que lo han comisionado para recibir a los doctores Arturo H. Compton y Manuel Sandoval Vallarta en la frontera con EU y que además gestionará el paso de los instrumentos de rayos cósmicos que ellos traen para la Universidad. 09/01/37		Cultura material Colaboración
2007	FUN	1.2 Vol. 1		Rectoría			39	455	5604-5605	1937	Oficio del Ing. Ricardo Monges López al Rector Luis Chico Goerne donde le informa las actividades realizadas en la ENCFyM en los meses de mayo y junio. Destaca lo que se refiere a la construcción del contador de rayos cósmicos como parte del Laboratorio de Rayos Cósmicos que se construye para colaborar con el MIT con el objeto de terminar la comprobación de la Teoría Lamaitre-Vallarta; señala que el 29 de junio pasado se recibió el equipo faltante del MIT y la Universidad de Chicago (Arthur H. Compton de esta universidad obsequió los contadores Geiger-Müller); la construcción está a cargo del Ing. Jorge Graf, en colaboración con el ayudante Efrén Casillas. Sobre Alfredo Baños señala que es profesor de Física Superior de la escuela y que se encuentra en el MIT investigando sobre trayectorias de rayos cósmicos bajo la dirección de Manuel Sandoval Vallarta, pensionado por la Fundación Guggenheim; a su regreso se hará cargo de las investigaciones sobre rayos cósmicos que se harán en los laboratorios que se están construyendo en la escuela. Sobre la estación de Rayos Cósmicos instalada por el Dr. Arturo Compton a principios de año en Tedyoyucan Edo. De Méx., señala que el Ing. Alfonso Vaca ha estado trabajando bajo la dirección del Dr. Joaquín Callo en las observaciones que tienen por objeto estudiar el campo electromagnético terrestre y la rotación de la Galaxia; los registros fotográficos se envían a Washington para su cálculo e interpretación, aunque esperan que el Dr. Baños se hará cargo de esto a su regreso. El equipo electromagnético para investigaciones geofísicas se está completando bajo la dirección de Guillermo Keller y Ricardo Monges López, con equipo construido en la escuela. 02/07/37	En el catálogo se encuentra como "Corresponde ncia entre el rector Luis Chico Goerne y el director de la ENCFyM"	Cultura material
2007	FUN	1.2 Vol. 1		Rectoría			39	455	5601-5602	1937	Informe del Ing. Ricardo Monges López al Rector de la UNM, referidas al mes de julio anterior. Habla sobre la conferencia impartida por el Profr. De Matemáticas de la Universidad de Harvard, dr. Marshall H. Stone sobre el álgebra de la lógica, la publicación de la revista Ingeniería y el trabajo de Carlos Graef sobre tensores, y en particular sobre el inicio de las mediciones con el contador de rayos cósmicos construido en los laboratorios de la escuela e instalado en la estación del servicio meteorológico de la ENI y el comienzo de los diseños de la parte mecánica del instrumento para automatizar su funcionamiento. Menciona que el Dr. Sandoval Vallarta asistió como consultor a las pruebas del aparato. 04/08/37		Cultura material
2007	FUN	1.2 Vol. 2 y 3		Rectoría	1/100 Asuntos Generales	1/100-61 Facultad de Ciencias	67	673		1941	Oficio del Lic. Mario de la Cueva al Sr. Frank Blair Hanson donde le reitera su apoyo a la petición hecha por el Dr. Baños de una donación de 5000 dls. para el equipamiento del Laboratorio de Medidas Eléctricas de Presición del Instituto de Física. 30/08/41 Oficio del Dr. George C. Payne al Subsecretario de Hacienda y Crédito Público donde le habla sobre la donación de equipo científico a la Universidad Nacional dado que el año anterior se ampliaron sus programas de acción para México para incluir la dotación de equipo comprado en EUA. La fundación se ofrece a comprar los aparatos y se comprometen a cubrir todos los gastos que impliquen su entrega en el laboratorio excepto los derechos aduanales. Le habla sobre las dificultades en trámites que se han presentado y las complicaciones que la guerra representan para estos envíos. Además le enlista las donaciones pendientes que incluyen equipo para el Instituto de Física, Instituto de Química, Escuela Nacional de Medicina, con un costo de aproximadamente 10,000 dls. y le pide si es posible simplificar trámites y suspender el pago de la factura consular. 30/08/41 Oficio de Frank Blair Hanson al rector Mario de la Cueva donde le dice que la Fundación Rockefeller donará equipo y materiales de laboratorio en favor del Instituto de Física a cargo del Dr. Baños. Le habla además de las dificultades aduanales, de trámite y logística que tendrán que resolverse. 12/09/41 Oficio del Dr. Baños al Dr. Frank Blair Hanson, director asociado de la Fundación Rockefeller, donde le agradece la aportación de la Fundación a nombre de la Universidad, la Facultad de Ciencias y del Instituto, donación que hará posible el equipamiento del Laboratorio de Medidas Eléctricas. Habla de la próxima construcción de un edificio para la Facultad de Ciencias donde habrá un departamento de Física y Matemáticas. 03/10/41		Cultura material Donaciones

Ilustración 1. Selección de la base de datos generada a partir de la búsqueda en el AH-UNAM

CAPÍTULO III. EL INSTITUTO DE FÍSICA Y SUS PRÁCTICAS: 1939-1955

Antecedentes del Instituto de Física

En la búsqueda realizada en el *AH-UNAM* se encontró que el proyecto de crear un instituto donde se hiciera investigación en física, está ya plasmado en el informe que presentó el *Consejo Universitario* en mayo de 1934, el cual fue instalado el primero de noviembre de 1933 para la formulación del Estatuto de la Universidad, en el contexto de la recién promulgada Ley de la Autonomía, que había generado la necesidad de una reorganización. Dicho escrito fue presentado al nuevo *Consejo Universitario* como un “informe de su actuación y de los propósitos que han orientado sus resoluciones”.¹ En el documento prevalece la idea de dotar a la universidad de personalidad propia donde se fomentaran las actividades de investigación y docencia, teniendo particular interés por el fomento de las labores de investigación, para que “la selección de profesores pueda asegurarse en el futuro en las mejores condiciones posibles”.² Para lograr este propósito, se menciona que se mantuvieron las actividades de los *Institutos de Biología*, de *Geología*, de *Investigaciones Sociales* y el *Observatorio Astronómico Nacional*, y “se establecieron, además, cortas partidas para iniciar la formación de nuevos Institutos: de Historia, de Biología Médica, de Física, de Química, de Ciencias Exactas, de Letras, a medida que los ingresos permitan hacer las erogaciones indispensables al efecto”.³ Dicho Consejo también acordó que todos los profesores encargados de la docencia de las asignaturas de una misma disciplina o encargados en los institutos de investigación acerca de problemas relacionados, “formen grupos a cuyo frente ha de encontrarse una persona especialmente designada por el mismo Consejo para asumir la responsabilidad técnica y espiritual de las actividades de investigación y de docencia en la disciplina de que se trate”.⁴

Los personajes impulsores de la investigación en física en la universidad son, principalmente, Ricardo Monges López y Sotero Prieto, ambos formados como ingenieros. Desde el exterior fue fundamental el constante contacto que se tuvo con Manuel Sandoval Vallarta, quien era profesor del *Instituto Tecnológico de Massachusetts* (MIT) y que pasaba temporadas en México, durante las cuales dictaba conferencias en las reuniones de la *Sociedad Científica Antonio Alzate* (SCAA). En diciembre de 1937, Monges López, como director de la *Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas* (ENCFyM),

¹ Archivo Histórico de la UNAM, Fondo Memoria Universitaria, sección Consejo Universitario. “Informe del Consejo Universitario”. Mayo, 1934. [A partir de esta cita todas las referencias que correspondan a el Archivo Histórico de la UNAM y al Fondo Memoria Universitaria, serán identificadas con las siglas AH-UNAM y FMU, respectivamente].

² Idem.

³ Idem.

⁴ Idem

envió un oficio al entonces rector Luis Chico Goerne en el que le hizo tres propuestas, que tenían por objeto “organizar debidamente la investigación científica en nuestra universidad”⁵:

-“Primera.- Que se cree en el año de 1938 el Instituto de Investigaciones Físicas y que se nombre director del mismo al Dr. en Ciencias Alfredo Baños, Profesor de física de nuestra Universidad que acaba de terminar sus estudios de perfeccionamiento en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (sic)”. La justificación de esta propuesta se hace considerando los recientes descubrimientos sobre la constitución íntima de la materia y de la energía, ya que éstos a su vez formaban “la base de las investigaciones que se están haciendo en otros sectores”, se menciona como ejemplo la química, la fisiología, la genética, la geología y la astronomía.

-“Segunda.- Que se cree en el mismo año la Escuela Nacional de la Investigación Científica, incorporando a ella la actual Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas”, propuesta que es justificada en términos de la conveniencia de transformar la ENCFyM en una escuela donde se preparara a un grupo selecto de investigadores, semejante a las escuelas de ciencia de las principales universidades de Inglaterra y Estados Unidos.

-“Tercera.- Que se forme la Academia Nacional de Ciencias con los directores de las siguientes instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Investigaciones Físicas, Observatorio Astronómico, Instituto de Geología y demás institutos de investigación científica que se creen en lo futuro y además el director de la Escuela de Investigaciones Científicas”, ésto con el fin de que no se perdiera la cooperación y la coordinación para elaborar programas, distribuirse labores y que de ese modo se pudieran atacar íntegramente los problemas de la investigación de los fenómenos naturales.

Este oficio fue respondido por el rector Luis Chico Goerne en el sentido de que se estudiaría la posibilidad de que el año siguiente se independizaran algunas de las actividades que estaban involucradas en el *Instituto de Geología*.⁶ En esta propuesta que presentó Monges López, destaca la separación en dos instituciones distintas de las actividades de investigación y de docencia en física, lo cual fue justificado tomando como modelo la organización de las instituciones educativas y la vigencia

⁵ AH-UNAM, Fondo Universidad Nacional, ramo Rectoría, caja 39, exp. 458, foja 6185-6187. “Al Sr. Rector de la Universidad Nacional de México”. 01 de diciembre, 1937. [A partir de esta cita las referencias que correspondan al Fondo Universidad Nacional, serán identificadas con las siglas FUN].

⁶ AH-UNAM, FUN, ramo Rectoría, caja 39, exp. 458, foja 8134. “Señor Ing. Ricardo Monges López”. 11 de diciembre, 1937.

que tenían algunos temas de investigación a nivel internacional, en particular tomando como referencia Estados Unidos e Inglaterra.

El 1o. de febrero de 1938 se creó el *Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas* (ICFyM) a iniciativa de Monges López.⁷ Alfredo Baños, quien había regresado del *MIT* después de realizar sus estudios de doctorado sobre el tema de la radiación cósmica, bajo la dirección de Sandoval Vallarta y con una beca de la *John Simon Guggenheim Memorial Foundation* (beca Guggenheim), fue nombrado director del *ICFyM*. La relación directa entre Baños y Sandoval Vallarta muestra uno de los medios que este último tuvo para influir en las actividades que se realizarían en el nuevo instituto. Se proyectó que el Instituto constara de tres departamentos: de física, de matemáticas y de físico-química.

El *Departamento de Física* comprendería las siguientes secciones:

- *Radiación Cósmica*. En esta sección se planeaba que se llevaran a cabo trabajos teóricos y experimentales. En la parte teórica, el Dr. Baños continuaría sus trabajos en relación al problema matemático del movimiento de una partícula cargada en el campo magnético de un dipolo, los cuales había iniciado en el *MIT* bajo la dirección de Sandoval Vallarta. En cuanto a la parte experimental se esperaba cumplir el compromiso contraído por el Instituto con la *Universidad de Chicago* y con el *MIT*, respecto de la construcción de un contador de rayos cósmicos.
- *Física-Biológica*. En esta sección se pretendía montar un laboratorio para la resolución de problemas biológicos que requirieran de la “prueba y medición física” y de métodos estadísticos, esto en colaboración con el *Instituto de Biología* y con el *Departamento de Salubridad Pública*.
- *Hidrodinámica y Electricidad*. También para esta sección se buscaba que se llevaran a cabo trabajos teóricos y experimentales con el propósito de colaborar con la *Comisión Nacional de Irrigación* en la construcción de diques y presas. Para ello se proyectó la instalación de un laboratorio de fotoelasticidad que facilitaría la solución gráfica de problemas relativos a la resistencia de materiales, estructuras de puentes y construcciones a base de estructuras de hierro.
- *Física Nuclear y Radioactividad*. En esta sección se realizarían estudios de aplicación biológica

⁷ AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. “Informe que rinde el rector de la UNAM al H. Consejo Universitario sobre las actividades desarrolladas por la Universidad hasta el 1o. de febrero de 1939”. 1939.

de la radioactividad artificial y natural, con el fin de colaborar con el *Instituto de Biología* y el *Departamento de Salubridad Pública*.

- *Espectroscopía y Estructura Atómica*. Se pretendía que en esta sección se estudiaran las aplicaciones técnicas de la espectroscopía en la metalurgia y el análisis cualitativo y cuantitativo de residuos de sustancias, cuya presencia no podría determinarse con precisión por otros métodos, además se buscaba estudiar la estructura atómica de la materia.
- *Rayos X y Estructura Molecular*. Esta sección se dedicaría al estudio de las aplicaciones biológicas e industriales de los rayos X, para más tarde estudiar problemas de la estructura atómica y de la estructura cristalina.
- *Astrofísica*. La finalidad de esta sección estaba en relación a la colaboración que se daría con el *Observatorio Astronómico Nacional* en la solución de problemas que tuvieran que ver con “principios físicos”.
- *Mecánica de Suelos*. Esta sección tendría por objeto estudiar los problemas físicos de la cimentación en México, especialmente en lo referente a las propiedades físicas y mecánicas de los suelos. Para ello parecía necesario estudiar los principios de clasificación de suelos, el análisis de las variaciones en estructura y densidad, presión intrínseca, fricción interna, cohesión y elasticidad de los suelos, para finalmente relacionarlos con los problemas de cimentación. Así se colaboraría con el *Departamento Central*, con la *Comisión Nacional de Irrigación*, con la *Comisión Nacional de Caminos* y con otras dependencias del Gobierno Federal.

En cuanto al *Departamento de Matemáticas* se esperaba que diera oportunidad a la investigación científica de las matemáticas, considerando también la estrecha relación con los trabajos del *Departamento de Física*, para lo que se suponía el conocimiento de las matemáticas superiores. Finalmente, se esperaba que el *Departamento de Físico-Química* fuera organizado una vez que se establecieran las secciones del *Departamento de Física*.

En el informe que el rector Luis Chico Goerne rindió al *Consejo Universitario* sobre las actividades desarrolladas en la Universidad hasta el 1o. de febrero de 1939, además de detallar lo anteriormente escrito sobre las secciones que se proyectaba formar en el *ICFyM*, se dice que en 1938 al instituto se le asignó un presupuesto de \$20,000, aunque no se le proporcionó cantidad alguna durante los primeros

meses de ese año. También se señala que las actividades que se desarrollaron fueron las siguientes: con la adquisición de una máquina calculadora Marchant y con los servicios de un ayudante de investigador, se realizaron los trabajos de la parte teórica del programa de la sección de *Radiación Cósmica*; en cuanto a la parte experimental de la misma sección se menciona que se pudieron adquirir los equipos eléctricos necesarios para la construcción de un aparato preliminar contador de rayos cósmicos, gracias a que Monges López donó su sueldo de 1937; también se menciona que se iniciaron los trabajos experimentales para construir un aparato automático contador de rayos cósmicos, con la colaboración de un ayudante de investigación; con este instrumento se planeaba realizar experimentos que confirmaran la teoría Lamâitre-Vallarta sobre radiación cósmica; para apoyar estas investigaciones el *Consejo Universitario* había aprobado una partida de \$5,000 para proceder a la construcción del aparato final, aunque no fue posible ejercer la totalidad de esa partida, por lo que el aparato no se encontraba terminado; por otra parte también se menciona que el Instituto contribuyó a la publicación de la revista *Ingeniería*, dependiente de la *Facultad de Ingeniería* y de la *ENCFyM*, además que el director del *ICFyM*, Alfredo Baños, ofreció conferencias en el *Instituto Americano de Ingenieros Electricistas*, en el *Ateneo de Ciencias y Artes* y en la *Sociedad de Estudios Geofísicos y Astronómicos*, y publicó artículos en la revista *Ingeniería* [Baños 1938, 252] [Baños 1939, 133] y en el *Journal of the Franklin Institute* [Baños 1939, 623] sobre aspectos teóricos de la radiación cósmica primaria.

El plan de trabajo para el *ICFyM* muestra que, por lo menos como proyecto, se intentaban buscar por una parte, vínculos con los problemas prácticos de las diferentes instituciones de gobierno o de investigación ya establecidas y, por otra parte, se fomentó la participación del instituto en las investigaciones relacionadas con un problema de investigación en física vigente en el mundo, es decir, la radiación cósmica. En este sentido, destaca la continuidad que el director del *ICFyM* intentó mantener acerca de las investigaciones que llevó a cabo en el *MIT*, relacionadas con aspectos teóricos de la radiación cósmica primaria, y además, en la parte experimental, se planeaba continuar los trabajos sobre el mismo tema. En ambos casos se muestra una importante influencia de Sandoval Vallarta, lo cual se detallará más adelante. Además, aunque en el *ICFyM* se planeaba la creación de tres departamentos, en el plan de trabajo es notorio que los trabajos estaban orientados fundamentalmente a la investigación en el área de física y por lo tanto, los demás departamentos quedaban supeditados a las acciones en el *Departamento de Física*.

