

## Figuras y entidades pioneras de la física en México

M. de la Paz Ramos Lara

*Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México  
Torre II de Humanidades, 6to piso, Ciudad Universitaria*

*e-mail: ramoslm@unam.mx*

Received 10 February 2015; accepted 30 June 2015

Este artículo examina las condiciones adversas que enfrentaron algunos intelectuales para profesionalizar e institucionalizar la investigación científica en el campo de la física en México. Las entidades pioneras fueron la Facultad de Ciencias y el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El trabajo está especialmente dedicado a los inicios del segundo, el cual delineó las pautas a seguir de la investigación científica universitaria y se posicionó como una institución fundamental en el desarrollo de la física a nivel nacional.

*Descriptor:* Instituto de Física de la UNAM; profesionalización de la física; historia de la física y la educación en México; historia de la ciencia y la tecnología.

This paper examines the adverse conditions faced by some intellectuals to professionalize and institutionalize the scientific research in the field of physics in Mexico. The pioneering institutions were the Faculty of Sciences and the Institute of Physics at the National Autonomous University of Mexico. The work is especially dedicated to the beginning of the second one, which marked the canons of the university scientific research and positioned itself as a fundamental institution in the development of physical sciences nationwide.

*Keywords:* Institute of Physics (UNAM); professionalization of physics; history of physics and education in Mexico; history of science and technology.

PACS: 01.65.+g; 01.75.+m; 01.78.+p

### 1. Introducción

Gracias a la Autonomía Universitaria concedida por la ley orgánica de 1929 a la actual Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Ricardo Monges López logró eludir la condición de vulnerabilidad que padecía la ciencia al depender directamente de un gobierno políticamente inestable-incapaz de mantener proyectos de largo alcance- y cegado respecto al valor que para una nación representa el fomento de la ciencia básica. Su intervención en la organización de la universidad fue determinante para legitimar la ciencia como parte fundamental de sus funciones. El proceso mismo le demandó el establecimiento de varias instituciones, como la Facultad de Ciencias, el Instituto de Física, el Instituto de Geofísica, la Coordinación de la Investigación Científica y el Consejo Técnico de la Investigación Científica, entre otras. El Instituto de Física, segundo establecido en la UNAM después del de Geografía, fue el primero con la misión de trabajar en la frontera del conocimiento, sin descuidar los problemas nacionales de su competencia.

El objetivo de este trabajo es mostrar el gran esfuerzo que realizaron algunos personajes para, en medio de un contexto desfavorable, crear las condiciones adecuadas para que México se insertara en el mundo de la ciencia con el establecimiento tanto de su primera carrera de ciencias físicas como de su respectivo organismo de investigación. Si bien Justo Sierra empezó el proyecto, Monges López lo materializó - con la ayuda de científicos jóvenes- y lo llevó a cabo con tal solidez que tanto la Facultad de Ciencias como el Instituto de Física se posicionaron a nivel nacional como las instituciones fundamentales en el despegue de la física en México.

La información relativa a los orígenes de la Facultad de Ciencias se publicó recientemente en la Revista *Ciencias<sup>i</sup>*, por lo que ahora me enfocaré un poco más en el Instituto de Física, el cual, a pesar de disponer de un exiguo presupuesto durante sus primeros años de vida académica, fue escalando hasta ocupar un lugar preponderante en la Máxima Casa de Estudios (el segundo lugar en las últimas cinco décadas), en tanto que a nivel nacional llegó a posicionarse como un organismo ejemplar y de gran trascendencia para el desarrollo de su campo.

#### Antecedentes

En el siglo XVIII, el desarrollo de la física en México estuvo acotado primordialmente por los requerimientos técnicos de la industria minera, donde Nueva España estaba a la cabeza en la producción de plata en el mundo. Durante el siglo XIX, una vez consumada la Independencia de México, la ciencia fue impulsada, con un enfoque utilitario, por el sector gubernamental para explorar, organizar y modernizar, en la medida de lo posible, un país en crisis. Su principal promotor fue el Ministerio de Fomento, Colonización, Industria y Comercio, el cual creó varias instituciones científicas para resolver algunos de los problemas que aquejaban a la nación. Entre las de ciencias exactas se encuentran: el Observatorio Astronómico Nacional (OAN), el Observatorio Meteorológico Central, el Observatorio Astronómico Central y el Instituto Geológico Nacional (IGN).

Los fundadores de dichos organismos egresaron de la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI) -heredera de la tradición del célebre Real Seminario de Minería, cuna de las ciencias

en México-, la academia de ingeniería más importante del país<sup>ii</sup>. De su seno surgieron, también, los principales promotores de la profesionalización y de la institucionalización de la investigación en física y matemáticas del país en los albores del siglo XX: Sotero Prieto Rodríguez, Ricardo Monges López, Alfonso Nápoles Gándara, Valentín Gama y Cruz, Joaquín Gallo Monterrubio, Carlos Graef Fernández, Nabor Carrillo Flores y Alberto Barajas Celis, principalmente.