El 1o. de febrero de 1939 el *Consejo Universitario* acordó transformar el *ICFyM* en el *Instituto de*

Física (IF), desprendiéndolo de la parte de las investigaciones en matemáticas, en espera de la creación del instituto correspondiente.⁸ En el plan de trabajo del *IF* de 1939, elaborado por su director Alfredo Baños, se menciona que con dicha reorganización el instituto comprendería las actividades enumeradas en las secciones del *Departamento de Física* del antiguo instituto y que se consideraba necesario esperar a la creación de la mayor parte de las nueve secciones proyectadas en éste para comenzar las actividades del *Departamento de Físico-Química*. El *IF* como tal, empezó a funcionar en 1939 y los programas de investigación se centraron en radiación cósmica y mecánica de suelos.

En la sección de *Radiación Cósmica* se mantuvo la división entre la parte teórica y la experimental. En la parte teórica se planteó dar mayor impulso a los cálculos numéricos, para lo cual se requerirían los servicios de dos ayudantes de investigación (uno más que el año anterior). Trabajaron en esta sección los investigadores Alfredo Baños, Jaime Lifshitz y Héctor Uribe Martínez, sobre el problema de la estabilidad de las órbitas periódicas en la radiación cósmica primaria. En la parte experimental se proponía intensificar la construcción del aparato automático contador de rayos cósmicos, para cumplir con el compromiso adquirido con el *MIT* y la *Universidad de Chicago* respecto de su construcción y puesta en operación, con el fin de contribuir con las investigaciones que se realizaban para corroborar la teoría Lamaître-Vallarta sobre la radiación cósmica primaria. Se esperaba que el aparato estuviera en condiciones de funcionar a mediados de 1939 y con ello se empezarían a recabar datos experimentales. Según Cruz Manjarrez, el investigador Manuel Perrusquía trabajó en colaboración con tres ayudantes de investigador en la construcción de este aparato, además del diseño de un sistema de detectores de rayos cósmicos que midieran la intensidad de la radiación cósmica en función del tiempo y de su dirección de llegada [Manjarrez 1976, 10].

En cuanto a la sección de *Mecánica de Suelos* se planteó la urgencia de su creación como consecuencia del compromiso internacional contraído con la *Universidad de Harvard* para la instalación un *Laboratorio de Mecánica de Suelos* con un costo de \$5,000 dls, el cual sería donado por dicha universidad. Para cumplir con este compromiso se planteó la necesidad de crear un puesto de investigador, ocupado por Manuel González Hernández quien sería el encargado del montaje de ese laboratorio, y de un ayudante que colaborara en ello.

⁸ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/073 proyectos, caja 43, exp 413. "Programa de labores del Instituto de Física para el año 1939". 23 de enero, 1939.

Manuel Sandoval Vallarta y la radiación cósmica

Manuel Sandoval Vallarta fue el principal promotor de la línea de investigación en rayos cósmicos que se desarrolló en el IF. Este personaje fue reconocido internacionalmente por sus trabajos en esta área. Sus acciones en este sentido fueron desde la formación de investigadores, hasta la gestión de convenios de colaboración con instituciones estadounidenses para la realización de investigaciones en este tema.

Sandoval Vallarta nació en febrero de 1899, en el seno de una familia de la alta burguesía mexicana, hijo del licenciado Pedro Sandoval Gual, quien fue director de la Lotería Nacional, e Isabel Vallarta Lyon, hija del jurista y político liberal Ignacio Luis Vallarta, quien fue autor de la Ley de Amparo y que se distinguió en el servicio público durante los gobiernos de Benito Juárez y Porfirio Díaz. Entre los años 1912 y 1916 fue estudiante de la *Escuela Nacional Preparatoria* (ENP), después de lo cual continuó sus estudios en el *Instituto Tecnológico de Massachusetts* (MIT). Su paso por la ENP le permitió conocer al profesor de matemáticas Sotero Prieto y a Monges López, con quienes se mantuvo en contacto. Ingresó al MIT en 1917 para obtener su grado de Bachiller en Ciencias en 1921, orientándose en la currícula de Ingeniería Eléctrica. Posteriormente estudió el Doctorado en Ciencias en la especialidad de Física Matemática en la misma institución, obteniendo el grado en 1924 con una tesis titulada “El modelo atómico de Bohr desde el punto de vista de la relatividad general y el cálculo de las perturbaciones”, trabajo dirigido por el profesor H. B. Wilson, discípulo de H. W. Gibbs.

En 1923, mientras era candidato para obtener el grado de doctor, fue nombrado ayudante del profesor Vannevar Bush, quien daba clase de ingeniería eléctrica en el MIT y que entonces fue nombrado director del laboratorio de Ingeniería Eléctrica del mismo instituto. Bush encargó a Sandoval Vallarta que hiciera la comprobación experimental de las fórmulas de Heaviside, las cuales eran aprendidas por los ingenieros para encontrar la solución de las ecuaciones diferenciales asociadas a los circuitos eléctricos. La relevancia de este trabajo, según dice Alfonso Mondragón en una semblanza sobre este personaje, reside en que demostró en forma matemática que el método era correcto [INEHRM 1987, 15]. Durante este periodo Sandoval Vallarta pasaba las vacaciones de verano en México, donde asistía a las sesiones de la *Sociedad Científica Antonio Alzate* y presentaba los resultados de sus trabajos, así en la sesión del 5 de octubre de 1925 leyó sus resultados sobre las fórmulas de Heaviside [INEHRM 1987, 15].

En 1927 obtuvo una beca de la *Fundación Guggenheim*, con la que eligió ir a la *Universidad de Berlín* donde asistió a clases de relatividad con Albert Einstein, teoría electromagnética con Max Planck, mecánica cuántica con Erwin Shrödinger, física teórica con Max Von Laue, epistemología con Hans Reichenbach y exégesis con Adolf Von Harnack. En ese año conoció a John Von Neumann, con quien mantuvo una relación amistosa, y a Eugene Paul Wigner. Al año siguiente, cuando terminó los cursos en Berlín, con los recursos de la misma beca fue a Leipzig, donde tenía interés en conocer al profesor de física Werner Heisenberg y al profesor de teoría molecular Peter Debye. Para Sandoval Vallarta “fue una época de gran estímulo intelectual, una época en que realmente adquirí los conocimientos fundamentales de física” [Sandoval Vallarta 1972].

Regresó al *MIT* en 1929, a partir de lo cual fue nombrado profesor ayudante, encargándose de varios cursos de física teórica clásica, relatividad y teoría electromagnética. Para el año 1930 fue nombrado Profesor Asociado de Física, puesto que ocupó hasta 1939 cuando fue nombrado Profesor Titular, en el cual se mantuvo hasta 1946.

Con la celebración del Año Geofísico Internacional en 1932, se intensificaron los estudios en radiación cósmica.⁹ Arthur Holly Compton realizó viajes de observación en ese año por algunos lugares de Hawai, Nueva Zelanda, Perú, Panamá y México, con el objetivo de comprobar que la intensidad de la radiación cósmica dependía de la latitud geomagnética, siendo mínima cerca del ecuador geomagnético, fenómeno que fue llamado efecto de latitud de la radiación cósmica. En el verano de 1932 Sandoval Vallarta se encontraba en la Ciudad de México, por lo que le tocó acompañar a Compton en la realización de las medidas por nuestro país, pasando por Orizaba en Veracruz, la Ciudad de México y el Nevado de Toluca. Fue así como Sandoval Vallarta tuvo contacto con los trabajos sobre este tema de investigación y en particular con los resultados de Compton, en el sentido de la

⁹ A principios del siglo XX se sabía que si se dejaba aire en reposo en un recipiente cerrado herméticamente y libre de polvo, se podía detectar una ligera conductividad, es decir que el aire se ionizaba con el paso del tiempo. El descubrimiento de la radioactividad permitió que se estableciera como hipótesis que el aire en esas condiciones se ionizaba como consecuencia de la existencia de materiales radioactivos en la Tierra. Sin embargo, experimentos llevados a cabo mostraron que aunque una botella que contuviera aire seco y puro se guardara en una caja de plomo de paredes muy gruesas, la ionización del gas solo disminuía sin desaparecer. Ello llevó a pensar que la ionización del aire podía ser debida a alguna clase de radiación que llegaba continuamente del exterior, la cual fue llamada radiación cósmica. Se encontró entonces que la rapidez de ionización estaba en proporción con la presión y el volumen, y que el fenómeno no solo ocurría en la superficie terrestre, sino que también se podía detectar en el mar y a grandes alturas sobre el nivel del mar. En 1913, Victor Franz Hess ascendió en globo hasta una altura de 5,000 metros y encontró que por debajo de los 700 metros la ionización del aire decrecía con la elevación del globo, mientras que por arriba de esa altura la ionización aumentaba continuamente con la elevación; además mostró que esa ionización era la misma en el día y en la noche. De esta manera, Hess usó sus experimentos para afirmar que existía una radiación de origen extra terrestre (radiación cósmica), razón por la cual le fue otorgado el Premio Nóbel en 1936. Para Robert Millikan, quien había medido la carga del electrón, los rayos cósmicos eran una radiación electromagnética similar a la luz, pero de mayor energía y frecuencia, lo cual sustentaba como resultado de las mediciones que realizó en el norte de Estados Unidos y Canadá, y que interpretó como que la intensidad de dichos rayos no eran afectados por el campo magnético terrestre. Mientras tanto, en 1930, Jacob Clay dio a conocer que el incremento de la ionización en relación con la altura disminuía para latitudes menores, como resultado de las mediciones que había llevado a cabo durante su viaje marítimo entre la isla de Java y Holanda.

observación del efecto de latitud que indicaba que la radiación cósmica estaba constituida por partículas cargadas de electricidad que llegaban a la Tierra desde el espacio exterior a gran velocidad. En esa visita, Compton ofreció una conferencia sobre el efecto de latitud en una sesión combinada entre la *SCAA*, la *Sociedad de Geografía y Estadística* y la *Sociedad de Ingenieros y Arquitectos*. Para Sandoval Vallarta el descubrimiento del efecto de latitud en 1932 fue el acontecimiento que le dio orientación a su vida profesional y a sus investigaciones [Sandoval Vallarta 1972, 174].

Al regreso de Sandoval Vallarta al *MIT*, se dedicó a trabajar sobre el tema de la radiación cósmica con George Lamaître, quien había elaborado la Teoría del Átomo Primitivo.¹⁰ Lamaître y Sandoval Vallarta desarrollaron una teoría cuantitativa del movimiento de una partícula cargada de electricidad en el campo magnético terrestre, la que fue presentada en una conferencia en noviembre de 1932 en la *Universidad de Chicago*, donde además Sandoval Vallarta propuso que se midiera el efecto de asimetría este-oeste en la Ciudad de México por su latitud magnética baja y por su gran altura sobre el nivel del mar. Dichas mediciones fueron hechas por Luis W. Álvarez, quien era discípulo de Compton; el resultado fue que la intensidad en el Occidente era mayor que en el Oriente y por consiguiente la radiación cósmica que llegaba a la Tierra debía ser predominantemente positiva. En 1933, Lamaître y Sandoval Vallarta publicaron su teoría en un artículo en la revista *Physical Review* [Lamaître y Vallarta 1933, 87]. Ese mismo año, Sandoval Vallarta ofreció una conferencia en la *SCAA* sobre la teoría del efecto de latitud y la predicción de las asimetrías este-oeste y norte-sur que debían observarse en la intensidad de la radiación cósmica. Al año siguiente Thomas H. Johnson llegó a México acompañado por Sandoval Vallarta para medir la asimetría este-oeste en la Ciudad de México, Veracruz y San Rafael; además se midió la asimetría norte-sur en Copilco y en el Nevado de Toluca, resultados que favorecieron la teoría Lamaître-Vallarta.

Renuncia de Alfredo Baños a la dirección del Instituto de Física

Alfredo Baños había estudiado en el *MIT* con Sandoval Vallarta sobre aspectos teóricos de la Radiación Cósmica. Su regreso era esperado por Monges López para que se hiciera cargo del nuevo instituto dedicado a las investigaciones en física y de las investigaciones que ya se realizaban sobre rayos

¹⁰ En la Teoría del Átomo Primitivo de Lamaître se establece que toda la masa y la energía del universo se encontraban originalmente concentradas en una región muy pequeña, por lo que al hacer explosión ese átomo primitivo tenía que haberse producido una enorme cantidad de partículas cargadas y de radiación electromagnética, y que la energía de esas partículas debía disminuir con el aumento del radio del universo, así si la radiación cósmica que llegaba a la Tierra consistía de partículas cargadas. Esto significaba que al pasar por el campo geomagnético debían ser desviadas.

cósmicos. Su paso por el *IF* fue productivo si se consideran las publicaciones que realizó de manera individual y colectiva, los recursos que gestionó con la *Fundación Rockefeller* para instalar tanto el Laboratorio de Medidas Eléctricas como los talleres mecánico y de soplado de vidrio, además de las clases que impartió y los cursos de verano que ofreció.

La falta de una infraestructura adecuada para el *IF* fue un problema que el Dr. Baños manifestó en diversas ocasiones con oficios dirigidos a la rectoría de la Universidad. En agosto de 1942, envió un oficio al rector Rodolfo Brito Foucher, como respuesta a la solicitud que les hizo a los directores de los institutos asociados a la *FC*, en el sentido de que le formularan un informe acerca de las necesidades más urgentes que tuvieran en materia de edificios y laboratorios. En éste, Baños expresó que en ese año, las direcciones de la *FC* y del *IF* se encontraban alojadas en un salón de 8 x 8 m², donde se tenían ocho escritorios, una mesa de biblioteca con capacidad para doce personas y, además, amontonados en sus cajas, se encontraban los aparatos para los cursos elementales de física. También Baños informó que el *IF* contaba tan solo con su laboratorio de Radiación Cósmica, montado en la torre meteorológica del Palacio de Minería, y que se encontraban sin local el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión, cuyo equipo estaba guardado en tres estantes, el Taller Mecánico, el Laboratorio de Medidas Físicas y Propiedades de la Materia y el Laboratorio de Espectroscopía y Óptica Geométrica, además de la Biblioteca.

Por ello y teniendo noticia de que el Edificio de Mascarones sería desocupado por la *Facultad de Filosofía y Letras* y por la *Escuela de Verano*, solicitó que se le asignara al *IF* y a la *FC* la parte posterior de dicho edificio, con lo cual se satisfecería la necesidad de espacio del Instituto.¹¹ Así mismo se encontró una lista de “Requisitos mínimos que, en materia de edificio, exige el funcionamiento normal del Instituto de Física”,¹² donde se describen los espacios que se necesitaban para oficinas y aulas:

- “1.-Oficina de la Dirección del Instituto
- 2.-Oficina de la Secretaria del Instituto
- 3.-Oficina del Dr. Blas Cabrera, Jefe de Investigación en la Sección de Propiedades Físicas de la Materia y encargado de la dirección de los Talleres del Instituto
- 4.-Oficina de los Sres. Manuel Perrusquía, investigador de planta encargado de la parte experimental

¹¹ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. “Lic. Rodolfo Brito Foucher...” 3 de agosto, 1942.

¹² Idem.

en la Sección de Radiación Cósmica y del Laboratorio de Electrónica, y Marcos Moshinsky, ayudante de investigador en la Sección de Radiación Cósmica (parte experimental) y en el Laboratorio de Electrónica

5.-Oficina de los Sres. Héctor Uribe, investigador de planta en la Sección de Radiación Cósmica (parte teórica y experimental) y Secretario del Instituto (parte administrativa), y Jaime Lifshitz, investigador de planta en la Sección de Radiación Cósmica (parte teórica)

6.-Oficina y sala de estudio para ayudantes del Instituto y para alumnos del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias que estuvieran trabajando en investigaciones en el Instituto para preparar sus tesis de maestro o doctor

7.-Aula para clases de los cursos superiores de física que impartiera el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias

8.-Aula de conferencias y sala de estudio del seminario de física del Instituto”¹³

En cuanto a biblioteca, laboratorios y talleres se enlista:

“1.-Biblioteca con capacidad para 10,000 volúmenes y seis mesas de estudio para investigadores

2.-Oficina del bibliotecario y salón de lectura, donde estuvieran expuestos los últimos ejemplares de las revistas periódicas y los diccionarios, enciclopedias, tablas de cálculos numéricos y obras de consulta constante

3.-Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión, a cargo del Dr. Alfredo Baños

4.-Laboratorio de Electrónica, a cargo del Prof. Manuel Perrusquía

5.-Laboratorio de Medidas Físicas y Propiedades de la Materia, a cargo del Dr. Blas Cabrera

6.-Laboratorio de Espectroscopía y Óptica Geométrica, a cargo del Dr. Pedro Carrasco

7.-Taller Mecánico, a cargo del Dr. Blas Cabrera

8.-Taller de Soplado de Vidrio, a cargo del Dr. Blas Cabrera”¹⁴

No se encontró respuesta oficial a esta petición.

En diciembre de 1942, Baños envió una carta al Director Asistente de la División de Ciencias Naturales de la *Fundación Rockefeller*, Dr. Harry M. Miller Jr, con motivo de la ceremonia de inauguración del Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión, temporalmente instalado en un cuarto del Palacio de Minería. En esta comunicación, Baños le detalla los anuncios de gran importancia para el *Instituto de Física* que hizo durante dicha ceremonia¹⁵:

- A principios del año siguiente el *IF* tendría a su disposición el segundo piso de un edificio que estaba siendo construido en Santa Fé, por parte de la *Secretaría de la Defensa Nacional*, con un costo de aproximadamente un cuarto de millón de pesos.
- El Secretario de la Defensa Nacional le haría el regalo de esa construcción a la *Universidad*

¹³ Idem.

¹⁴ Idem.

¹⁵ Ibid. “Dr. Harry M. Miller Jr...”. 3 de diciembre, 1942.

Nacional de México, tan pronto como el Decreto Presidencial correspondiente fuera publicado. De esta manera el *IF* ocuparía el segundo piso de la construcción, mientras que en el primer piso se alojarían los salones, laboratorios y la biblioteca de la *Escuela de Ingenieros Militares*.

- En intercambio por esta construcción, que comprendería veintidós habitaciones de varios tamaños y que cubriría un área de 8,000 pies cuadrados, los miembros del *IF* colaborarían con los directores de la industria militar, establecidos en Santa Fé, en la solución de problemas de investigación relacionados con la defensa nacional. Sobre esto afirmaba que la *Universidad Nacional* y el *IF* estarían muy contentos en participar activamente en los problemas científicos de la defensa nacional.
- Se estimaba que el costo de la construcción del segundo piso que sería ocupado por el *IF*, sería de \$150,000 pesos, además que la *Secretaría de la Defensa Nacional* se había comprometido a equipar el edificio con las más elementales necesidades, por lo que finalmente se les estaría donando por lo menos \$200,000 pesos.
- Afirma que la *Universidad Nacional de México* en consecuencia le había autorizado a anunciar que a comienzos del próximo año el presupuesto para el *IF* sería doblado para cubrir salarios y gastos generales, lo cual representaba una suma de \$40,000 pesos para el siguiente año.
- Finalmente, en materia de personal, anunció que para el año siguiente se encontraría dentro de la planta de investigadores al profesor español Blas Cabrera y a Sandoval Vallarta. Blas Cabrera por su parte trabajaría en los talleres mecánico y de soplado de vidrio, los cuales habían sido equipados con una donación de \$2,500 dólares hecha por la *Fundación Rockefeller*. Con ello, Cabrera se proponía continuar sus trabajos sobre las propiedades magnéticas de la materia. En cuanto a Sandoval Vallarta, menciona que estaría en México por un largo tiempo para retomar las investigaciones teóricas sobre radiación cósmica que se estaban haciendo en el *IF*.

Además, en esta carta solicitó una donación por \$2,500 dls. para equipar la biblioteca del Instituto, la cual sería llamada *Biblioteca Rockefeller del Instituto de Física*, en reconocimiento a su generosidad. Agregó que esta solicitud contaba con la aprobación del rector Rodolfo Brito Foucher y de Monges López. No se sabe con exactitud si los acuerdos que Baños parece haber hecho con la *Secretaría de la Defensa Nacional*, fueron apoyados por el resto del personal del *IF*, sin embargo los acontecimientos que siguieron en el año 1943, ponen de manifiesto que de alguna manera el Dr. Baños perdió respaldo.

El Dr. Baños participó en los cursos de invierno que ofreció la Facultad de Ciencias entre 1941 y 1943. Los cursos que ofreció fueron sobre “Temas selectos de Física Atómica” (1941), “Temas selectos de Física Nuclear” (1942) y “Los principios fundamentales de la teoría electromagnética clásica” (1943). Para el curso de “Temas Selectos de Física Atómica”, preparó un libro que consistía en la traducción de algunos capítulos de libros sobre el tema, en particular del libro *Introduction to Atomic Physics* escrito por el Prof. Henry Semat [Semat 1939] del *City College of New York*. El libro de Baños fue publicado en 1941 por la Sociedad Editora de Apuntes del Palacio de Minería. En el prefacio de éste, Baños señalaba que su elaboración representaba el contenido de las doce conferencias que había ofrecido en 1941 durante los cursos de invierno de la *FC* y que, aunque los temas tratados en esas conferencias eran patrimonio común de los textos sobre Física Atómica, lo cual hacía notar en la bibliografía de los libros consultados, reclamaba para sí cierta originalidad en su presentación, y que la selección y recopilación de los temas había constituido una ardua labor. Agregó agradecimientos a Monges López, por haber hecho posible la publicación de esas conferencias, y al Prof. Héctor Uribe Martínez por su colaboración al preparar las ilustraciones del libro y participar en la labor de corregir las pruebas [Baños 1941, ii]. Al parecer el libro fue distribuido en la Universidad, incluso se encontró que los rectores de la *Universidad Autónoma Simón Bolívar*¹⁶ y de la *Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Javier, Central de Bolivia*,¹⁷ respectivamente, enviaron un agradecimiento al rector Mario de la Cueva por el envío de un ejemplar del libro de Baños.

En 1943, Baños fue acusado de haber plagiado el libro de Semat en su libro de Física Atómica. No se encontraron referencias acerca de quiénes hicieron esta acusación, solo se tiene información donde se señala el hecho sin que se detalle al respecto.

En marzo de 1943, el rector interino Alfredo Noriega Jr. recibió una carta del Ing. Eduardo Vázquez Zarco, miembro de la *Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas*, donde le manifestó su posición respecto a la acusación de plagio del libro de Semat que recayó sobre Baños, en el sentido de poner en evidencia a los jueces que ni legal ni moralmente les correspondía acusar al Dr. Baños, los cuales desde su punto de vista no debían ocupar los puestos que pudiera dejar Baños y solicitaba que se les considerara enemigos de la institución.¹⁸

¹⁶ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos generales, subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. “Al señor licenciado Mario de la Cueva...”. 8 de abril, 1942.

¹⁷ Ibid. “Al señor licenciado Mario de la Cueva...”. 29 de abril, 1942.

¹⁸ Ibid. exp. 864. “Sr. Licenciado Alfonso Noriega Jr.” 13 de marzo, 1943.

Posteriormente el editor del libro de Semat, Ronald P. Hobbs, envió una carta el 30 de marzo de 1943 al rector Rodolfo Brito Foucher, donde le informó que diez días atrás había recibido la noticia acerca de la acusación de plagio del libro de Semat que se había hecho en contra del Dr. Baños, quien fue a visitarlo a la ciudad de Nueva York para hablar sobre el asunto, por lo que le decía que como editor de Semat no consideraba que hubiera suficiente evidencia para dicha acusación. Finalmente, agregó que se había convencido de que el Dr. Baños había sido totalmente honorable en el uso del material.¹⁹

Por su parte, Semat también envió una carta al rector Rodolfo Brito, donde le informó que dos semanas atrás recibió la visita de Baños, quien le habló sobre la acusación de plagio hecha en su contra, debida a una traducción al español de selecciones de su libro *Introduction to Atomic Physics* con la que Baños preparó una versión mimeografiada. Como resultado de esta entrevista con Baños, Semat había quedado convencido de que había preparado su versión con el deseo de hacer accesible algunos temas de física atómica a sus alumnos. Además, Baños le informó que en la serie de lecturas que componen su libro se indicó adecuadamente las secciones que habían sido traducidas del libro original. Por estas razones, él y su editor consideraban que no había justificación para acusar a Baños de plagio, agregando que este investigador era poseedor de una gran reputación entre los físicos de Estados Unidos.²⁰

Alfredo Baños presentó su renuncia a la dirección del *IF* el 11 de marzo de 1943, aludiendo razones personales conocidas.²¹ Al día siguiente el rector interino Alfonso Noriega Jr. envió un oficio al Dr. Baños donde le comunicó que, en respuesta a su petición de renuncia, le concedía una licencia por un mes para separarse de la dirección del Instituto, en espera del regreso del rector Rodolfo Brito.²² Ese mismo día Alfonso Noriega envió un oficio a Sandoval Vallarta, donde le ratificaba su designación como Director del *IF*, de acuerdo con una conversación que habían tenido en la que se entendía que aceptaba la designación en espera del regreso del rector Brito.²³

Alfredo Baños también presentó su renuncia como profesor de las cátedras de Laboratorio de Física,

¹⁹ Ibid. "Dr. Rodolfo Brito Foucher...". 30 de marzo, 1943.

²⁰ Ibid. "Dr. Rodolfo Brito Foucher..." 5 de abril, 1943.

²¹ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 01/01/24, caja 19, exp. 230, foja 84. "Lic. Alfonso Noriega Jr...". 11 de marzo, 1943.

²² Ibid, foja 82. "Dr. Alfredo Baños..." 12 de marzo, 1943.

²³ Ibid, foja 78. "Dr. Manuel Sandoval Vallarta". 12 de marzo, 1943.

primer y segundo curso, Medidas Eléctricas y Laboratorio, que impartía en la *FC*,²⁴ así como de la cátedra de Teoría de la Corriente Alterna que impartía en la *ENI*,²⁵ las cuales fueron ocupadas por Blas Cabrera²⁶ y por José Hernández Olmedo,²⁷ respectivamente. En agosto de ese año el rector Rodolfo Brito Foucher envió oficios al Dr. Baños donde le comunicaba que se había aceptado su renuncia como director del *Instituto de Física*²⁸ a partir del 31 de julio, así como de sus cátedras en la *FC*²⁹ y en la *ENI*.³⁰

A la renuncia del Baños a la dirección del *IF*, su lugar fue ocupado por Sandoval Vallarta, mientras que la parte administrativa continuó estando a cargo de Manuel Perrusquía hasta 1945, cuando Carlos Graef fue nombrado director del *IF*, y en cuanto a la jefatura del Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión y las cátedras que impartía Baños en la *FC*, fue sustituido por Blas Cabrera.

Posterior a su renuncia, Baños fue designado investigador miembro del *Laboratorio de Radiación* del *MIT*, puesto que ocupó a partir del 2 de agosto de 1943. En una carta que envió el 25 de agosto de 1943 al rector Brito Foucher, Baños le informó de su designación en el *MIT*, además le refirió acerca de los rumores que habían llegado a él, en el sentido de que Sandoval Vallarta estaba sembrando la versión de que era ciudadano estadounidense, razón por la cual había sido designado investigador del *MIT*, por lo que anexó a su carta una copia de la solicitud que había hecho a la oficina consular para obtener su visa de inmigrante.³¹ El rector Rodolfo Brito le respondió en una carta donde lo felicitaba por la designación que había obtenido y le decía que hasta él no habían llegado los rumores de los que le hablaba.³²

Baños fue profesor asociado de la *Universidad de California* a partir de 1946 y en 1949 fue promovido para ocupar el cargo de profesor de física. Baños regresó a México en diversas ocasiones, por ejemplo, asistió al *Congreso Científico Mexicano* celebrado en 1951 y a la inauguración de Ciudad Universitaria en 1952 y, además, en 1961 fue designado jefe del Departamento de Física del recién creado *Centro de Investigación y de Estudios Avanzados* del *IPN* (CINVESTAV), puesto que ocupó por un año y que

²⁴ Ibid, foja 74. "Ing. Ricardo Monges López...". 11 de marzo, 1943.

²⁵ Ibid, foja 232. "Director de la Escuela Nacional de Ingeniería...". 11 de marzo, 1943.

²⁶ Ibid, foja 71. "Ing. Ricardo Monges López...". 2 de agosto, 1943.

²⁷ Ibid, foja 233. "Director de la Escuela Nacional de Ingeniería...". 27 de agosto, 1943.

²⁸ Ibid, foja 83. "Dr. Alfredo Baños...". 14 de agosto, 1943.

²⁹ Ibid, foja 73. "Dr. Alfredo Baños...". 14 de agosto, 1943.

³⁰ Ibid, foja 231. "Dr. Alfredo Baños...". 14 de agosto, 1943.

³¹ Ibid, foja 86-88. "Dr. Rodolfo Brito Foucher...". 25 de agosto, 1943.

³² Ibid, foja 85. "Dr. Alfredo Baños...". 11 de noviembre, 1943.

según Leopoldo García-Colín, dejó por “la actitud en general del gobierno hacia la ciencia y lo que en sus propias palabras llamó los mismos cacicazgos científicos que habían causado su salida del país quince años antes” [García Colín 1982, 285].

Becarios

Los becarios del *IF* fueron muy importantes en el establecimiento de ciertas prácticas. La mayoría de ellos realizaron sus estudios en Estados Unidos. Entre 1935 y 1950, la *Fundación Guggenheim* otorgó cuatro becas, mientras que la *Fundación Rockefeller* dio una. Parte importante de los becarios se concentraron entre 1951 y 1955; sin embargo, en el caso del grupo de investigadores asociados a la física nuclear experimental, su formación en el exterior fue con el objetivo de adquirir experiencia en el uso y construcción de instrumentos en relación con esta práctica, no para obtener un grado académico, además, aunque no se sabe con precisión quién los becó, parece que fue el gobierno mexicano quien les dio apoyo. Para entender mejor el papel de estas fundaciones filantrópicas en la generación de prácticas, habría que trabajar sobre la intencionalidad que tenían al otorgar las becas a científicos mexicanos, como sucedió en la formación de la profesión médica mexicana.³³

En la siguiente tabla se muestran los becarios que se tuvieron en el periodo, con las instituciones que les otorgaron la beca, el año en que fue otorgada, la institución a la que fueron, el área en que se especializaron y el investigador con quien trabajaron:

<i>Investigador</i>	<i>Beca</i>	<i>Año</i>	<i>Institución donde estudió</i>	<i>Área</i>	<i>Investigador con quien trabajó</i>
Alfredo Baños	Guggenheim	1935	MIT	Rayos Cósmicos	Manuel Sandoval Vallarta
Carlos Graef	Guggenheim	1937	MIT	Rayos Cósmicos	Manuel Sandoval Vallarta
Nabor Carrillo	Guggenheim	1940	Universidad de Harvard	Mecánica de Suelos	Arthur Casagrande
Jaime Lifshitz	Guggenheim	1942	Universidad de Harvard	Gravitación de Birkhoff	George D. Birkhoff

³³ En el artículo “La influencia de la Fundación Rockefeller en la conformación de la profesión médica mexicana, 1921-1949”, de Armando Lózano [Revista Mexicana de Sociología, vol 58, núm. 1/ 173-203], se afirma que a través del programa becario que la *Fundación Rockefeller* creó para los médicos mexicanos, se estableció la dependencia académica de los patrones establecidos en Estados Unidos, que la separa de la problemática médica nacional. Basado en los documentos que revisó el autor de los archivos de la *Fundación Rockefeller* en Nueva York, muestra una política de la fundación bien definida sobre los objetivos que tenían al otorgar los apoyos a los médicos mexicanos.

Leopoldo Nieto Casas	Rockefeller	1943	MIT	Mecánica de Suelos	
Marcos Moshinsky	Allen Muwn Fellowship in Physics	1951	Universidad de Princeton	Física Nuclear Teórica	Eugene Wigner y John Wheeler
Fernando Alba Andrade		1952	MIT	Física Nuclear Experimental	William Buechner
Manuel Vázquez Barete		1952	MIT	Física Nuclear Experimental	William Buechner
Marcos Mazari		1953	MIT	Física Nuclear Experimental	William Buechner
Octavio Cano Corona	Rockefeller	1953	Pennsylvania State College	Rayos X	Ray Pepinsky
Leopoldo Nieto Casas		1953	Ecole Polytechnique de Paris	Física Nuclear Experimental	Francis Perrin
Alonso Fernández		1955	Universidad de Manchester, Inglaterra	Estado Sólido	Leon Cooper

Es importante notar que a su regreso, los investigadores becados fueron ubicados en alguna sección del *IF* correspondiente con los estudios que habían realizado, algunos de ellos estuvieron a cargo de las mismas, siendo altamente influyentes en el instituto. Alfredo Baños a su regreso del *MIT* fue nombrado director del *IF* y, además, se encargó de las investigaciones relacionadas con rayos cósmicos. Por su parte, Carlos Graef fue nombrado director del *IF* en 1945 y se dedicó a promover los estudios sobre Gravitación de Birkhoff. Jaime Lifshitz, que fue a la *Universidad de Harvard* para estudiar con Birkhoff, a su regreso al *IF* continuó trabajando aspectos teóricos de la radiación cósmica. El caso de Leopoldo Nieto Casas es curioso, ya que primero obtuvo una beca de la *Fundación Rockefeller*, con la que fue al *MIT* para realizar estudios sobre mecánica de suelos y a su regreso fue creada la sección de Vibraciones y Estructuras de la cual se hizo cargo; poco después se integró al grupo de trabajo en la sección de Física Nuclear Experimental y obtuvo una beca para aprender a construir un tipo de reactor de uranio en Francia. A su regreso el *IF* en 1954, Marcos Moshinsky se hizo cargo de la sección de Física Nuclear Teórica. Fernando Alba Andrade, Manuel Vázquez Barete y Marcos Mazari fueron becados al *MIT* para ser entrenados por William Buechner. A su regreso, Alba Andrade se hizo cargo de

la sección de Física Nuclear Experimental (además entre 1957 y 1970 ocupó la dirección del instituto), mientras que Vázquez Barete y Mazari participaron como investigadores en la misma sección. Finalmente, Octavio Cano Corona a su regreso se encargó de la sección de Rayos X. Cabe notar que algunas de las secciones mencionadas solo contaban con un investigador y, si acaso, con algunos técnicos.

Prácticas experimentales e instrumentales.

Sección de Radiación Cósmica: parte experimental

Los trabajos experimentales sobre el tema de la radiación cósmica tienen como principal promotor a Sandoval Vallarta, en un inicio desde el *MIT* y desde 1943 como investigador del *IF*. El 9 de febrero de 1937, Monges López fue comisionado por el rector Luis Chico Goerne para recibir en la frontera con Estado Unidos a Compton y Sandoval Vallarta, quienes traían instrumentos de rayos cósmicos para esta universidad.³⁴ Destaca que fuera el rector quien comisionara a Monges López para recibir a estos personajes, lo cual muestra la importancia con que se tomaba esta visita, ello parece deberse a la reputación que tenían ambos personajes y, habría que considerar, que desde la visita de Compton en 1934, se comenzaron a realizar trabajos experimentales sobre este tema, además que Sandoval Vallarta y Compton habían ofrecido conferencias en la SCAA donde se difundieron estos trabajos y los resultados que se tenían, lo cual debió haber generado el interés de algunos universitarios en ello.

Las acciones de ambos investigadores en dicha visita, iban en el sentido de concretar convenios de colaboración entre instituciones estadounidenses y la *Universidad Nacional de México*, los cuales involucraban la donación de instrumentos por parte de esas instituciones y la generación de condiciones para la instalación y operación de los instrumentos donados, el diseño y construcción de instrumentos complementarios, y, finalmente, el entrenamiento de personal en las investigaciones que se realizaban con estos instrumentos en el tema de la radiación cósmica.