Algunas de las instituciones decimonónicas ocasionalmente se alejaban de la línea gubernamental para emprender proyectos científicos de carácter internacional, sin embargo, era difícil mantenerlos dado que sus tareas principales divergían de los objetivos de la ciencia de frontera. Además, el contexto social y cultural en México no era propicio para la ciencia básica, porque para garantizar la permanencia de los programas de investigación era indispensable que el organismo se dedicara enteramente a la ciencia como parte de sus obligaciones esenciales y se le asegurara un presupuesto permanente. Del mismo modo requería tener la posibilidad de conformarse de personal calificado, lo cual demandaba la creación de, por lo menos, una institución dedicada a realizar esa labor educativa y de investigación. Sus horizontes se verían aún más ensanchados si estuviera encargada de coordinar las tareas de investigación de los institutos existentes.

Esa brillante idea fue presentada por Justo Sierra en 1881 ante la Cámara de Diputados. La institución propuesta fue la Escuela Nacional de Altos Estudios (ENAE), la cúspide de la educación en México, *los altos estudios*. Su misión incluía la creación de todas aquellas profesiones de las que carecía el país, como: matemáticas, física, química, biología, filosofía, historia, letras, sociología, economía, ciencias políticas, psicología y antropología, entre otras. Aunado a ello, debía capacitar a profesores de secundaria en esos campos ante la creciente demanda educativa de ese nivel, y se procuraría la contratación de personal especializado para impartir algunas de las materias afines en un nivel superior al profesional.

Para la subsistencia de esa escuela se requería de protección institucional especial, relativamente alejada del sector gubernamental, para evitar distracciones de sus metas más sublimes. Fue así que Justo Sierra decidió fundar la Universidad Nacional de México (UNM), donde al lado de las escuelas de educación superior y media superior más sobresalientes de la época se incorporaría la ENAE y las instituciones de investigación ya existentes para trabajar conjunta y estrechamente<sup>iii</sup>. Este plan institucional preliminar fue rechazado por parte de la Cámara de Diputados, al considerar que aún no era oportuno, pues el país carecía de una educación sólida en los niveles previos.

Ante la negativa, Justo Sierra tomó la respuesta como un reto propuesto por los legisladores y emprendió el camino para fortalecer la educación desde el nivel más bajo hasta el superior, de tal manera que se vieron favorecidas las escuelas que se integraron a su proyecto de Universidad. En 1910, como Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, el ideólogo campechano aprovechó las suntuosas y solemnes fiestas de conmemoración del centenario de la Independencia de la

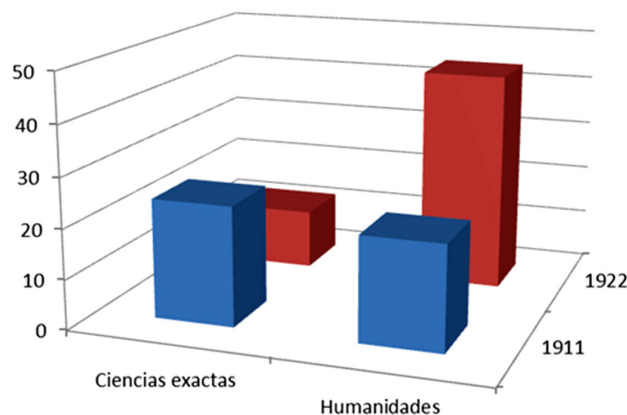
nación para incluir en ellas la fundación tanto de la ENAE como de la UNM, las cuales tuvieron lugar el 18 y 22 de septiembre, respectivamente<sup>iv</sup>.

Dos años antes, se había formado la comisión encargada de organizar la nueva escuela, la ENAE. Un proyecto sumamente difícil por los estragos que en el entorno cultural habían dejado las guerras internas y las invasiones extranjeras en el siglo XIX, donde se perdió cerca de la mitad del territorio. Tengamos presente que, en 1867, con el triunfo de la facción liberal y, particularmente, durante el periodo del Porfiriato, el país empezaba a experimentar un crecimiento económico, basado en la apertura desmedida a la inversión extranjera. La entrada de empresarios de diversas nacionalidades ansiosos de instalar sus industrias y de explotar los recursos naturales y humanos del territorio incidió negativamente no sólo en el ámbito educativo, sino también en el científico y tecnológico. En cuanto a la ciencia, se promovió su lado utilitario, de acuerdo a los lineamientos gubernamentales, descuidando la investigación básica.