En esta visita, Sandoval Vallarta concretó la colaboración entre el *MIT*, la *Universidad de Chicago* y la *ENCFyM* para instalar un laboratorio de rayos cósmicos en dicha escuela, con el fin de estudiar el efecto azimutal de la radiación cósmica. En el informe de julio de 1937, hecho por Monges López

³⁴ AH-UNAM, FUN, ramo Rectoría, caja 39, exp.458. “Esta rectoría ha tenido a bien comisionar a usted...”. 9 de enero, 1937.

sobre las actividades de la *ENCFyM*, se detalla que se continuaba con la construcción del contador de rayos cósmicos como parte del Laboratorio de Rayos Cósmicos, que se pretendía se ubicara en dicha escuela. Así, el día 29 de junio de ese año se recibieron, del *MIT* y de la *Universidad de Chicago*, las partes restantes del aparato que no podían ser construidas en México: seis resistencias $0.5 \times 10^{10} \Omega$, dos tubos “strobotron” y seis contadores Geiger-Müller, estos últimos obsequiados por Compton. Menciona también que la construcción de ese aparato estuvo a cargo del Ing. Jorge Graf, con la colaboración del ayudante Efrén Casillas.³⁵

Por su parte, Compton instaló un contador de rayos cósmicos en Teoloyucan, Estado de México, con el auspicio de la *Carnegie Institution of Washington*, dejando el equipo bajo cuidado de la Universidad. Según señala Monges López en un informe de las actividades realizadas en la *ENCFyM*, con fecha del 2 de julio de 1937,³⁶ el Ing. Alfonso Vaca trabajó bajo la dirección del Dr. Joaquín Gallo en las observaciones que se verificaron en la estación de Teoloyucan, cuyos registros fotográficos obtenidos fueron enviados a Washington para su cálculo e interpretación, aunque se esperaba que el Dr. Baños se hiciera cargo de esos cálculos a su regreso del *MIT*. Agregaba también que estas investigaciones tenían por objeto estudiar el campo electromagnético terrestre y la rotación de la galaxia. Para el informe de la misma escuela del mes de agosto, al respecto solo se menciona que “el instrumento instalado en Teoloyucan, para la observación de rayos cósmicos, siguió funcionando normalmente, con la sola interrupción motivada por el ajuste del sistema de relojería que había mostrado desde hace algún tiempo retraso en su marcha”.³⁷ En febrero de 1941, Compton visitó nuevamente México, con el objeto de intercalibrar la cámara de ionización instalada en Teoloyucan, trabajos en los que colaboró el *IF*.³⁸ No se encontraron más referencias sobre las colaboraciones de la Universidad, en particular del *IF*, con las investigaciones hechas en esta estación.³⁹

En el informe de agosto de 1937, Monges López refiere que se llevaron a cabo las primeras pruebas del contador sencillo de rayos cósmicos, contruido en los laboratorios de la *ENCFyM*, como resultado de la colaboración gestionada por Sandoval Vallarta. Así mismo se seleccionó un lugar para la instalación del

³⁵ AH-UNAM, FUN, ramo Rectoría, caja 39, exp. 455, foja 5604-5605. “Sr. Lic. Luis Chico Goerne...”. 2 de julio, 1937.

³⁶ AH-UNAM, FUN, ramo Rectoría, caja 39, exp. 455, foja 5604-5605. “Sr. Lic. Luis Chico Goerne...”. 2 de julio, 1937.

³⁷ AH-UNAM, FUN, ramo Rectoría, caja 39, exp. 455, foja 5601-5602. “Al señor rector de la Universidad Nacional de México...”. 4 de agosto, 1937.

³⁸ AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. “Informe de la Rectoría. 1938-1942”. 1942

³⁹ Aunque, en 1949, Sandoval Vallarta envió un oficio al rector Luis Garrido donde le informaba que continuaría dirigiendo en Princeton las investigaciones sobre la emisión de rayos cósmicos del sol que vinieron realizando en colaboración la *UNAM*, la *Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*, la *Carnegie Institution of Washington* y el *Instituto de Estudios Superiores de Princeton*, sin agregar más detalles sobre ello.

contador de triples coincidencias, el cual se instalaría en la torre de la estación del servicio meteorológico de la *Escuela Nacional de Ingeniería* (ENI), además que se había iniciado la construcción de la parte mecánica de ese instrumento con el fin de hacerlo funcionar automáticamente en lo que se refiere a la orientación que debía tener y al registro de las mediciones. En el mismo informe, Monges López como director de la *ENCFyM*, agradecía al Ing. Mascott de la Westinghouse por haber prestado un transformador de 3,000 voltios, al Ing. Sierra de la Cía. Telefónica Mexicana por haber prestado un registrador W.E.-5AC para contar los rayos cósmicos que llegaban al tubo Geiger-Müller, y a Sandoval Vallarta por haber asistido como consultor a las pruebas del instrumento.⁴⁰

Según se pone de manifiesto en el informe que presentó la rectoría en 1939,⁴¹ Monges López donó su sueldo de 1937 para la adquisición de equipo y material eléctrico, con lo cual, según se refiere, fue posible construir el aparato preliminar contador de rayos cósmicos. Así, con ese aparato y con los servicios de un ayudante de investigación, se iniciaron las labores experimentales sobre la radiación cósmica en la *ENCFyM*.

Hasta 1937, esta colaboración con el *MIT* y la *Universidad de Chicago* implicó la adquisición de diversos instrumentos y la construcción del aparato contador de rayos cósmicos y de la parte mecánica correspondiente, en lo cual participaron, sobre todo, ingenieros (ello se debe a que en esos años las actividades en física la realizaban sobre todo ingenieros, ya que no había estudios profesionales en esta área).

En 1938, con la creación del *ICFyM*, las actividades experimentales comenzadas en la *ENCFyM* sobre radiación cósmica, derivadas de dicha colaboración, pasaron a formar parte del plan de trabajo del nuevo instituto y fueron los únicos trabajos que pudieron realizarse parcialmente ese año. El plan de trabajo fue elaborado por Alfredo Baños, primer director del *ICFyM*, el cual tenía interés sobre estas actividades experimentales, derivado de los trabajos que había realizado con Sandoval Vallarta sobre este tema durante su doctorado en el *MIT*, aunque sobre aspectos teóricos. Baños, durante el periodo que fue director del Instituto (1938-1943), promovió los trabajos teóricos y experimentales sobre éste tema.

⁴⁰ AH-UNAM, FUN, ramo Rectoría, caja 39, exp. 455, foja 5601-5602. "Al señor rector de la Universidad Nacional de México...". 4 de agosto, 1937.

⁴¹ AH-UNAM, FMU, Sección Rectoría. "Informe que rinde el rector de la UNAM al H. Consejo Universitario sobre las actividades desarrolladas por la Universidad hasta el 1o. de febrero de 1939". 1939.

Como se señaló anteriormente, el proyecto original del *ICFyM*, presentado por Baños, consideraba la creación de tres departamentos (física, matemáticas y físico-química), a su vez el Departamento de física estaría constituido por nueve secciones. Sin embargo, durante el año de 1938, sólo fue posible llevar a cabo actividades en la sección de Radiación Cósmica del Departamento de Física, la cual, a su vez, estaba dividida en la parte teórica y experimental. Durante el año de 1938, en la parte experimental se pudo montar un contador preliminar de rayos cósmicos y se realizaron estudios para diseñar la parte mecánica de éste con el fin de automatizar su funcionamiento, aunque para enero de 1939 aún no estaba listo el instrumento.

Baños, planteó como uno de los aspectos del plan de labores para 1939, la intensificación en los trabajos de construcción del aparato automático contador de rayos cósmicos. Se esperaba que para mediados de ese año el aparato estuviera en condiciones de funcionar, de modo que antes del fin del año se empezaran a recabar los primeros datos numéricos. Manuel Perrusquía fue el encargado de diseñar un sistema de detectores de rayos cósmicos que midieran la intensidad de la radiación cósmica en función del tiempo y de la dirección de llegada, con la colaboración del ayudante de investigación Fernando Alba Andrade (entonces estudiante de la *Facultad de Ciencias*) [Ramos 2004, 37].

No se encontró con exactitud cuándo se puso en marcha la Estación de Rayos Cósmicos del *IF*. Sin embargo, se sabe que a partir de 1940 se publicaron los primeros resultados reportados en relación con las mediciones que se tomaban en la Estación. Además, en enero de 1941, Monges López, como secretario del Consejo Consultivo de los Institutos de Investigación Científica, le informó al rector Mario de la Cueva que en la siguiente sesión de ese consejo se presentarían informes del *IF*, del *Observatorio Astronómico Nacional* y de la *Facultad de Ciencias*, y se haría una visita a la Estación de Rayos Cósmicos montada en una caseta de asbesto-cemento, construida en la torre meteorológica del Palacio de Minería.⁴²

En 1943, Sandoval Vallarta se integró al *IF* como investigador. A partir de entonces los trabajos sobre radiación cósmica, en ambas secciones, fueron supervisados directamente por este personaje. Así mismo, se conformó un grupo de investigadores que trabajaron en relación con la Estación de Rayos

⁴² AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos generales, subserie 1/100-61 Facultad de Ciencias, caja 67, exp. 673. "Señor Lic. Mario de la Cueva...". 28 de enero, 1941.

Cósmicos, ya sea a través del análisis estadístico y la aplicación de técnicas para las mediciones que se obtenían con el contador, además de la construcción de instrumentos para la parte experimental de la sección de Radiación Cósmica. Sin embargo, para finales de los años cuarenta, muchos de los investigadores que participaron en estas actividades dejaron de hacerlo y se dedicaron al desarrollo de otras prácticas que se comenzaron a trabajar en el instituto, en particular aspectos relacionados con la Gravitación de Birkhoff y Física Nuclear.

En 1942, Marcos Moshinsky se incorporó al *IF* como ayudante de investigador en la sección de Radiación Cósmica en la parte experimental y en el Laboratorio de Electrónica, en colaboración con Manuel Perrusquía. Según Cruz Manjarrez, en 1943 Moshinsky se incorporó a la parte teórica de esta sección.

En 1943, Juan Hefferan y Juan de Oyarzábal se incorporaron como ayudantes de investigador a la sección de Radiación Cósmica en la parte experimental, con el fin de realizar el análisis estadístico de las lecturas hechas con el contador de rayos cósmicos del laboratorio correspondiente. No se encontraron más referencias acerca de la participación de Hefferan en el *IF*, mientras que sobre Juan de Oyarzábal se tiene referencia que realizó estos análisis estadísticos por lo menos hasta 1950. Este año presentó un trabajo en la reunión de la *American Physical Society*, celebrada en Mexico, en colaboración con Antonio Romero Juárez, Francisco Medina Nicolau y C. Gómez [Romero et. al. 1950] sobre el albedo de la radiación cósmica, además de un artículo sobre polarización del vacío en un campo de mesotrones [Oyarzábal 1950]. A partir de 1952, se dedicó a los estudios en la sección de Física Nuclear Teórica del *IF*.

Entre 1948 y 1950, el ayudante de investigación, Eduardo Díaz Lozada, se dedicó a aspectos de manejo y diseño de instrumentos en la sección de Radiación Cósmica en la parte experimental, mientras que Consuelo Gómez Noriega se especializó en la aplicación del método fotográfico a las mediciones con el contador de radiación cósmica.

No se encontraron más referencias acerca de las actividades realizadas en la Estación de Rayos Cósmicos instalada en el Palacio de Minería, ni si los instrumentos que se utilizaron ahí fueron trasladados a las instalaciones de Ciudad Universitaria. Sin embargo, se sabe que en el proyecto de

Ciudad Universitaria se consideraba la construcción del Pabellón de Rayos Cósmicos. En 1952, dicho Pabellón contaba con los siguientes instrumentos: cámara de ionización proporcionada por la *Institución Carnegie de Washington* en calidad de préstamo indefinido, contador de neutrones proporcionado por la *Universidad de Chicago* como préstamo indefinido, cámara de Wilson proporcionada por la *Universidad de California* y por el *Instituto Tecnológico de California* y otra cámara de Wilson construida por el Dr. Richard Foy para la extinta *CICIC*.⁴³

Aunque la sección de Radiación Cómica seguía siendo parte del *IF* desde su creación hasta al menos 1955, se encontró que los trabajos experimentales sobre este tema se continuaron realizando en el *Instituto de Geofísica* de la *UNAM*, como lo muestran las actividades realizadas en el marco del Año Geofísico Internacional de 1958.

Mecánica de suelos

Los estudios sobre Mecánica de Suelos en México fueron impulsados por Arthur Casagrande, investigador y profesor de la *Universidad de Harvard*. Casagrande se distinguió por haber sido el promotor de la creación del programa de enseñanza en mecánica de suelos de la Universidad de Harvard, lo cual se dice que fue reproducido por otros centros de enseñanza en el mundo. También es reconocido por haber establecido la escuela de posgraduados en enseñanza e investigación en la misma universidad, la cual fue incrementando el número de estudiantes de doce en 1932 a al menos ochenta después de la Segunda Guerra Mundial. Dos fueron los investigadores mexicanos que asistieron a Harvard para estudiar su doctorado con este distinguido profesor y que además son ampliamente reconocidos en el país por sus investigaciones en esta área: José A. Cuevas en 1939 y Nabor Carrillo en 1940, este último con una beca de la *Fundación Guggenheim*. Sin duda el papel de Casagrande en el establecimiento de la mecánica de suelos como área de estudios en México es destacada, no solo por haber formado a estos investigadores, sino también por el establecimiento del Laboratorio de Mecánica de Suelos, del cual se hablará a continuación, y por los viajes que realizó a nuestro país en diversas ocasiones. En un informe de la rectoría en 1950 se refiere que el *Consejo Técnico de la Investigación Científica*, presidido por Nabor Carrillo, gestionó el viaje de hombres de ciencia extranjeros, entre los que se encontraba Casagrande, viaje auspiciado por el *Departamento de Estado de los Estados Unidos*. También durante la inauguración de Ciudad Universitaria en 1952, Casagrande fue uno de los invitados

⁴³ AH-UNAM, FUN, sección Secretaría General/ Patrimonio Universitario/ Inventario, caja 260, exp. 1569. "La ciudad Universitaria..." 1952.

de las autoridades universitarias.

La sección de Mecánica de Suelos formó parte del proyecto de creación del *ICFyM* en 1938. En ésta se planeaba “estudiar los problemas físicos de la cimentación en México, especialmente los detalles que se refieren a las propiedades físicas y mecánicas que gobiernan el comportamiento de los suelos”,⁴⁴ ello con el propósito de prestar una importante colaboración al *Departamento Central*, a la *Comisión Nacional de Irrigación*, a la *Comisión Nacional de Caminos* y a otras dependencias del Gobierno Federal.

Fue hasta 1939 que esta sección empezó a funcionar, como resultado de un compromiso internacional contraído con la *Universidad de Harvard*:

“debido a gestiones iniciadas por el Ing. José A. Cuevas, en colaboración con el Ing. Arthur Casagrande, profesor de Mecánica de Suelos de la Universidad de Harvard, se ha estado construyendo en aquel plantel, con un costo de \$5,000 dls., bajo la supervisión del Ing. Casagrande y con la colaboración de un investigador mexicano, un laboratorio de Mecánica de Suelos que se propone se establezca en la Universidad bajo la supervisión del Instituto de Física, a fin de dedicarlo a estudios de investigación relacionados con nuestros peculiares problemas de cimentación, los cuales interesan en sumo grado a los investigadores extranjeros”.⁴⁵

Las razones con las cuales Alfredo Baños, director del Instituto, justificó la creación de la sección de Mecánica de Suelos fueron dadas en términos de que la *Universidad de Harvard* asumiría completamente el costo de instrumentos y material para el laboratorio correspondiente. En consecuencia el *IF* solo tendría que comprometerse a crear un puesto de investigador, el cual estaría encargado del montaje del laboratorio, y de un ayudante que colaborara en esta tarea. Afirmaba también que los trabajos en esta sección redundarían en beneficios para la Universidad, dado el interés que necesariamente habrían de mostrar las dependencias del Gobierno Federal que le utilizarían para la resolución de sus problemas de cimentación.⁴⁶

El montaje de este laboratorio estuvo a cargo del Ing. Manuel González Hernández,⁴⁷ con la colaboración de un ayudante, y fue ubicado en el local del *Comité Mexicano de Cimentación* [Cruz

⁴⁴ AH-UNAM, FMU, Sección Rectoría. “Informe que rinde el rector de la UNAM al H. Consejo Universitario sobre las actividades desarrolladas por la Universidad hasta el 1o. de febrero de 1939”.

⁴⁵ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/073 proyectos, caja 43, exp 413. “Programa de labores del Instituto de Física para el año 1939”. 23 de enero, 1939.

⁴⁶ Idem.

⁴⁷ AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. “Informe del rector de la UNAM, junio de 1940”. Junio de 1940.

Manjarrez 1976, 13]. La última referencia encontrada en relación al Laboratorio de Mecánica de Suelos, al igual que la sección, como parte de las actividades del *IF*, es en un informe de la rectoría de junio de 1940.⁴⁸ Por su parte, Cruz Manjarrez los menciona como parte del *IF* hasta 1941 [Cruz Manjarrez 1976, 15]. La sección y el Laboratorio de Mecánica de Suelos dejaron de formar parte del *IF* alrededor de 1942, como lo muestra un informe que hizo el director Alfredo Baños en ese año, donde ya no se mencionan, incluso puede leerse que “el Instituto de Física tan solo cuenta con su Laboratorio de Radiación Cósmica montado en la torre meteorológica del Palacio de Minería”.⁴⁹ La sección y el Laboratorio de Mecánica de Suelos fueron integrados a la *ENI* a partir de 1942.

El corto periodo de tiempo que este laboratorio perteneció al *IF* y la ubicación que tuvo, me permiten considerar que las prácticas experimentales e instrumentales desarrolladas ahí, en realidad no son un caso representativo de estas prácticas en el instituto, quizá sean más identificables con prácticas científicas de la ingeniería más no de física.

Además de que se contó con la sección de Mecánica de Suelos, el investigador del *IF*, Leopoldo Nieto Casas, se especializó en ésta área. Nieto Casas ingresó por primera vez al Instituto en 1941, aunque no se encontraron referencias acerca de las actividades que realizó hasta 1943, cuando fue becado por la *Fundación Rockefeller* para realizar su maestría en el *MIT* en la especialidad de Mecánica de Suelos. A partir de su regreso al *IF* en 1945, se hizo cargo de investigaciones relacionadas con las aplicaciones de la física a la ingeniería, en particular al diseño de modelos físicos de estructuras, tema que había trabajado en el *MIT* y que fue la línea de investigación que se trabajó en la sección de Vibraciones y Estructuras (1948), lo cual fue aplicado por el Arq. Mario Pani en las construcciones de multihabitacionales en la Ciudad de México [Cruz Manjarrez 1976, 36]. Nieto Casas también comenzó a trabajar en la sección de Rayos X (1948), en colaboración con Octavio Cano Corona, y alrededor de 1952 trabajó en cuestiones relacionadas con Física Nuclear Experimental.

⁴⁸ AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. “Informe del rector de la UNAM, junio de 1940”. Junio de 1940.

⁴⁹ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. “Lic. Rodolfo Brito Foucher,...”. 3 de agosto, 1942.

Donaciones de la Fundación Rockefeller: Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión y Talleres mecánico y de soplado de vidrio

En el año de 1940 la *Fundación Rockefeller* amplió sus programas de acción de varias de sus Divisiones para incluir la dotación de equipo para algunos laboratorios de la Universidad Nacional. En este marco, la *Fundación Rockefeller* ofrecía comprar los equipos en Estados Unidos y pagar todos los gastos que implicara la entrega al laboratorio correspondiente, con excepción de los derechos aduanales.⁵⁰

En 1941, el Dr. Harry Miller Jr., Director Asistente de la División de Ciencias Naturales de la *Fundación Rockefeller* en Nueva York, vino de visita a México, ocasión en la cual el Director del *IF*, Alfredo Baños, solicitó una donación para el Instituto por la cantidad de 5,000 dls., con el fin de equipar el Laboratorio de Medidas Eléctricas.⁵¹ El rector Mario de la Cueva envió una carta al Director Asociado de la *Fundación Rockefeller* en Nueva York, Dr. Frank Blair Hanson, en la que respaldaba la solicitud de Baños y le expresaba su confianza en que la Fundación habría de acordar favorablemente esta petición en virtud de que en anteriores ocasiones ya había prestado cooperación a la Universidad.⁵² Posteriormente, el 12 de septiembre de 1941, Frank Blair Hanson envió en respuesta una carta al rector Mario de la Cueva en la que le informó acerca de la aprobación de la donación para el *IF*, aunque le explicaba que cabía la posibilidad de que no se pudieran conseguir la totalidad de los equipos que solicitaba Baños, debido a la escasez de equipo científico y materiales causada por las necesidades de la guerra.⁵³

Los aparatos eléctricos y material donado por la *Fundación Rockefeller* llegaron al *IF* el 22 de julio de 1942, casi un año después de que se aprobó la donación. Días después, el Dr. Baños solicitó al rector Brito que se hiciera una transferencia a la partida de muebles del presupuesto asignado para el *IF* en 1942, ello con el fin de adquirir mobiliario y equipo necesario para poder instalar el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión en un local que se gestionaba para ese propósito con el Director Interino de la *ENI*.⁵⁴ El Dr. Baños esperaba que el Laboratorio fuera instalado en dicho local de manera

⁵⁰ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-61 Facultad de Ciencias, caja 67, exp. 673. "Sr. Lic. Ramón Beteta, Subsecretario de Hacienda y Crédito Público...". 30 de agosto, 1941.

⁵¹ AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. "Informe de la Rectoría. 1938-1942". 1942.

⁵² AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-61 Facultad de Ciencias, caja 67, exp. 673. "Sr. Dr. Frank Blair Hanson, Associate Director The Rockefeller Foundation...". 30 de agosto, 1941.

⁵³ Ibid. "Dear Sir...". 12 de septiembre, 1941.

⁵⁴ Ibid. "Lic. Rodolfo Brito Foucher, rector de la Universidad Nacional Autónoma de México...". 3 de agosto, 1942.

temporal, a reserva de que el Instituto contara posteriormente con su propio edificio. Finalmente, el 27 de noviembre fue inaugurado el Laboratorio de Medidas Eléctricas, instalado en el salón gestionado por Baños con el director de la *ENI*, ceremonia a la cual asistió el representante de la *Fundación Rockefeller* en México, Dr. Payne.

La función que habría de tener el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión, en palabras del Dr. Baños, sería “el núcleo central de nuestros trabajos de laboratorio, como pequeño “Bureau of standards” universitario al servicio de los Institutos de Investigación de la Universidad y de las dependencias gubernamentales que pudieran requerir sus servicios”.⁵⁵ No se encontraron registros sobre las actividades específicas que se desarrollaron en este Laboratorio, solamente se sabe que hasta 1943 estuvo a cargo del Dr. Baños, siguiendo en este puesto Blas Cabrera hasta 1945, y que aún era parte del Instituto cuando se estaba haciendo el proyecto de Ciudad Universitaria, en la cual se planeaba construir un espacio para éste bajo el nombre de Laboratorio de Medidas Eléctricas.⁵⁶

Blas Cabrera llegó a México en 1942 exiliado de España. Fue un físico experimental cuya mayor actividad se registró en investigaciones sobre propiedades magnéticas de la materia, aunque también parte de su labor la dedicó a la *Oficina Internacional de Pesos y Medidas*, en París. También es reconocido por haber sido impulsor del desarrollo de la ciencia en España. En 1932, junto con otros científicos españoles, impulsó la creación del *Instituto Nacional de Física y Química* en España, con un donativo de la *Fundación Rockefeller*. A su ingreso al *IF* en 1942, Cabrera buscó arbitrarse los medios necesarios para continuar sus investigaciones científicas, por lo que gestionó nuevamente con la *Fundación Rockefeller* un donativo para la construcción de un taller mecánico y un taller de soplado de vidrio.

Sin embargo, fue a través del *IF* que, en mayo de 1942, se solicitó de manera formal el donativo. La solicitud a la Fundación consideraba la donación de \$5,000 dls., que habrían de depositarse en algún banco de la Ciudad de México a disposición de Cabrera, para la compra de la maquinaria y equipo para la construcción de los dos talleres. Este convenio consideraba también compromisos que contraía el *IF*, los cuales fueron respaldados por la rectoría del Lic. Mario de la Cueva,⁵⁷ esto es, la Universidad

⁵⁵ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. “Lic. Rodolfo Brito Foucher...” 3 de agosto, 1942.

⁵⁶ AH-UNAM, FUN, sección Secretaría General/Patrimonio Universitario/Inventario, caja 260, exp. 1569. “Ciudad Universitaria de México...” 1952.

⁵⁷ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, Subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. “C. Director del Instituto

colocaría a Cabrera como Jefe de Investigación en alguno de los departamentos del Instituto, asignándole el sueldo más alto considerado en el presupuesto, que era de \$500 pesos mensuales, así mismo se le debían asignar dos ayudantes, un mecánico y un soplador de vidrio, y se suministraría un lugar adecuado para la construcción inmediata de los talleres, aunque sólo fuera de manera temporal mientras se contaba con un edificio exclusivo para la *FC* y el *IF*.⁵⁸

La aprobación de la donación fue anunciada el 29 de mayo de 1942 por Henry Miller, Director Asistente de la División de Ciencias Naturales de la *Fundación Rockefeller* en Nueva York, en una carta dirigida al rector Mario de la Cueva. En ésta se detallan las condiciones de la donación: en primer lugar los oficiales de la Fundación habían aprobado un donativo que no excediera los \$2,500 dls. y que debían ser usados para comprar el equipo necesario para la instalación de los talleres; el equipo y el material adquirido con estos recursos sería propiedad de la *FC* y el procedimiento a seguir sería a través de Monges López para adquirir el equipo y para presentar los recibos de compra al representante en México de la Fundación, teniendo como fecha límite el 28 de mayo de 1943 para comprobar los gastos; los oficiales de la Fundación quedaban en el entendido de que Monges López había hecho los arreglos necesarios para que se acondicionara un espacio temporal para la adecuada instalación de los talleres en el edificio de la *Facultad de Ingeniería*, aunque los talleres serían trasladados a la nueva construcción del *IF* y la *FC* cuando estuviera disponible; derivado de la conversación con Monges López y de su carta del 18 de mayo, entendían que el Secretario de Educación estaba de acuerdo en proveer un recurso de emergencia para contratar al personal necesario, un mecánico y un soplador de vidrio, a partir del momento en que los talleres estuvieran listos y después del 1 de marzo de 1943 su contratación sería cubierta por el presupuesto de la *FC*; la dirección de los talleres quedaría a cargo de Cabrera, quien sería contratado mediante una asignación presupuestal de emergencia hasta el 1 de marzo de 1943, después de lo cual tendría un puesto regular y de tiempo completo como jefe de alguna división del *IF*.

Respecto de la contratación de Cabrera en el *IF*, se sabe que para agosto de 1942 era ubicado dentro del organigrama del Instituto como encargado de la dirección de los Talleres (Mecánico y de Soplado de Vidrio) y como Jefe de Investigación en la Sección de Propiedades Físicas de la Materia.⁵⁹ Además en

de Física...". 11 de mayo, 1942.

⁵⁸ Ibid. "Sr. Lic. Mario de la Cueva, rector de la Universidad Nacional de México..." 9 de mayo, 1939.

⁵⁹ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. "Lic. Rodolfo Brito Foucher..." 3 de agosto, 1942.

septiembre de ese mismo año, el Rector Rodolfo Brito envió un memorándum a la Comisión de Control Hacendario del Consejo Universitario en el que les exhortó a que aprobaran la solicitud del Dr. Baños para que se hiciera una transferencia del presupuesto del Instituto, con el fin de asignar con ello un sueldo de \$300 pesos mensuales al “distinguido físico español profesor Blas Cabrera, quien ya desde hace tiempo viene colaborando con esta Universidad”.⁶⁰

El 3 de agosto de 1942, el Dr. Baños, como director del *IF*, informó al rector Rodolfo Brito que se contaban con los instrumentos para instalar el Taller Mecánico del Instituto, “cuya maquinaria nos ha sido ya donada por la Fundación Rockefeller para ser montada y usada por el Profesor Blas Cabrera”.⁶¹ Además, en la planeación del edificio que gestionaba Baños para el Instituto, que sería donado por la *Secretaría de la Defensa Nacional*, se proyectaba la construcción de locales para el Taller Mecánico y el Taller de Soplado de Vidrio y aunque finalmente la donación de este edificio no tuvo efecto, al parecer en febrero de 1943 “se trasladaron las máquinas del taller hasta ese lugar” [Cruz Manjarrez 1976, 21]. De ser así, la maquinaria tuvo que haber sido regresada al *IF* en el Palacio de Minería, de tal manera que para noviembre de 1943 aún no contaba con un local. El 6 de noviembre de 1943 el Jefe del Departamento de Ciencias de la Universidad, Sandoval Vallarta, envió un oficio al Delegado Administrativo del *IF*, Prof. Manuel Perrusquía, en el que le comunicó que dicho Departamento autorizaba que el Taller Mecánico del Instituto fuera instalado en el corredor frente al taller mecánico de la *Facultad de Ingeniería*, en el Palacio de Minería.⁶² Sin embargo, en la *Reseña Histórica del Instituto de Física* se dice que Cabrera consiguió que se instalara el Taller Mecánico en el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión, el cual había sido instalado en un salón de la *ENI* [Cruz Manjarrez 1976, 24].

La función que debían de tener los talleres, según el Dr. Baños, sería la construcción de aparatos de precisión que habrían de utilizarse en problemas de investigación científica del *IF* y de los demás Institutos asociados a la *FC*, además de formar técnicos especializados en estas tareas. Hay poca evidencia acerca de las actividades que se realizaron en los talleres, aunque parece que la relación entre éstos y el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión debía ser estrecha, además que la presencia

⁶⁰ Ibid. “A la H. Comisión de Control Hacendario...” 7 de septiembre, 1942.

⁶¹ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. “Lic. Rodolfo Brito Foucher...” 3 de agosto, 1942.

⁶² AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, Subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 864. “Sr. Profesor Manuel L. Perrusquía...” 6 de noviembre, 1943.

de Cabrera al frente de éstos debió haber influido en su plan de trabajo.

Según Cruz Manjarrez, Cabrera tenía la intención de aprovechar los talleres en las investigaciones que realizaba relacionadas con el magnetismo de los cuerpos para y diamagnéticos, al mismo tiempo que se convirtieran en auxiliares de los trabajos de investigación donde se llevaran a cabo la construcción, adaptación o modificación de aparatos e instrumentos, además que serviría como centro de enseñanza para alumnos de la Facultad e inclusive como centro de formación de mecánicos especializados en la construcción de aparatos científicos [Cruz Manjarrez 1976, 25]. Cabrera también continuó investigando sobre propiedades magnéticas de la materia, inclusive en 1943 presentó un par de trabajos sobre partículas magnéticas elementales en el *Congreso Nacional de Física* y en la *Asamblea Regional de la Sociedad Matemática Mexicana* [Cruz Manjarrez 1976, 23].

En 1944, Sandoval Vallarta solicitó al rector Alfonso Caso la concesión de un salón de los que tenía noticia, desocuparía la *Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas* del Palacio de Minería, para que se instalaran los instrumentos necesarios con el fin de que Cabrera realizara sus experimentos sobre las propiedades magnéticas de la materia, considerando que el *IF* tenía ya a su disposición la mayor parte de estos instrumentos. Cabrera trabajó en el *IF* hasta su muerte en 1945.

No se encontraron más referencias acerca de estos talleres, sin embargo, al igual que el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión, cuando se planearon los espacios que habría de ocupar el *IF* en Ciudad Universitaria, también se consideraron los talleres de Soplado de Vidrio y de Mecánica de Precisión.⁶³

Física Nuclear Experimental

Los investigadores mexicanos participaron en diversas acciones que se llevaron a cabo a nivel internacional para articular una política respecto de los usos pacíficos de la Energía Nuclear. Por ejemplo, Nabor Carrillo fue comisionado en 1946 por el gobierno mexicano para asistir a las pruebas del Atolón de Bikini, que fue la primera explosión nuclear con fines de investigación científica. Por su parte, ese año Sandoval Vallarta fue nombrado presidente de la *Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas*. La necesidad que se estaba creando en el mundo para que los países participantes de

⁶³ AH-UNAM, FUN, sección Secretaría General/Patrimonio Universitario/Inventario, caja 260, exp. 1569. "Ciudad Universitaria de México..." 1952.

la *ONU* comenzaran a articular una línea de investigación al respecto de los usos pacíficos de la Energía Nuclear, tuvo efectos sobre la orientación de las investigaciones que se dieron en el *IF*, sobre todo a partir de la adquisición del generador Van de Graaff. En este sentido, también la política del Buen Vecino que se generó en Estados Unidos, jugó un papel importante en las colaboraciones que se dieron con investigadores de aquel país, en particular con William Buechner.

La adquisición del generador Van de Graaff fue impulsada principalmente por Nabor Carrillo. Este investigador era invitado en los veranos a la *Universidad de Harvard* para impartir un curso de mecánica de suelos. En 1950, en uno de esos viajes, Arthur Casagrande lo presentó con Dennis Robinson [Ramos 2004, 38], quien era gerente de la *High Voltage Engineering Corporation* donde se construían los aceleradores tipo Van de Graaff. En esa ocasión visitó la compañía y los laboratorios donde se hacían investigaciones con ese instrumento, en particular el *Radiation Laboratory* donde trabajaban William Buechner y Robert Van de Graaff [Domínguez 2000, 106]. En consecuencia, como parte del proyecto de Ciudad Universitaria y con la aprobación del Arq. Carlos Lazo, se decidió adquirir el generador Van de Graaff en la compañía que había visitado Carrillo, quien en ese entonces era *Coordinador de la Investigación Científica*. En el proyecto también se consideraba la construcción del Laboratorio de Física Nuclear, edificio donde se instalaría dicho instrumento. Miguel Alemán, entonces presidente de la República Mexicana, apoyó la idea de adquirir el generador, quizá también pensando en los beneficios técnicos y de apoyo económico que se obtendrían con ello.

Cuando se decidió la adquisición del acelerador, el Instituto no contaba con una línea de investigación al respecto, ni con un grupo de investigadores que estuvieran familiarizados con el uso del instrumento. En ese sentido, su adquisición se dio sin una planeación clara acerca de lo que se haría con él. Por ello fue necesario, con el apoyo de diversas instituciones, formar un grupo de investigadores en el área.