Las grandes corporaciones foráneas instalaron sus empresas con la tecnología de punta de la época, sustentada en los sorprendentes avances de la física, la química y las matemáticas y con asombrosas aplicaciones que transformaron la industria decimonónica. Esta riqueza de conocimientos no estaba disponible para el personal calificado nacional, debido a que los empresarios actuaban con libertad en sus políticas de contratación, donde se concedían los cargos de mayor relevancia a expertos de otros países, como los de gestión empresarial, científica y tecnológica. Estas medidas discriminatorias propiciaron que descendiera alarmantemente la matrícula de las carreras de ingeniería basadas en la física, las matemáticas y la química, tales como ingeniero electricista, ingeniero mecánico (o ingeniero industrial) e ingeniero geógrafo. A su vez afectó al ingeniero de minas, al topógrafo y al ensayador. La única que sobrevivía dignamente era la ingeniería civil.

Este enfoque económico comenzó a vulnerar a la ENI y, por ende, a todos aquellos programas estrechamente asociados a las ciencias exactas. El daño fue tal que de siete carreras que ofrecía, dos desaparecieron con el paso de los años<sup>v</sup>, dos más fueron fusionadas con el fin de mantenerlas<sup>vi</sup>, la ingeniería de minas y el topógrafo apenas se sostenían y, la única que crecía era la ingeniería civil. Por consecuencia, esta última se colocó como la ingeniería más importante del país durante la mayor parte del siglo XX. A esto debemos que los principales promotores de la física se concentraran en la ciudad de México y su formación fuera como ingenieros civiles. Por la misma razón, la mayoría de los primeros estudiantes de física estuvieron previamente matriculados en esa carrera y posteriormente tramitaron su cambio a física.

He dispuesto esta digresión histórica para señalar que la dependencia científica y tecnológica, que tuvo lugar en los últimos años del siglo XIX, afectó severamente a varios campos del conocimiento. El de ingeniería que correspondía a física y matemáticas, y el de farmacéutica que concernía a la química, por mostrar un par de ejemplos. Ninguno de los dos



GRÁFICA 1. Número de cursos propuestos en 1911 y 1922 en la ENAE para las secciones de ciencias exactas y humanidades. (Fuente: Elaboración propia<sup>viii</sup>.)

dos gremios nacionales consiguió competir con las empresas extranjeras. En estas circunstancias, varios fueron los cursos de física, química y matemáticas a los que se les dificultaba su permanencia por falta de alumnos en las carreras anteriormente mencionadas, de suerte que pocas eran las posibilidades de contribuir en el proceso de innovación tecnológica, y casi nulas sus expectativas de incursionar en la ciencia de frontera.

El escenario era gris para las ciencias exactas en la ENAE. Ríspidas fueron las primeras reuniones de trabajo, producto de críticas de algunos de los miembros que tenían claridad respecto al sombrío panorama científico nacional y se oponían contundentemente a un programa educativo de altos estudios y de investigación de frontera cuando el país presentaba un alto índice de analfabetismo. La situación se estabilizó al salir los integrantes opositores, pero la organización de la escuela expresaba tantas dificultades como anhelos por dar vida a un buen número de campos, tanto de las ciencias exactas y naturales como de las ciencias sociales y humanas.

Finalmente, la ENAE abrió sus puertas sin contar con planes de estudios completamente organizados y su situación se complicó aún más con el inicio de la Revolución Mexicana, por ser la única dependencia porfiriana de la universidad. Ante dicha situación, resulta notable reparar en que el programa preliminar de estudios favorecía las ciencias exactas respecto de las demás, como se muestra en la gráfica 1. Sin embargo, lejos de las entusiastas aspiraciones de sus autoridades, el contexto continuaba siendo desfavorable como para iniciar su desarrollo, por lo que algunos de sus promotores, un poco decepcionados, buscaron otras opciones fuera de la escuela.

Uno de ellos fue el químico jalisciense Salvador Agraz (formado en Francia y Alemania), quien después de impartir la clase *Introducción al estudio de la alta química* en dicha escuela decidió crear la Escuela Nacional de Industrias Químicas (ENIQ), en 1915, bajo los auspicios de la Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes. Sin embargo, la secretaría fue cerrada por la crisis política que vivía el país y su alternativa, tal como lo había previsto Justo Sierra, fue buscar el amparo de la UNM, quien la aceptó en 1917<sup>vii</sup>.

Lo mismo haría Ricardo Monges López años más tarde, aunque él apelaría, directamente, a la protección de otra instancia universitaria, la ENI, y desde ahí trabajaría arduamente en la reorganización de su alma máter, posicionando a la ciencia como su actividad primordial, como se verá más adelante.