William Buechner fue muy importante tanto en la formación de investigadores del Instituto, como en la definición de las investigaciones que se desarrollarían con el instrumento. En septiembre de 1952 envió una carta al entonces rector Nabor Carrillo, titulada “Suggestions regarding for the Van de Graaff Laboratory of the University of México”, en la que señalaba que “la más adecuada técnica experimental para el laboratorio, al margen de la utilización efectiva del generador Van de Graaff, será el empleo de placas de pistas nucleares para la detección de partículas”, además que en lo concreto la

investigación en la UNAM debía concentrarse en los niveles de energía con la reacción (d,n) para estudiar las distribuciones angulares, “particularmente de las reacciones (d,p) y (n,d), donde existen teorías para correlacionar los datos con las propiedades nucleares” [Domínguez 2000, 114]. Buechner también realizó diversas visitas al Instituto donde apoyó los trabajos de investigación, como en 1955 cuando dictó conferencias sobre física nuclear en el Laboratorio Van de Graff.⁶⁴

Fernando Alba Andrade realizó sus estudios profesionales hasta el doctorado en la *FC*; su tesis de licenciatura fue dirigida por Carlos Graef. En 1943, trabajó con Manuel Perrusquía en el diseño del sistema de detectores para la sección de Radiación Cósmica en la parte experimental, y, entre 1948 y 1950, se dedicó a la línea de investigación sobre la Teoría de Birkhoff. En 1952, se le otorgó una beca para aprender a usar el Van de Graaff en el *MIT* con William Buechner. Alba Andrade dirigió la instalación y puesta en operación del Van de Graaff en Ciudad Universitaria. A partir de entonces se dedicó a la Física Nuclear Experimental y al diseño de instrumentos.

Manuel Vázquez Barete fue becado por el Ejército Mexicano en 1950 para cursar la carrera de Físico Teórico y para tomar cursos de Física Nuclear y Elementos de Ingeniería Nuclear en la *FC*. En 1952, fue enviado al *MIT* para tomar un curso de especialización bajo la asesoría de William Buechner, para familiarizarse con el uso del instrumento y con las investigaciones que se realizaban con éste. A partir de entonces se incorporó a la sección de Física Nuclear Experimental en el *IF*.

Por su parte, en 1953, Marcos Mazari también fue al *MIT* como Visiting Fellow, para trabajar con Buechner. Los trabajos que realizó desde su regreso al *IF* en 1954, fueron sobre Física Nuclear Experimental.

También fue necesario contratar tres mecánicos especialistas en instrumentos científicos: Indalecio Gómez, Teodoro Trejo y Luis Soto, así como los electricistas Luis y Juan Velázquez [Domínguez 2000, 108], además de la especialista en emulsiones nucleares, Manuela Garín de Álvarez [Cruz Manjarrez 1976, 46].

⁶⁴ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100, subserie 1/100-7 Consejo de Ciencias, caja 61, exp. 584. “Sr. Dr. Alberto Barajas, Director de la Facultad de Ciencias...” 21 de enero, 1955.

Otro investigador que recibió entrenamiento en el exterior sobre la operación y las investigaciones asociadas con estos instrumentos, fue Leopoldo Nieto Casas, quien obtuvo una beca en 1954 para realizar estudios bajo la dirección de Francis Perrin, Alto Comisionado de Energía Nuclear en Francia⁶⁵. Leopoldo Nieto se había especializado en mecánica de suelos en el *MIT* (1943) y, entre 1950 y 1951, hizo estudios sobre la estructura de las arcillas con la colaboración de técnicos de la *Comisión Nacional del Maíz*. A partir de 1952, se incorporó al grupo que se estaba formando con motivo de la adquisición del Van de Graaff en colaboración con Alba Andrade, en particular sobre el desarrollo de la técnica de detección de partículas cargadas y neutrones con emulsiones fotográficas. También realizaba su trabajo de tesis de licenciatura bajo la dirección de Alba Andrade, que se tituló “Estudio de la reacción $6C12(d,p)6C13$ con tablas para la conversión de datos del sistema de laboratorio al sistema de centro de masas”, investigación que iba de acuerdo con las sugerencias que había dado Buechner sobre el tipo de reacciones que se habrían de estudiar con el instrumento. A su regreso de Francia en 1955, Nieto Casas publicó un artículo en los *Anales del Instituto de Física* titulado “Notas sobre un reactor de uranio natural, D₂O, CO₂” [Nieto 1955, 87] lo cual había sido resultado de sus estudios con Francis Perrin.

La instalación y puesta en operación del acelerador Van de Graaff obligó a que se generaran adaptaciones con respecto a las características de infraestructura locales, además de que se tuvieron que construir algunos equipos complementarios. En 1954, fueron reportados dos trabajos de Alba Andrade, Eduardo Díaz Lozada, Alonso Fernández e I. Gómez, sobre una cámara de vacío y una fuente de ionización de radiofrecuencia. Por su parte Díaz Lozada, Fernández y L. Velázquez trabajaron sobre un sistema estabilizador de potencial para aceleradores de partículas cargadas, lo cual fue publicado en un artículo de la *Revista Mexicana de Física* [Díaz 1954, 115]. I. Gómez, reportó ese mismo año sus resultados sobre sistemas de vacío en el *Primer Congreso Nacional de Física* [Gómez 1954]. Hace falta profundizar acerca de los instrumentos que se construyeron, adaptaron o se adquirieron en relación al generador Van de Graaff, esto mostraría las características locales que tuvo la práctica generada a partir de este instrumento.

A partir de 1954, se publicaron los resultados de las prácticas experimentales efectuadas con el instrumento, que iban de acuerdo con lo sugerido por Buechner a este respecto. Trabajaron en ello Alba

⁶⁵ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/229 Becas, caja 154, exp. 1517. “Rector Nabor Carrillo...” 29 de junio, 1954.

Andrade, quien además era el Jefe del Laboratorio Nuclear, Alonso Fernández, Vinicio Serment, Vázquez Barete, Mazari y Thomas A. Brody. En 1955, Fernández viajó al Laboratorio de Alto Voltaje de la Universidad de Manchester Inglaterra, para especializarse en estado sólido. Por su parte, Mazari, además de participar en estas investigaciones, también trabajó en la construcción de un espectrógrafo de masas para estudios nucleares y, desde 1954, publicó diversos artículos en colaboración con William Buechner [Buechner et. al. 1954] [Buechner et. al. 1955]. Para 1956, las prácticas experimentales que se efectuaron en el Laboratorio Nuclear se diversificaron, en particular destacan los estudios sobre lluvia radiactiva, impulsados por Brody, que se realizaron bajo los auspicios de la *ONU*.

Rayos X y Radioquímica

En 1948 fue creada la sección de rayos X, con motivo de la reorganización en el *IF* que hizo Carlos Graef. De 1948 a 1950, Octavio Cano Corona realizó estudios sobre la estructura cristalográfica de minerales mexicanos,⁶⁶ usando un instrumento de difracción de rayos X que fue adquirido en 1949. En 1951, se tituló en Física con una tesis sobre grupos cristalográficos y método de polvo de difracción de rayos X, además obtuvo una beca de la *Fundacion Rockefeller*, que le fue renovada para el periodo 1952-1953, con la que fue al *Penssylvania State College* para realizar sus estudios de Doctorado con Ray Pepinsky.

A su regreso en 1954 colaboró con los químicos Estela Mendizábal Ruiz y Raúl Cetina Rosado en investigaciones relacionadas con el análisis químico cuantitativo de los componentes de una mezcla por el método de polvos de difracción de rayos X, además de la determinación de los parámetros del dietildito carbonato de sodio y un estudio sobre la estructura y el análisis químico por el espectro fluorescente de rayos X del mineral mexicano llamado guanajuatita. También iniciaron investigaciones relacionadas con las estructuras orgánicas. Cano Corona publicó trabajos en colaboración con Ray Pepinsky [Cano 1955] y participaron juntos en la *Asamblea Conjunta de la American Physical Society y la Sociedad Mexicana de Física*, efectuada en 1955 en Ciudad Universitaria.

La sección de Radioquímica fue creada en 1954, impulsada por el interés que tenía el director del *Instituto de Antropología e Historia*, Alfonso Caso, en crear un laboratorio especializado en la utilización del método del Carbono 14 para la determinación de fechas en muestras arqueológicas

⁶⁶ AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. “Informe que rinde el rector de la UNAM al H. Consejo Universitario”. 1950.

orgánicas. Para ello, ofreció un apoyo por quinientos dólares para la instalación de Laboratorio de Carbono 14, el cual fue instalado y dirigido por Augusto Moreno, que años atrás había estudiado en la *Universidad de Chicago* con William Libby, inventor del método del Carbono 14.

La sección de radioquímica estaría formada por los Laboratorios de Carbono 14 y de Tritio, y tenía como finalidades la determinación radioquímica de isótopos de uso medicinal o relacionados con investigaciones biológico-metabólicas o de nuevas drogas, así como la identificación de estos últimos medicamentos en el organismo humano siguiendo las huellas del carbono radioactivo, además de conocer las posibles ventajas de algunos abonos orgánicos en la agricultura. El laboratorio de tritio de esta sección se usaría fundamentalmente para marcar el agua que circula subterráneamente y seguirle eficientemente la pista. En el laboratorio de Carbono 14 se determinarían fechas en muestras arqueológicas orgánicas [Cruz Manjarrez 1976, 57]. En 1955, Augusto Moreno publicó un artículo en la *Revista Mexicana de Física* sobre la determinación de la edad de una muestra arqueológica [Moreno 1955, 232].

Prácticas teóricas.

Sección de Radiación Cósmica: parte teórica

La parte teórica de la Sección de Radiación Cósmica estuvo formada, desde la creación del *IF* hasta 1943, por Alfredo Baños, Jaime Lifshitz y Héctor Uribe. En esta sección, los trabajos se centraron en el problema de la estabilidad de las órbitas periódicas en la radiación cósmica primaria, considerando la hipótesis de Sandoval Vallarta respecto a que el campo magnético de la Tierra afectaba a los rayos cósmicos de manera similar al movimiento de una partícula cargada en el campo magnético de un dipolo.

Baños había estudiado el Doctorado en Física en el *MIT* sobre aspectos teóricos de la radiación cósmica primaria, bajo la dirección de Sandoval Vallarta. A su regreso en 1938, además de ser nombrado director del *ICFyM* y después del *IF*, se encargó de las investigaciones que se realizaban en el Instituto sobre radiación cósmica primaria. Se dice que la intención de este investigador era dar continuidad a los trabajos que había realizado en el *MIT*. Entre 1938 y 1942 este investigador publicó diversos artículos sobre la teoría de la radiación cósmica primaria, además de reportes con datos obtenidos con

el contador de rayos cósmicos. En 1943, Baños presentó su renuncia a la dirección del *IF* y a partir de entonces, Sandoval Vallarta encabezó las investigaciones en esta parte de la sección de radiación cósmica.

Desde 1938, Lifshitz trabajó en colaboración con Baños sobre las investigaciones teóricas de la radiación cósmica en la *ENCFyM*. En 1942 ya tenía el puesto de investigador de planta en la parte teórica de la sección de Radiación Cósmica⁶⁷ del IF, incluso participó con dos trabajos en el *Congreso Interamericano de Astrofísica* celebrado en México del 17 al 25 de febrero de ese año; ambos trabajos fueron sobre el tema de las órbitas periódicas simétricas en el plano meridiano, en relación con los estudios sobre rayos cósmicos que se realizaban en el IF.⁶⁸ Lifshitz obtuvo una *beca Guggenheim* en 1943, con la cual se fue a realizar estudios con George Birkhoff en la *Universidad de Harvard* y a su regreso en 1945, según lo refiere Cruz Manjarrez, se integró de nuevo a la parte teórica de la sección de radiación cósmica, dedicándose a analizar las órbitas periódicas en el plano ecuatorial de un dipolo, después de lo cual no se encontraron más referencias suyas como parte de los investigadores del IF. Se sabe que entre 1947 y 1950 fue profesor en el *Instituto Tecnológico de Monterrey*, y en 1951 fue nombrado investigador del *Instituto Nacional de la Investigación Científica*. En 1956 retomó sus estudios en radiación cósmica teórica en colaboración con Sandoval Vallarta y Ruth Gall, sin embargo no pudo continuar con esta labor debido a que falleció en 1959.

Uribe es mencionado como investigador de la parte teórica de la sección de radiación cósmica, a partir de 1939. Ese año fue publicado un artículo de Baños, Lifshitz y Uribe en el *Review of Modern Physics*, titulado “Stable periodic orbits in the theory of primary cosmic radiation” [Baños et. al. 1939, 137].⁶⁹ En 1942 presentó su último trabajo sobre radiación cósmica en el *Congreso Interamericano de Astrofísica*, titulado “Descubrimiento y cálculo de una nueva familia de órbitas periódicas simétricas en el plano meridiano” [Uribe 1942]. Uribe trabajó en el *IF* hasta 1943, al igual que Baños.

En 1943, Sandoval Vallarta se integró como investigador del *IF*. A partir de entonces se hizo cargo de las investigaciones en la sección de Radiación Cósmica, sobre todo en la parte teórica. Ésta fue orientada fundamentalmente al estudio de diferentes aspectos de la teoría de la radiación cósmica

⁶⁷ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Asuntos Generales, subserie 1/100-93 Instituto de Física, caja 76, exp. 863. “Lic. Rodolfo Brito Foucher...”. 3 de agosto, 1942.

⁶⁸ AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. “Informe de la Rectoría. 1938-1942”. 1942.

⁶⁹ Idem.

primaria y sobre el problema de una partícula cargada en el campo magnético de un dipolo. Como se dijo antes, en 1943, Marcos Moshinsky se incorporó a la parte teórica de esta sección. Al año siguiente realizó su tesis de licenciatura sobre propagación de una onda plana a través de medios elásticos separados por una superficie cilíndrica, bajo la dirección de Sandoval Vallarta.

Sandoval Vallarta fue integrado a la planta de investigadores del *Instituto de Geofísica* a partir de 1949, siendo director Monges López. Según se refiere en una carta dirigida por el rector Luis Garrido a Sandoval Vallarta en febrero de 1949, este investigador recibiría su pago como investigador titular de carrera por conducto del *Instituto de Geofísica* en vez del *IF*, sin que ello afectara su adscripción al *Instituto de Geofísica*, al *IF* y al *Observatorio Astronómico Nacional*.⁷⁰

Aunque esta línea de investigación se mantuvo vigente en el *IF* durante el periodo que se analiza en esta tesis, es notorio que la participación de los investigadores fue disminuyendo con el paso del tiempo, quedando únicamente Sandoval Vallarta al final de este periodo (véase Anexo). Además hay que considerar que este investigador del *IF* presentó un trabajo sobre radiación cósmica [Sandoval 1952] en la *Asamblea Regional de la Sociedad Mexicana de Física*, celebrada en abril de 1952, después de lo cual no se encontraron más trabajos de investigadores del *IF*, publicados sobre este tema [*Producción Académica del IF 1938-1987*, 1988]. Los estudios en esta dirección fueron trasladados al *Instituto de Geofísica* y fueron dirigidos por Sandoval Vallarta en colaboración con Ruth Gall.

Carlos Graef y la Gravitación de Birkhoff

En abril de 1945, Carlos Graef fue designado director del *IF*, cargo que ocupó hasta 1957, a partir de lo cual se articuló en el *IF* una línea de investigación sobre el tema de la Gravitación de Birkhoff. Graef fue becario de la *Fundación Guggenheim* entre 1937 y 1941, con la cual viajó al *MIT* para realizar su doctorado en Física Teórica bajo la dirección de Sandoval Vallarta, siendo su tesis doctoral sobre un análisis de las órbitas periódicas de la radiación cósmica primaria. El último artículo que Graef publicó sobre el tema de la radiación cósmica fue en 1944, en el *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana*, titulado “Órbitas periódicas de la radiación cósmica primaria” [Fernández y Mondragón 1993, 251].

El acercamiento de Graef a la teoría de Birkhoff se dio durante los años que Graef estuvo en el *MIT*,

⁷⁰ AH-UNAM, FUN, sección Rectoría, serie 1/100 Instituto de Geofísica, caja 81, exp. 961. “Dr. Manuel Sandoval Vallarta...”. 22 de enero, 1949.

siendo George David Birkhoff investigador de la *Universidad de Harvard* y durante la visita que hizo éste a México en 1942 con motivo de la celebración del *Congreso Interamericano de Astrofísica* en Puebla, donde presentó un trabajo titulado “El concepto matemático del tiempo” [Birkhoff 1942], a través del cual “dio a conocer su Teoría de la Gravitación” [Cruz Manjarrez 1976, 16]. Según lo cuenta Alberto Barajas, en 1943 Birkhoff estuvo trabajando en México sobre su teoría con Sandoval Vallarta, Carlos Graef y él [Fernández y Mondragón 1993, 18], de lo cual resultó un artículo que fue publicado en 1944 en el *Physical Review*, titulado “On Birkhoff's new theory of gravitation” [Barajas et. al. 1943, 138], en el que se presentaba una respuesta a las críticas que había hecho el matemático alemán Hermann Weyl a la teoría de la gravitación de Birkhoff y también se señalaban aspectos teóricos y de aplicación de la nueva teoría, en particular lo referente a la solución del problema de dos cuerpos.⁷¹ A partir de esta publicación, el resto de los trabajos de Graef fueron sobre este tema.

Otro investigador del *IF* que se interesó por el trabajo de Birkhoff, fue Jaime Lifshitz. En 1943, Lifshitz obtuvo una *beca Guggenheim*, con la cual fue a la *Universidad de Harvard* para estudiar el doctorado con Birkhoff. Sin embargo, a su regreso en 1945, no trabajó sobre la teoría de Birkhoff, sino que continuó sus trabajos en la parte teórica de la sección de Radiación Cósmica. Después de ese año Lifshitz no es mencionado más como investigador, ya que dejó el Instituto.

El año en que Graef fue nombrado director del Instituto, los investigadores que trabajaban la línea de investigación de la Teoría de Birkhoff eran, además del director, Fernando Alba Andrade sobre campos gravitacionales de cuerpos en rotación y Sandoval Vallarta sobre la comparación de las teorías de relatividad general de Einstein y Birkhoff [Cruz Manjarrez 1976, 29]. Sandoval Vallarta continuó trabajando sobre rayos cósmicos y dejó el Instituto en 1954, mientras que Alba Andrade colaboró de 1948 a 1950 a lado de Alberto Barajas, Antonio Romero y Carlos Graef, en la preparación de un libro de texto sobre la teoría birkhoffiana, en particular acerca de los campos gravitacionales de los cuerpos en rotación.⁷² En 1951, Alba Andrade participó en el *Congreso Científico Mexicano* con un trabajo titulado “Órbitas no-planas de una partícula en el campo de una esfera en rotación” [Alba 1951] y a partir del año siguiente, debido a la adquisición del generador Van de Graaff en el Instituto, se dedicó a formarse y a realizar investigaciones relacionadas con física nuclear experimental.