## 2. La Facultad de Ciencias y el Instituto de Física construidas sobre la plataforma de dos gemas de la ciencia: la ENAE y la ENI

La ENAE se consolidó como *El crisol de la ciencia en México*. Representó un espacio excepcional para promover la ciencia en el país, un lugar donde se mezclaron las aspiraciones y afanes de aquellos científicos y académicos que buscaban profesionalizar sus campos de interés y fundar las instituciones de investigación correspondientes. Su esencia, fundamentada en el amor por la ciencia, atrajo a los que en un futuro serían los primeros directores de instituciones científicas: Alfonso L. Herrera, de la Dirección de Estudios Biológicos; Isaac Ochoterena, del Instituto de Biología; Salvador Agraz, de la ENIQ; Adolfo P. Castañares, de la Facultad de Química y Farmacia (de la cual sería también director Ricardo Caturegli); Alfredo Baños Jr., del Instituto de Física; Alfonso Nápoles Gándara, del Instituto de Matemáticas y Ricardo Monges López, de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Geofísica. Igualmente podemos mencionar a Valentín Gama y Joaquín Gallo, ambos directores del OAN.

Como mostré en la gráfica 1, la ENAE se estructuró rápidamente en el área de humanidades y, en consecuencia, en 1924 fue transformada en tres instituciones; una de ellas, evidentemente, fue la Facultad de Filosofía y Letras (FFyL)<sup>ix</sup>. No obstante su especialización en humanidades, sus autoridades conservaron la Sección de Ciencias, con los campos de biología, física y matemáticas, e incluso les dieron estructura de estudios de posgrado, pero sólo la biología despuntó rápidamente. Física y matemáticas continuaban en declive pese a los enormes esfuerzos del ingeniero Sotero Prieto -padre de las matemáticas en México- y de algunos profesores que le auxiliaban, como Nápoles Gándara, Valentín Gama y Joaquín Gallo.

En ese estado desolador se incorporó el ingeniero civil Ricardo Monges López, quien años atrás había viajado por Estados Unidos y Europa presenciando los avances espectaculares tanto del conocimiento científico como de sus aplicaciones, los cuales incidían vigorosamente en la modernización del sector industrial y de las sociedades mismas. En sus primeros años como académico y funcionario vivió los conflictos estudiantiles al interior de la universidad, entre cuyas demandas se encontraba la autonomía universitaria. Monges López aprovechó que esa victoria conducía inevitablemente a una reestructuración profunda de la universidad, y desde el máximo órgano de gobierno, empezó a proponer la creación de los estudios de física y de matemáticas, que incluían un instituto de investigación.

Escuela donde se impartía (año de inicio)	Profesiones	Institutos (año de inicio)
Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas (1935)	<b>Matemáticas</b>	Instituto de Matemáticas (1942)
Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas (1935)	<b>Física</b>	Instituto de Física (1938)
Facultad de Ciencias (1938)	<b>Astronomía</b>	Observatorio Astronómico Nacional (1878)
Facultad de Filosofía y Letras	<b>Biología</b>	Instituto de Biología (1888)
Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas (1936)	<b>Geología</b>	Instituto de Geología (1882)
Facultad de Filosofía y Letras	<b>Geografía</b>	Instituto de Geografía (1933)
Escuela Nacional de Ciencias Químicas (1915)	<b>Química</b>	Instituto de Química (1941)

CUADRO 1. Infraestructura científica existente (azul) respecto a la que se tenía que instituir (rosa) en el proyecto de Facultad de Ciencias de Monges López. (Fuente: Elaboración propia.)

Desde esos modestos objetivos posicionó a la ciencia en general (no sólo las ciencias físicas) como el quehacer primordial de la Máxima Casa de Estudios. La audacia y determinación con la que materializó sus propósitos es digna de admiración, pues implicó convencer a la comunidad académica universitaria del valor de la ciencia en una época en que el gobierno mexicano requería de estudios técnicos y de innovaciones tecnológicas para enfrentar la nacionalización del petróleo y de la red ferroviaria.

Desde que Ricardo Monges López se incorporó a la UNM se interesó por participar en la ENAE, pero no obtuvo la respuesta esperada, así que decidió recurrir a la ENI, columna vertebral de la ciencia en México por más de dos siglos y por lo que se le reconoce como “La primera casa de las ciencias en México”, la cual sobresalió por contar con el mayor número de cursos de física y matemáticas y los de mayor nivel del país. él sabía que podía aprovechar tanto las extraordinarias instalaciones del Palacio de Minería como un vasto número de sus cursos para iniciar su plan de estudios, y sólo complementaría con materias especializadas en física y matemáticas. Para estas últimas contó con la valiosa colaboración de algunos de los jóvenes y entusiastas discípulos de Sotero Prieto, quienes estaban dispuestos a prepararse de manera autodidacta para impartir materias nuevas. Sobresalieron las materias de matemáticas y dos personajes que más adelante serían cruciales en el desarrollo de la física en México: Carlos Graef Fernández y Nabor Carrillo Flores, a quienes Monges López apoyaría para realizar sus posgrados en el extranjero, ya que desde esos años los visualizaba como los futuros directores de las instancias que él pretendía establecer.

En 1935, gracias a su destreza en la diplomacia, Monges López consiguió que las autoridades universitarias le aprobaran la creación del Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas (DCFyM)<sup>x</sup>, mismo que transformó al año siguiente en Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas (ENCFyM). Asimismo, sus aspiraciones fueron en aumento y en 1938 consiguió el establecimiento tanto del primer instituto de investigación científica de la UNAM, el Instituto de Ciencias Físico Matemáticas (ICFyM), como de la Facultad de Ciencias. Antes de éste, en 1933 se abrió el Instituto de Investigaciones Geográficas (IIG) pero no con la idea de contribuir en el conocimiento científico. Más bien sus metas se redefinieron hacia esa dirección, debido a la fundación del



GRÁFICA 2. Presupuesto de egresos de algunas instituciones de la UNAM, para los meses de septiembre a diciembre de 1938 (en pesos). (Fuente: Elaboración propia<sup>xii</sup>.)

ICFyM, el cual, de cierta manera, delineaba las normas universitarias de la actividad científica de frontera.

Respecto a los presupuestos iniciales de las instituciones de Monges López, comprensiblemente se encontraban entre los más bajos de la universidad, como se señala en la gráfica 2.

Ninguna de ellas contaba con espacios propios, así que para fundar la Facultad de Ciencias, Monges López tuvo que buscar el respaldo de otros directores, pues su objetivo era integrar todas las carreras científicas de la universidad (algunas de las cuales estaban adscritas a otras facultades o escuelas) y que cada una de ellas tuviera un instituto de investigación asociado<sup>xiii</sup>. Para 1938, el único instituto que no tenía carrera era el OAN, así que abrió los estudios de astronomía<sup>xiii</sup>. Por otro lado, el Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas se dividió en dos: en el Instituto de Física y en el Instituto de Matemáticas. Con ello había estudios que no tenían instituto, como química y matemáticas, por lo que se gestionó su creación, y las condiciones para su apertura sólo fueron propicias hasta 1941 y 1942, respectivamente (ver cuadro 1).

Una vez aprobados los proyectos de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Física, se dedicó a gestionar las instancias que propuso años antes: la Coordinación de la Investigación Científica (CIC) y el Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC), finalmente creados en la Ley Orgánica de 1945. Además se anexó la Coordinación de Humanidades (CH) y el Consejo Técnico de Humanidades (CTH), cuyo presupuesto y crecimiento fue inferior al de su homóloga. No obstante la Facultad de Ciencias no logró mantenerse de acuerdo a la planeación inicial (pues algunas carreras cambiaron su adscripción); le favoreció que la mayor parte

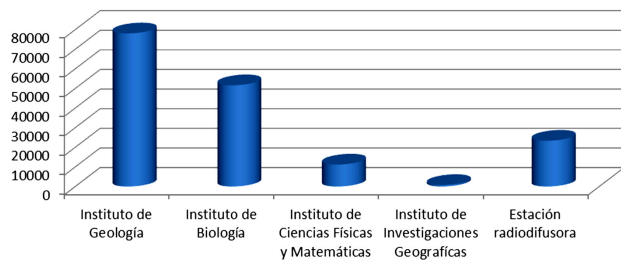
siguió en el ala de la investigación científica, dando cohesión a la ciencia en el marco legislativo universitario. Cabe añadir que, a nivel nacional, también se estableció la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), la cual derivaría en el actual Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

El mayor organizador de la ciencia en México, como se le ha reconocido acertadamente a Monges López, elaboró un programa universitario asombroso donde el quehacer científico ha ocupado (y continúa haciéndolo) un lugar excepcional en la UNAM. Evidentes son las diferencias entre la estructura universitaria que existía cuando se incorporó como académico, respecto a la que quedó plasmada en la Ley Orgánica de 1945. Al principio eran escuelas e institutos agrupados de forma independiente pero en 1945 se había conformado un sistema científico que regía la dinámica de las instancias incorporadas, y se complementó con uno de humanidades para integrar las restantes.

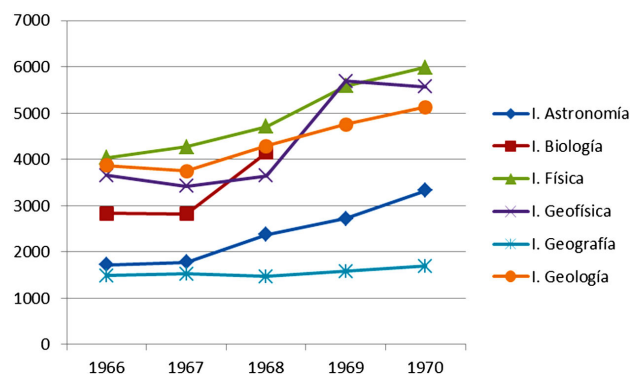
### 3. El Instituto de Física, piedra angular de la física en México