⁷¹ Barajas, Alberto, G.D. Birkhoff, Carlos Graef y Manuel Sandoval Vallarta. “On Birkhoff's new theory of gravitation”. *Physical Review*. Vol. 66, Núm. 5 y 6, 1-15 de septiembre, 1944. pp. 138-143.

⁷² AH-UNAM, FMU, sección Rectoría. “Informe que rinde el rector de la UNAM al H. Consejo Universitario”. 1950.

Otro investigador del *IF* que colaboró en la línea de investigación sobre gravitación de Birkhoff fue Antonio Romero Juárez. La primera referencia a este investigador como miembro del *IF* es de 1943, año en que participó en el *Congreso Nacional de Física* con un trabajo sobre el electrón [Romero 1943] y en la *Primera Asamblea Regional de la Sociedad Matemática Mexicana* con otro titulado “La propagación de ondas de amplitud finita en la atmósfera” [Romero 1943]. Según Cruz Manjarrez, en 1945 Romero Juárez trabajaba sobre los temas de viscosidad en fluidos, propagación de ondas de amplitud finita y fenómenos de resonancia en sistemas no lineales [Cruz Manjarrez 1976, 29]. Sus trabajos sobre teoría de la gravitación de Birkhoff comenzaron en 1946, año en el que publicó un artículo en el *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana*, sobre el movimiento lunar en la Teoría de Birkhoff [Romero 1946, 13]. Al igual que Alba Andrade, de 1948 a 1950, Romero Juárez colaboró en la preparación del libro de texto sobre la teoría birkhoffiana. En 1950, presentó un trabajo sobre radiación cósmica en la reunión de la *American Physical Society*, en colaboración con Juan de Oyarzábal, C. Gómez y Francisco Medina [Gómez et. al. 1950], después de lo cual no se encontraron más referencias suyas como investigador del *IF*.

Al tiempo que Graef, Barajas, Alba Andrade y Romero Juárez se dedicaban a preparar el libro de texto sobre la teoría birkhoffiana, Fernando Enrique Prieto Calderón y Moshinsky también realizaron trabajos en relación a esta teoría, en particular sobre las órbitas posibles de partículas en el campo gravitacional conforme a la Teoría de Birkhoff y sobre el campo gravitacional de Birkhoff con un campo electromagnético, respectivamente.⁷³ Prieto Calderón solo participó en esta línea de investigación en ese periodo, ya que desde 1948 también estudiaba el espectro emitido por un átomo neutralizado con mesotrones en vez de electrones y después de 1952 todos sus trabajos fueron en relación a los estudios que se realizaban en el *IF* sobre Física Nuclear Teórica. Moshinsky trabajó sobre aspectos de la Teoría de Birkhoff de 1948 a 1950, este último año publicó un artículo en el *Physical Review*, titulado “On the interactions of Birkhoff's gravitational field with the electromagnetic and pair fields” [Moshinsky 1950, 514]. En 1951, Moshinsky recibió una beca para estudiar Física Nuclear Teórica en la *Universidad de Princeton*, tema al que se dedicó desde su regreso al *IF*.

⁷³ Idem..

A pesar de que desde 1948 en el *IF* existía la sección de Gravitación y que con Graef en la dirección se dio un importante impulso a los estudios sobre la Teoría de Birkhoff, a partir de 1952 el único que publicaba trabajos en relación a ese tema era Graef, aunque fundamentalmente en publicaciones nacionales, como la *Revista Mexicana de Física* [Fernández y Mondragón 1993, 10]. Esto puede haberse debido a que en el mundo la Teoría de Birkhoff no había sido recibida con mucho entusiasmo, pues la teoría de Gravitación de Albert Einstein ya había causado suficiente consenso entre la comunidad científica como para que se buscara otra alternativa. Por otra parte, a principios de los años cincuenta, el Instituto comenzó a enfocar sus investigaciones hacia la Física Nuclear, situación que se volvió crítica en 1952, cuando se decidió adquirir el generador Van de Graaff y una parte importante de sus investigadores se dedicaron a partir de entonces a esta área, incluyendo aquellos que habían trabajado sobre la Teoría de Birkhoff.

Según Cruz Manjarrez, en 1954 se estableció un observatorio de Gravitación en el Pabellón Van de Graaff de Ciudad Universitaria. Se trataba de una sala construida especialmente con ese propósito, al norte del jardín de las radiaciones y contaba con seis mesas de cimentación profunda, un Gravímetro “Askania” tipo G11, péndulos de precisión y otros gravímetros tipo “orden” [Cruz Manjarrez 1976, 58]. No se encontraron referencias acerca de los trabajos que se realizaron en dicho observatorio, aunque se cuenta con evidencia fotográfica de la construcción de este lugar.

Como muestra la información recabada sobre la gravitación de Birkhoff en el *IF*, no hubo una participación sistemática de un grupo de investigadores en este tema, con excepción de Graef. Fundamentalmente, se tienen registros de que sólo entre 1948 y 1950 se realizaron estudios sobre este tema, después de lo cual aquellos que habían trabajado en ello se movieron a otras prácticas que se estaban desarrollando en el instituto. En este sentido, se puede afirmar que la gravitación de Birkhoff fue una línea de investigación personal de Carlos Graef, más que una práctica científica del instituto.

Marcos Moshinsky y la física nuclear teórica

Moshinsky había trabajado en la sección de Radiación Cósmica y en la de Gravitación, antes de que en 1951 obtuviera una beca de la *Allen Muwn Fellowship in Physics* para estudiar el doctorado en Física Nuclear Teórica en la *Universidad de Princeton*, bajo la dirección de John Wheeler y Eugene Wigner.

A partir de 1952, se articuló un grupo de investigación sobre distintos aspectos teóricos de la física nuclear, cuyos miembros formaron parte, desde 1954, de la sección de Física Nuclear Teórica del Instituto. El grupo era dirigido por Moshinsky y contaba entre sus miembros a Francisco Medina Nicolau, Juan Manuel Lozano, Fernando Enrique Prieto Calderón, Alejandro Medina Melendez, Juan de Oyarzábal, Ignacio Renero y Alfonso Mondragón.

Lozano y Medina Nicolau estudiaron la licenciatura en Física Teórica en la *FC*. En 1950 ambos se incorporaron al *IF* como ayudantes de investigación para el futuro Laboratorio Van de Graaff. A partir de 1952, publicaron artículos sobre Física Nuclear Teórica, incorporándose a la sección correspondiente. Moshinsky asesoró las tesis de ambas personas, con las cuales se titularon en 1953. Por su parte, en 1956, Medina Nicolau fue al *Instituto Neils Bohr* en Copenhagen para realizar sus estudios de doctorado en Física Nuclear Teórica.

Oyarzábal trabajó, entre 1943 y 1950, en la sección de Radiación Cósmica en la parte experimental, realizando cálculos estadísticos en relación con las medidas tomadas con el contador de rayos cósmicos instalado en el *IF*, entre otros trabajos sobre el tema de la radiación cósmica primaria. A partir de 1951, se incorporó a la sección de Física Nuclear Teórica.

En 1948, Alejandro Medina Melendez dirigió la tesis de licenciatura de Prieto Calderón. Entre 1948 y 1950, Prieto Calderón realizó trabajos sobre el espectro emitido por un átomo normal neutralizado con mesotrones, además de describir las órbitas posibles de partículas en el campo gravitacional conforme la teoría de Birkhoff. En 1952, presentó un trabajo en la *Asamblea Regional de la Sociedad Mexicana de Física*, en colaboración con Oyarzábal, sobre cálculos del factor de utilización térmica de una pila heterogénea [Oyarzábal y Prieto 1952], además publicó tres artículos en la *Revista Mexicana de Física* en relación a los momentos anómalos de los nucleones [Prieto 1952]. Entre 1954 y 1955, Prieto Calderón realizó estudios en colaboración con Alejandro Medina, sobre reactores heterogéneos con reflector, además de aspectos teóricos del campo de la ecuación de Bhabha.

Según Cruz Manjarrez, en 1952 Ignacio Renero era investigador de la sección de Física Nuclear Experimental del *IF* y en 1954 realizó estudios sobre propiedades analíticas de la matriz *S* en el caso de

las fuerzas coulombianas, en la sección de Física Nuclear Teórica. En 1955, se tituló con una tesis dirigida por Moshinsky, titulada “Dispersión por un potencial dependiente de la velocidad”.

Por su parte, en 1954 Alfonso Mondragón presentó un trabajo en el *Congreso Nacional de Física*, sobre problemas de estabilidad de sistemas en mecánica cuántica [Mondragón 1954]. En 1955, se tituló con la tesis “Dispersión elástica de neutrones por protones en el caso de fuerzas dependientes de la velocidad”, la cual fue dirigida por Moshinsky.

Moshinsky se convirtió en un personaje fundamental del Instituto tanto por los estudios que realizaba (bastaría revisar la cantidad de artículos que publicó entre 1954 y 1955), que tuvieron reconocimiento a nivel internacional, como por el grupo de investigación que dirigía y por la formación de estudiantes, lo cual se muestra a través de las tesis que dirigió. En 1951, dirigió la tesis de Octavio Cano Corona sobre difracción de Rayos X; este investigador se dedicaba a hacer estudios en esta área desde 1948 y formó parte de la sección de Rayos X del Instituto a partir de ese año. Las tesis que dirigió Moshinsky de Lozano (1953), Medina Nicolau (1953), Luis Estrada (1955), Renero (1955) y Mondragón Ballesteros (1955) estaban relacionadas con los estudios de física nuclear teórica.

CONCLUSIONES

Después de revisar los documentos consultados en el *AH-UNAM*, pude identificar las prácticas teóricas, experimentales e instrumentales que se desarrollaron en el *IF* entre 1939 y 1955. Identifiqué como prácticas teóricas, principalmente, radiación cósmica y física nuclear. El caso de la gravitación de Birkhoff no fue una práctica sino una línea de investigación de Carlos Graef. Las principales prácticas experimentales que se observan durante todo el periodo fueron radiación cósmica y física nuclear experimental, sin embargo hay que considerar las actividades que se desarrollaron en el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión y en las secciones de Rayos X y de Radioquímica, que fueron establecidas en 1948 y 1954, respectivamente. Las prácticas instrumentales se desarrollaron, principalmente, en los laboratorios y talleres instalados en el *IF*: en la Estación de Rayos Cósmicos, en el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión, en los talleres mecánico y de soplado de vidrio, y en el Laboratorio Van de Graaff. Sobre estas últimas prácticas, cabe señalar que en la investigación que realicé no encontré suficiente información con respecto a los instrumentos que se construyeron, adquirieron o donaron en el *IF*. Por ello, solo es posible hablar, de manera general, de las actividades que implicaron el uso de instrumentos.

Las prácticas instrumentales y experimentales que encontré y clasifiqué, fueron las siguientes:

Radiación cósmica

Identifico a la radiación cósmica como una práctica instrumental y experimental, ya que se construyó un contador de rayos cósmicos, se diseñaron instrumentos complementarios y se usaron métodos fotográficos. La práctica se enriqueció y fortaleció a partir de la colaboración de investigadores e instituciones estadounidenses. Los trabajos con este instrumento dieron sentido a parte importante de las labores del *IF* sobre todo entre 1939 y 1944, después de lo cual se enfocaron a otras líneas de investigación, siendo crítico a partir de 1952, cuando gran parte del personal del instituto se dedicó a las investigaciones en física nuclear.

Mecánica de suelos

No consideraré como práctica experimental las actividades desarrolladas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, debido al poco tiempo que perteneció al *IF* y que su ubicación fue independiente de dicho instituto, es una práctica de la ingeniería, pero no de la física. El establecimiento del Laboratorio de

Mecánica de suelos fue producto de un compromiso internacional celebrado con la *Universidad de Harvard* (1939). El laboratorio fue dedicado a estudios de investigación relacionados con problemas locales de cimentación. La sección y el Laboratorio de Mecánica de Suelos formaron parte del *IF* por un corto periodo de tiempo, ya que alrededor de 1942 fueron integrados a la *Escuela Nacional de Ingeniería*.

Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión y talleres mecánico y de soplado de vidrio

Consideraré las actividades desarrolladas en el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión como práctica instrumental porque, como declaración de intenciones, se señala que sería utilizado como una oficina de estandarización, donde se calibraran y estandarizaran las medidas con instrumentos, mientras que para los talleres se pretendía que se construyeran aparatos de precisión que habrían de utilizarse en problemas de investigación científica del *IF* y de los demás institutos de la universidad, además de formar técnicos especializados. El establecimiento del laboratorio y los talleres fue posible con la donación que hizo la *Fundación Rockefeller* con ese propósito. Sin embargo, no se sabe con precisión las actividades que se realizaron en el laboratorio ni qué instrumentos se adaptaron, modificaron o construyeron en los talleres, aunque hay evidencia de que aún eran parte del *IF* cuando se planeó Ciudad Universitaria.

Como práctica experimental, aunque falta evidencia, hay que considerar que Blas Cabrera fue el encargado de ambos sitios hasta su muerte en 1945. Este investigador, según se encontró, realizó trabajos experimentales sobre propiedades magnéticas de la materia, sin embargo el tiempo que dedicó a estos trabajos fue muy poco debido a su muerte.

Laboratorio Van de Graaff

Con la adquisición del generador Van de Graaff en 1952, se estableció una nueva práctica asociada a este instrumento, con la cual ningún investigador del *IF* estaba familiarizado. La práctica experimental e instrumental, generada alrededor de este instrumento, fue a través de la formación y entrenamiento de un grupo de físicos mexicanos por William Buechner en el *MIT*. Buechner fue altamente influyente en la determinación de las investigaciones que se harían con el instrumento. En esta sección también se contaba con técnicos e investigadores que se encargaban de la construcción y adaptación de instrumentos.

Rayos X

La sección de Rayos X desde su creación en 1948 fue destinada a estudios en relación con la estructura cristalográfica de minerales mexicanos. En 1951, Octavio Cano Corona, encargado de dicha sección, estudió en el *Pennsylvania State College* y a su regreso al *IF* en 1954, encabezó los trabajos en la misma sección haciendo uso de las técnicas que había aprendido con Ray Pepinsky en dicha institución. No se tiene suficiente información sobre esta sección del instituto, en particular respecto de los instrumentos y los trabajos que se realizaron, además que se desarrolló, fundamentalmente, al final del periodo que analizo.

Radioquímica

Es interesante señalar que las prácticas experimentales de la sección de Radioquímica están relacionadas con una necesidad de la arqueología mexicana. Incluso, la instalación de los laboratorios asociados a esta sección, fue posible gracias a la donación económica que hizo Alfonso Caso, director del *Instituto de Antropología e Historia*. La sección estaba formada por los Laboratorios de Carbono 14 y de Tritio, y fue dirigida por Augusto Moreno. Como en el caso de la sección de rayos X, estos laboratorios fueron instalados al final del periodo que estudio.

En el establecimiento de prácticas teóricas en el *IF*, fue importante el contacto que se tuvo, a través de estudios superiores en instituciones de ese país o bien por los viajes que realizaron algunos de esos investigadores para promover sus líneas de investigación, con investigadores de los Estados Unidos. Los investigadores del *IF* que promovieron el desarrollo de prácticas teóricas fueron Manuel Sandoval Vallarta sobre radiación cósmica y Marcos Moshinsky sobre física nuclear. En ambos casos, las prácticas teóricas estuvieron relacionadas con las prácticas experimentales e instrumentales.

En las prácticas mencionadas destaca la participación que tuvieron instituciones estadounidenses, ya sea mediante donaciones, convenios o el otorgamiento de becas a investigadores que tendrían un papel fundamental en el desarrollo de esas prácticas a su regreso al instituto. También se encontró que algunos investigadores de aquel país mantuvieron una relación importante con investigadores mexicanos y que fueron influyentes en la determinación de las investigaciones que se desarrollaron en el instituto. Ésto muestra que hubo una norteamericanización de las prácticas de la física en México, sin

que por ello esta influencia las caracterize en su totalidad pues en este trabajo se encontraron aspectos locales que también determinaron las prácticas que identifiqué.

No obstante, hace falta detallar problemas que aquí sólo se señalan superficialmente. Hay muchas preguntas abiertas. Por ejemplo, en relación a la práctica instrumental y experimental que se generó alrededor del acelerador Van de Graaff, habría que buscar más información en otros archivos para entender cómo es que se crea la necesidad de adquirir un instrumento como ese, quiénes participaron desde el exterior y el interior, tanto en la adquisición como en la formación de personal, las investigaciones que se realizaron y los diferentes instrumentos que se construyeron en ese contexto. El papel de las fundaciones filantrópicas en la generación de prácticas, es otro tema por detallar, habría que trabajar sobre la intencionalidad subyacente a las donaciones y las becas que ofrecieron en favor de instituciones y científicos mexicanos, como sucedió en el caso de la formación de la profesión médica. También hace falta profundizar sobre las distintas prácticas que se tuvieron, con todo lo que ello implica, a través de los artículos de investigación publicados por los investigadores del *IF*.

Sin embargo, el presente trabajo aporta un primer acercamiento al estudio de la conformación de las prácticas científicas en el *IF*. En general, se puede concluir que es importante estudiar la historia, en este caso del *IF*, para entender cómo se ha desarrollado una parte de la investigación científica en nuestro país.