Si bien es cierto que una de las victorias de la autonomía fue la incorporación de tres organismos de investigación -los institutos de Biología y Geología, y el OAN-, el primer instituto creado bajo el amparo universitario para realizar investigación científica fue el Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas en 1938<sup>xv</sup>. Al dividirse y posponerse la fundación del de Matemáticas, el Instituto de Física se posicionó como el primero creado en la UNAM para desarrollar proyectos de investigación básica, y el primero en su campo de especialización en México<sup>xv</sup>. De iniciar con uno de los presupuestos más bajos, entre 1966 y 1970 llegó a ocupar uno de los primeros lugares -la mayor parte del tiempo. No encontré datos para el Instituto de Ingeniería en este periodo, sin embargo, es probable que sea el tiempo en que se apuntaló en la cúspide. En la gráfica 3 se nota cómo en los inicios del Instituto de Física hasta la estación radiodifusora superaba sus ingresos, y en la gráfica 4, los momentos en que alcanzó la cima, en el periodo del rectorado de Javier Barros Sierra<sup>xvi</sup>.

Como lo proyectó y dispuso Monges López, Alfredo Baños Jr. fue nombrado director del instituto. él era un joven ingeniero egresado de la Universidad de Texas, con doctora-



GRÁFICA 3. Presupuesto de emergencia de la UNAM elaborado para los últimos cuatro meses de 1938 (en pesos). (Fuente: Elaboración propia<sup>xviii</sup>.)



GRÁFICA 4. Presupuesto de los Institutos de la CIC de 1966-1970 (en miles de pesos). (Fuente: Elaboración propia<sup>xviii</sup>.)

do en ingeniería por la Universidad Johns Hopkins. Al llegar a la capital mexicana se incorporó como profesor de la ENI y algunas veces de la ENAE<sup>xx</sup>, donde conoció a Monges López, quien lo alentó para estudiar un doctorado en física en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) bajo la dirección de Manuel Sandoval Vallarta, primer físico mexicano de renombre mundial. Aceptó la iniciativa y, al concluir el posgrado, se reincorporó a la universidad como director del instituto y se le asignó un cuarto -de 8x8 m aproximadamente- en el Palacio de Minería, donde tenía algunos aparatos para desarrollar investigación en torno a los rayos cósmicos.

Como centro de investigación tenía la misión de fomentar el desarrollo de la física, para lo cual debía establecer proyectos de colaboración internacionales con instituciones de otros países. Al mismo tiempo funcionaría como un laboratorio central, con la idea tanto de coordinar otros organismos universitarios de investigación científica, como para prestar sus servicios a las dependencias federales que lo requirieran. No obstante el plan inicial consideraba varias líneas de investigación<sup>xx</sup>, al cerrarse la de mecánica de suelos en 1942, el campo de los rayos cósmicos se convirtió en el soporte principal de las investigaciones hasta la década de los años cincuenta.

Esta orientación peculiar se debió a la influencia que mantuvo Sandoval Vallarta en la universidad. En esos años, era una figura de renombre internacional debido a su contribución en los rayos cósmicos, incluso se ha afirmado que estuvo nominado al Premio Nobel. En particular, Monges López sostuvo una relación estrecha con él años antes de crear los estudios de física y de matemáticas. Ciertamente aprovechó su fama mundial para convencer a las autoridades universitarias de la importancia que tenía para el país el contar con carreras e institutos de investigación en dichos campos. La prensa capitalina de esos años conserva sus notas periodísticas -y de sus colaboradores- donde subrayaba que los mexicanos tenían la capacidad de contribuir en el conocimiento de la ciencia de frontera si contaran con las instituciones adecuadas.

Además de sus estrategias de sensibilización en favor de la ciencia, solía invitar a don Manuel a colaborar en las rees-

tructuraciones de la universidad. Su presencia era apreciada e incluso se le otorgó algún nombramiento, a pesar de que radicaba en Estados Unidos<sup>xxi</sup>. El respaldo de éste y las habilidades diplomáticas de Monges López fueron decisivos para la creación de los estudios de física y matemáticas en 1935. En adelante, Sandoval Vallarta tendría mayores recursos para contribuir en el desarrollo de la física, y lo haría desde su campo. Así, el primer convenio que tuvo la Facultad de Ciencias con el MIT y la Universidad de Chicago fue para investigar los rayos cósmicos, para lo cual se instaló un laboratorio en la azotea del Palacio de Minería.

Como Sandoval Vallarta solía pasar sus vacaciones en México, también dictaba charlas en la Facultad de Ciencias y en la Academia Mexicana de Ciencias Antonio Alzate - la asociación científica más reconocida de la época- y que llegó a presidir Monges López. De igual manera, colaboraron algunos de sus prestigiados amigos, uno que otro galardonado con el premio Nobel, quienes ocasionalmente visitaban México y aceptaban platicar con la comunidad académica sobre sus investigaciones. Asimismo, Monges, decidido a crear centros de investigación, comprendió la relevancia de enviar estudiantes al MIT para realizar su posgrado bajo la dirección de don Manuel, y también a otras universidades del extranjero.

Así desde el MIT, Sandoval Vallarta se convirtió en una figura trascendental en los inicios del desarrollo de las ciencias físicas en México. A él recurrieron algunos personajes para solicitar su apoyo en diversos ámbitos, por ejemplo, Joaquín Gallo, director del OAN, cuando necesitó adquirir aparatos e instrumentos astronómicos; Luis Enrique Erro quien le solicitó su cooperación para comprar el equipo necesario para instalar el Observatorio de Tonantzintla (fundado en 1942). La misma física austriaca Marietta Blau, cuando se incorporó al Instituto Politécnico Nacional (IPN), le envió una carta para preguntar sobre las posibilidades que había en el Instituto de Física para que ella trabajara en física nuclear, y su respuesta fue que se dirigiera con Baños.

La opinión y participación de Sandoval Vallarta fue fundamental en la organización de los primeros congresos nacionales e internacionales que sobre ciencias físicas se llevaron a cabo en México. Entre ellos podemos mencionar el XVII Congreso Iberoamericano de Astrofísica y el I Congreso Nacional de Física, organizados en Puebla en 1942 y 1943, respectivamente<sup>xxii</sup>. A él recurrían los físicos invitados a dichos eventos para obtener información sobre el programa del congreso, el clima de la ciudad, los hoteles disponibles, las líneas aéreas, etcétera. ésos fueron los años en que la comunidad académica internacional veía al Instituto de Física de la UNAM con él como una identidad.

La consolidación de las instituciones creadas por Monges López, a diferencia de los esfuerzos de Sotero Prieto, tuvo lugar en cuestión de años. Para la década de los años cuarenta presentaban resultados sobresalientes y oportunos para el desarrollo tanto de la Facultad como del Instituto. Un acontecimiento significativo fue la graduación de los primeros físicos: Fernando Alba Andrade en 1943 y Marcos Moshinsky

Borodiansky en 1944, bajo la dirección de Graef y Sandoval Vallarta, respectivamente. Ambos fervientes promotores de la física en México, sin embargo el segundo se convertiría en el físico más famoso del instituto y el más citado, que colocaría al Instituto de Física (y por lo tanto a México) en el plano mundial por sus contribuciones en física teórica, haciéndose acreedor a un gran número de reconocimientos nacionales e internacionales.

Asimismo, Alba y Moshinsky fueron personajes trascendentales en los inicios de la física. El primero encontró mecanismos para enviar a jóvenes al extranjero para realizar estudios o especializaciones y se esforzó por contar con los medios apropiados para construir en nuestro país el equipo técnico necesario, hecho por el cual fortaleció el taller mecánico y algunos laboratorios, que más adelante se independizarían del Instituto, como nuevos centros de investigación. El segundo tuvo una participación decisiva en la Facultad de Ciencias como docente y en la graduación de físicos que, además de realizar su labor científica, dirigirían y crearían nuevas instituciones de investigación<sup>xxiii</sup>; de igual manera, su dedicación en la construcción de una infraestructura académica sólida, como fue el inicio y fortalecimiento de la *Revista Mexicana de Física* y de la Academia de la Investigación Científica (hoy Academia Mexicana de Ciencias). También organizó en la UNAM eventos internacionales que pusieron en contacto a los jóvenes mexicanos con distinguidos científicos de la época, como fue la Escuela de Verano efectuada en 1956 y de la cual se derivó la Escuela Latinoamericana de Física (ELAF) que continúa hoy en día; por mencionar sólo algunas de sus aportaciones.

Otros acontecimientos favorables para el desarrollo de la física en esos años fue la llegada de físicos exiliados<sup>xxiv</sup>, las estancias cortas de algunos físicos connotados de otros países<sup>xxv</sup>, la reorganización y el funcionamiento de las seis secciones del instituto<sup>xxvi</sup>, la llegada de Moshinsky después de realizar estudios en el extranjero, el ingreso de la primer mujer y de varios estudiantes de física<sup>xxvii</sup>, la aprobación de la Ley Orgánica de la UNAM que ponía en funciones a la CIC y el CTIC; la renuncia de Sandoval Vallarta al MIT para radicar en México, la conclusión de estudios de posgrado en el extranjero de jóvenes colaboradores de Monges López como Carlos Graef y Nabor Carrillo, la creación de la CICIC, la fundación del Observatorio Astronómico de Tonantzintla; la creación de la Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas (1943) -de vida efímera- y la celebración del primer Congreso Nacional de Física, entre muchas otras.