ANEXO: TABLA AÑO-INVESTIGADOR-SECCIÓN

La siguiente tabla muestra los investigadores que trabajaban en las distintas secciones del *IF*, en el periodo 1938-1955. Esta información fue obtenida de los documentos extraídos del *AH-UNAM*, así como de las fuentes secundarias que se consultaron. En algunos casos se encontró el nombre de los investigadores, sin que se detallaran las actividades que realizaban, por ello algunos de los que se enlistan a continuación no tienen una sección asignada. De igual manera se encontraron referencias de la existencia de alguna sección, sin que se señalara quiénes trabajaban en éstas.

Año	Puesto	Nombre	Sección
1938	Director	Alfredo Baños	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Jaime Lifshitz Gaj	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Ayudante de investigador		<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Ayudante de investigación		<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
1939	Director	Alfredo Baños	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Investigador	Héctor Uribe Martínez	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Jaime Lifshitz Gaj	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Investigador	Manuel Perrusquía	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
	3 ayudantes		<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
	Investigador	Manuel González Hernández	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos</i>
	Ayudante		<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos</i>
	Ayudante de investigador	Pedro Zuloaga	
		José Hernández Prieto	
1940	Director	Alfredo Baños	<i>Radiación Cósmica (teórica) (experimental)</i>
		Héctor Uribe Martínez	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Manuel Perrusquía	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
	Ayudante de investigador	Fernando Alba Andrade	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Manuel González Hernández	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos</i>
	Ayudante		<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos</i>
	Investigador Honorario	Ricardo Monges López	
			<i>Geofísica</i>
1941	Director	Alfredo Baños	<i>Radiación Cósmica (teórica) (experimental)</i>
		Jaime Lifshitz Gaj	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Leopoldo Nieto Casas	
			<i>Mecánica de Suelos</i>
			<i>Geofísica</i>

1942	Director	Alfredo Baños	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i> <i>Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión</i>
	Investigador	Héctor Uribe Martínez	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Investigador	Jaime Lifshitz Gaj	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Investigador	Manuel Perrusquía	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i> <i>Laboratorio de electrónica</i>
	Ayudante de investigador	Marcos Moshinsky	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i> <i>Laboratorio de electrónica</i>
	Jefe de investigación Encargado de los talleres	Blas Cabrera	<i>Propiedades de la materia</i> <i>Taller de soplado de vidrio</i> <i>Taller mecánico</i> <i>Laboratorio de Medidas Físicas</i>
		Pedro Carrasco	<i>Laboratorio de Espectroscopía y óptica geométrica</i>
1943	Director	Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Héctor Uribe Martínez	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Marcos Moshinsky	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Encargado Administrativo	Manuel Perrusquía	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
	Ayudante de investigador	Juan Hefferan	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
			<i>Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión</i> <i>Taller Mecánico</i> <i>Taller de soplado de vidrio</i>
		Blas Cabrera	
		Jaime Lifshitz Gaj	<i>Gravitación</i>
		Antonio Romero Juárez	
1944	Director	Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Encargado Administrativo	Manuel Perrusquía	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Blas Cabrera	<i>Laboratorio de Magnetismo</i>
1945	Director	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Gravitación</i>
		Jaime Lifshitz Gaj	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Blas Cabrera	<i>Laboratorio de Magnetismo</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Mecánica de Suelos</i>
		Antonio Romero Juárez	
		Manuela Garín de Alvarez	
1946	Director	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Antonio Romero Juárez	<i>Gravitación</i>
	Jefe de experimentos	Eduardo Díaz Lozada	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i> <i>Observatorio de Radiación Cósmica</i> <i>Laboratorio de Medidas Eléctricas</i> <i>Laboratorio de Magnetismo</i> <i>Laboratorio de óptica y espectrografía</i> <i>Taller</i>
		Octavio Cano Corona	
	Ayudante	Consuelo Gómez Noriega	
1947	Director	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Marcos Moshinsky	
		Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>

		Manuel Perrusquía	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
1948	Director	Carlos Graef	<i>Gravitación, Ecuaciones Diferenciales</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Gravitación</i>
		Antonio Romero Juárez	<i>Gravitación</i>
		Marcos Moshinsky	<i>Gravitación</i>
		Fernando Enrique Prieto Calderón	<i>Gravitación, Física Nuclear</i>
	Auxiliar de investigación	Eduardo Díaz Lozada	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Consuelo Gómez Noriega	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Rayos X, Vibraciones y estructuras</i>
		Octavio Cano Corona	<i>Rayos X</i>
		Enriqueta González Baz	
1949	Director	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Gravitación</i>
		Antonio Romero Juárez	<i>Gravitación</i>
		Marcos Moshinsky	<i>Gravitación</i>
		Fernando Enrique Prieto Calderón	<i>Gravitación, Física Nuclear</i>
	Auxiliar de investigación	Eduardo Díaz Lozada	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Consuelo Gómez Noriega	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Rayos X, Vibraciones y estructuras</i>
		Octavio Cano Corona	<i>Rayos X</i>
		Enriqueta González Baz	
		Antonio Romero Juárez	
1950	Director Investigador de carrera	Carlos Graef	<i>Gravitación, Ecuaciones Diferenciales</i>
		Fernando Enrique Prieto Calderón	<i>Gravitación</i>
		Antonio Romero Juárez	<i>Gravitación</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Gravitación Laboratorio Van de Graaff</i>
		Marcos Moshinsky	<i>Gravitación Laboratorio Van de Graaff</i>
	Ayudante de investigación	Juan Manuel Lozano Mejía	<i>Laboratorio Van de Graaff</i>
	Ayudante de investigación	Francisco Medina Nicolau	<i>Laboratorio Van de Graaff</i>
	Investigador de Carrera	Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
	Investigador	Manuel Perrusquía	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
	Auxiliar de investigación	Eduardo Díaz Lozada	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Consuelo Gómez Noriega	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Radiación Cósmica (experimental)</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Rayos X,</i>

		Octavio Cano Corona	<i>Vibraciones y estructuras</i>
	Auxiliar	Luis Soto	<i>Rayos X</i>
	Auxiliar	Teodoro Trejo	
	Auxiliar	Indalecio Gómez	
		Enriqueta González Baz	
1951	Director Investigadora de carrera	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Fernando Alba Andrade	
		Marcos Moshinsky	
		Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Octavio Cano Corona	<i>Rayos X</i>
1952	Director Investigador de carrera	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Octavio Cano Corona	<i>Rayos X</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Marcos Mazari	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Manuel Vázquez Barete	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Ignacio Renero	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Alonso Fernández	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Auxiliar de investigación	Vinicio Serment	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Auxiliar de investigación	Manuela Garín de Alvarez	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Juan Manuel Lozano Mejía	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Francisco Medina Nicolau	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Física Nuclear Teórica</i>
1953	Director Investigador de carrera	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
	Investigador de Carrera	Manuel Sandoval Vallarta	<i>Radiación Cósmica (teórica)</i>
		Octavio Cano Corona	<i>Rayos X</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Marcos Mazari	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Manuel Vázquez Barete	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Ignacio Renero	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Alonso Fernández	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Auxiliar de investigación	Vinicio Serment	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Auxiliar de investigación	Manuela Garín de Alvarez	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Marcos Moshinsky	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Juan Manuel Lozano Mejía	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Francisco Medina Nicolau	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Ariel Tejera	
		Alejandro Medina Melendez	
			<i>Relatividad</i>
			<i>Electromagnetismo</i>
			<i>Mecánica</i>

			<i>Termodinámica</i>
			<i>Cristalografía</i>
			<i>Física Aplicada</i>
			<i>Física Experimental</i>
1954	Director Investigador de carrera	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Marcos Mazari	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Manuel Vázquez Barete	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Alonso Fernández	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Auxiliar de investigación	Vinicio Serment	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Enriqueta González Baz	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Eduardo Díaz Lozada	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Thomas A. Brody	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		I. Gómez	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Marcos Moshinsky	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Juan Manuel Lozano Mejía	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Francisco Medina Nicolau	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Fernando Enrique Prieto Calderón	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Alejandro Medina Melendez	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Ignacio Renero	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Luis Estrada Martínez	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Alfonso Mondragón Ballesteros	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Octavio Cano Corona	<i>Rayos X</i>
		Estela Mendizábal Ruiz	<i>Rayos X</i>
		Raúl Cetina Rosado	<i>Rayos X</i>
		Augusto Moreno Moreno	<i>Radioquímica</i>
1955	Director Investigador de carrera	Carlos Graef	<i>Gravitación</i>
		Fernando Alba Andrade	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Marcos Mazari	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Investigador	Manuel Vázquez Barete	<i>Física Nuclear Experimental</i>
	Auxiliar de investigación	Vinicio Serment	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Enriqueta González Baz	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Leopoldo Nieto Casas	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Eduardo Díaz Lozada	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Thomas A. Brody	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		I. Gómez	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Ariel Tejera	<i>Física Nuclear Experimental</i>
		Marcos Moshinsky	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Juan Manuel Lozano Mejía	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Francisco Medina Nicolau	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Juan de Oyarzábal	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Fernando Enrique Prieto Calderón	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Alejandro Medina Melendez	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Ignacio Renero	<i>Física Nuclear Teórica</i>
		Luis Estrada Martínez	<i>Física Nuclear Teórica</i>

	Alfonso Mondragón Ballesteros	<i>Física Nuclear Teórica</i>
	Octavio Cano Corona	<i>Rayos X</i>
	Augusto Moreno Moreno	<i>Radioquímica</i>
	Alonso Fernández	<i>Estado sólido</i>
	Roberto Domínguez Burguete	
	Virgilio Beltrán López	
	Ignacio Castro Vilchis	

REFERENCIAS

- Manuel Sandoval Vallarta. Homenaje.* México, Instituto Nacional de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana, 1987.
- Producción Académica del Instituto de Física, 1938-1987.* México, Instituto de Física UNAM, 1988.
- Alba Andrade, Fernando. “Órbitas no-planas en el campo de una esfera en rotación”. Trabajo presentado en el *Congreso Científico Mexicano*, Distrito Federal, México, 1951.
- Azuela, Luz Fernanda y José Luis Talancón. *Contracorriente: la historia de la energía nuclear en México, 1945-1995.* México, Centro de Enseñanza para Extranjeros UNAM, 1999.
- Baños, Alfredo. *Temas selectos de Física Atómica.* México, Sociedad Editora de Apuntes UNM, 1941.
- Baños, Alfredo. “On the fundamental principles underlying the theory of cosmic radiation”. *Journal of the Franklin Institute* 227 (1939): 623-645.
- Baños, Alfredo. “La órbita circular periódica en la teoría de la radiación cósmica”. *Ingeniería XII* (1938): 252-261.
- Baños, Alfredo. “Cálculo de las órbitas periódicas en la teoría de la radiación cósmica”. *Ingeniería XIII* (1939): 133-146.
- Baños, Alfredo, Héctor Uribe y Jaime Lifshitz. “Stable periodic orbits in the Theory of Primary Cosmic Radiation”. *Reviews of Modern Physics* 11 (1939): 137-148.
- Barajas, Alberto, George D. Birkhoff, Carlos Graef y Manuel Sandoval Vallarta. “On Birkhoff's New Theory of Gravitation”. *Physical Review* 66 (1944): 138-143.
- Barona, Joseph Lluís. *Ciencia e Historia. Debates y tendencias en la historiografía de la ciencia.* España, Seminari d'Estudis sobre la Ciència, 1994.
- Birkhoff, George D. “El concepto matemático del tiempo”. Trabajo presentado en el *XVII Congreso Interamericano de Astrofísica*, Puebla, México, 17-25 de febrero 1942.
- Buechner, William, C. P. Browne, H. Enge, M. Mazari y C. D. Buntschuh. “Magnetic spectrograph for nuclear desintegrations studies”. *Physical Review* 95 (1954): 609.
- Buechner, William, Marcos Mazari y A. Sperduto. “Magnetic spectrographic measurements on the Al^{27} (d, p) Al^{28} reaction”. *Physical Review* 101 (1955): 188.
- Camarena Ocampo, Mario y Lourdes Villafuerte García. *Los andamios del historiador. Construcción y tratamiento de fuentes.* México, Archivo General de la Nación INAH, 2001.

- Cano Corona, Octavio y Ray Pepinsky. “eferente a las limitaciones actuales en los productos orgánicos naturales”. Trabajo presentado en la *Asamblea Conjunta de la Sociedad Mexicana de Física y de la American Physical Society*, Distrito Federal, México, agosto 1955.
- Cepeda Flores, Francisco Javier. *El prometeo en México: raíces y desarrollo de la Facultad de Ciencias de la UNAM*. México, Universidad Autónoma de Coahuila, 2006.
- Christie, J. R. R. “The Development of the History of Modern Science”, en: R. Olby, G. N. Cantor, J. R. R. Christie y M. J. S. Hudge (eds), *Companion to the History of Modern Science*. Londres, Routledge, 1990.
- Cruz Manjarrez, Héctor. *Reseña Histórica del Instituto de Física*, primera etapa: 1938-1953. México, Instituto de Física UNAM, 1976.
- Cruz Manjarrez, Héctor. *Reseña Histórica del Instituto de Física*, segunda etapa: 1954-1970. México, Instituto de Física UNAM, 1976.
- Díaz Lozada, Eduardo, Alosó Fernández y L. Velázquez. “Un sistema estabilizador de potencial para aceleradores de partículas cargadas”. *Revista Mexicana de Física* 3 (1954): 115.
- Domínguez Martínez, Raúl. *Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963*. México, CESU UNAM y Plaza y Valdés Editores, 2000.
- Fernández Chapou, José Luis y Alfonso Mondragón Ballesteros. *Obra Científica. Carlos Graef Fernández*. México, UAM, 1993.
- Galison, Peter. *Image and Logic. A material culture of Microphysics*. Chicago, University of Chicago, 1997.
- García Colín, Leopoldo. “El desarrollo de la Física en México visto desde afuera del centro de masa”. *Revista Mexicana de Física* 28 (1982): 285-293.
- Gómez, C., Juan de Oyarzábal, Francisco Medina y Antonio Romero. “On the albedo of cosmic radiation”. Trabajo presentado en la reunión de la *American Physical Society*, Distrito Federal, México, 1950.
- Gómez, I. “Sistemas de vacío”. Trabajo presentado en el *Primer Congreso Nacional de Física*, Guadalajara, Jalisco, septiembre 1954.
- Lamaître, George y Manuel Sandoval Vallarta. “On Compton's latitude effect of cosmic radiation”. *Physical Review* 43 (1933): 87-91.
- Martínez, Sergio F. *Geografía de las prácticas científicas*. México, UNAM, 2003.

- Mondragón, Alfonso. “Consideraciones sobre la estabilidad de sistemas de mecánica cuántica”. Trabajo presentado en el *Primer Congreso Nacional de Física*, Guadalajara, México, septiembre 1954.
- Moreno, Augusto. “Determinación de la edad de la muestra SP 2 Tamaulipas, Méx. S.M. Canyon Infiernillo Tm. C 248, 7 Culture Early Portales”. *Revista Mexicana de Física* 4 (1955): 232.
- Moshinsky, Marcos. “On the interactions of Birkhoff's gravitational field with the electromagnetic and pair fields”. *Physical Review* 80 (1950): 514-519.
- Nieto Casas, Leopoldo. “Notas sobre un reactor de Uranio Natural D_2O , CO_2 ”. *Anales del Instituto de Física* 1 (1955): 87-94.
- Oyarzábal, Juan de. “Polarization of vacuum by meson fields”. Trabajo presentado en la reunión de la *American Physical Society*, Distrito Federal, México, 1950.
- Oyarzábal, Juan de y Fernando Enrique Prieto Calderón. “Cálculo del factor de utilización térmica en una pila heterogénea”. Trabajo presentado en la *Primera Asamblea Regional de la Sociedad Mexicana de Física*, Querétaro, México, abril 1952.
- Prieto Calderón, Fernando Enrique. “Los momentos magnéticos anómalos de los nucleones I”. *Revista Mexicana de Física* 1 (1952): 127.
- Prieto Calderón, Fernando Enrique. “Los momentos magnéticos anómalos de los nucleones II”. *Revista Mexicana de Física* 1 (1952): 165.
- Prieto Calderón, Fernando Enrique. “Los momentos magnéticos anómalos de los nucleones III”. *Revista Mexicana de Física* 1 (1952): 182.
- Ramos Lara, María de la Paz (comp.) *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas*. México, UNAM, 2004.
- Romero Juárez, Antonio. “El electrón”. Trabajo presentado en el *Primer Congreso Nacional de Física*, Puebla, México, 1943.
- Romero Juárez, Antonio. “La propagación de ondas de amplitud finita en la atmósfera”. Trabajo presentado en la *Primera Asamblea Regional de la Sociedad Matemática Mexicana*, Morelos, México, 25-28 de noviembre 1943.
- Romero Juárez, Antonio. “El movimiento lunar en la teoría de Birkhoff”. *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana* 3 (1946): 13.
- Semat, Henry. *Introduction to atomic physics*. New York, Farrar & rinehart, 1939.

- Sandoval Vallarta, Manuel. “El aspecto de la radiación cósmica primaria deducida de la componente de neutrones”. Trabajo presentado en la *Primera Asamblea Regional de la Sociedad Mexicana de Física*, Querétaro, México, abril 1952.
- Sandoval Vallarta, Manuel. “Don Manuel Sandoval Vallarta”. Conferencia sustentada en el *Congreso de la Sociedad Mexicana de Física*, Morelia, México, 17 de noviembre 1972.
- Uribe, Héctor. “ Descubrimiento y cálculo de una nueva familia de órbitas periódicas simétricas en el plano meridiano”. Trabajo presnetado en el *XVII Congreso Interamericano de Astrofísica*, Puebla, México, 17-25 de febrero 1942.
- Villafuerte Bazán, Gustavo (coordinador). *Guía general del Archivo Histórico de la UNAM*. México, CESU UNAM, 1998.