A raíz de que Manuel Sandoval Vallarta se mudó a la ciudad de México, su popularidad rebasó el ámbito confinado a la comunidad de física y se posicionó en el centro del desarrollo de la ciencia en México, especialmente por presidir la CICIC<sup>xxviii</sup>. Además, su prestigio aumentó considerablemente al recibir una amplia variedad de nombramientos, como por ejemplo subsecretario de la Secretaría de Educación Pública, director del IPN, miembro del Colegio Nacional y de la Junta de Gobierno de la UNAM entre otras distinciones. Tantas funciones disminuyeron su productividad científica,

sin embargo, ahora era reputado por estar encargado del desarrollo de la ciencia a nivel nacional y manejar los recursos destinados a ello. él tenía la capacidad de apoyar económicamente proyectos de investigación, becar estudiantes en el extranjero, pagar los gastos de profesores visitantes, subsidiar revistas científicas (entre ellas la revista *Ciencia*), comprar equipo e instrumental científico, contribuir en la organización de congresos nacionales e internacionales, etcétera.

Por otro lado, así como en su tiempo la ENAE estuvo en el centro de la actividad científica, en la década de los cuarentas lo fue la CICIC. Por su importancia, en 1951 fue transformada en el Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC) y en 1970 en el Conacyt. A ella se acercaron profesores y científicos deseosos de promover la ciencia en México, la mayoría figuras de gran talento como Arturo Rosenblueth, Marietta Blau, Nabor Carrillo, Manuel Cerrillo, José Zoza-ya, Fernando Orozco, Ezequiel Ordoñez y el mismo Monges López, por mencionar algunos de los que participaron en sus inicios.

La influencia que llegó a tener Sandoval Vallarta en las esferas académica y política, le facilitó el camino para impulsar mecanismos que promovieran aún más el desarrollo de las ciencias físicas en el país, con lo cual se favoreció al Instituto de Física. De la misma forma estaba interesado en que la física tuviera espacios académicos sólidos en otros estados de la República Mexicana. Por ello, en enero de 1943, creó la primera asociación científica para congregar a todos aquellos amantes de la física, la Sociedad Mexicana de Ciencias Físicas, presidida por él mismo (Baños fungió como vicepresidente). En este ambiente animoso por la física se organizó, como ya se mencionó, el primer congreso de los físicos.

No obstante, en esta época de gran ascenso y exacerbación académico por la física, se produjo un incidente poco afortunado. Se difundió una acusación de plagio en contra de Baños con una amarga ventilación a través de la prensa, que lo orilló a renunciar a su cargo y a dejar el país. El suceso congeló el entusiasmo de la comunidad académica y, para dar continuidad a lo ya emprendido, algunos integrantes se unieron a las actividades de la de matemáticas. Así, el mismo año, pocos meses después de que desapareciera la de física, se fundó la Sociedad Matemática Mexicana, donde los físicos asistían a sus reuniones anuales.

El periodo de entumecimiento se desvaneció siete años después. Carlos Graef ocupaba la dirección del Instituto de Física (desde 1945 y después de que Sandoval Vallarta estuvo como interino), cuando se creó la segunda sociedad, la actual Sociedad Mexicana de Física (en 1950) ocupando él mismo la presidencia, al igual que en la Sociedad Mexicana de Estudios de Radioisótopos (1957)<sup>xxix</sup>. Asimismo inició la *Revista Mexicana de Física* en 1952 a cargo de Moshinsky y el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* (SMF) en 1956. Se restablecieron los congresos nacionales de física con la participación de prácticamente todos los investigadores del Instituto de Física y se programaron las asambleas conjuntas de las sociedades mexicana y americana de física. Para esos

años, Sandoval Vallarta había dejado el instituto y se había mudado al Instituto de Geofísica.

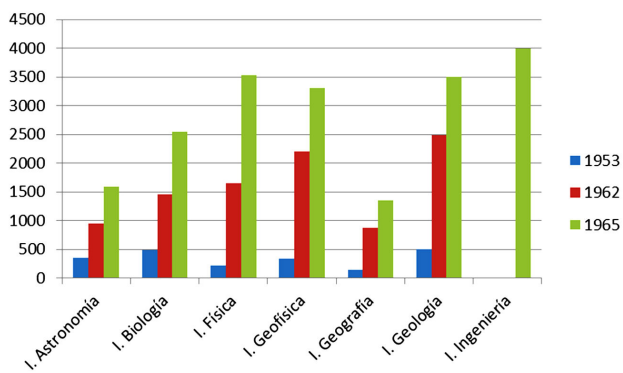
Posteriormente, el entusiasmo por la física se intensificó ante el advenimiento de la construcción de un campus universitario en el sur de la ciudad de México. Por fin, la comunidad académica tendría instalaciones propias y espaciosas. Sin lugar a dudas, la influencia de los amigos entrañables Carrillo (coordinador de la CIC), Graef (director del Instituto de Física) y Barajas (director de la Facultad de Ciencias) fue decisiva para que la primera piedra fuera colocada en la Torre de Ciencias<sup>xxx</sup>, donde se instaló el Instituto de Física, en los pisos 8°, 9° y 10° específicamente. Con áreas de trabajo amplias y apropiadas se fortaleció el taller mecánico, con el cual se construyó equipo original tanto para el instituto como para otras instituciones, y se reforzaron y crearon otros laboratorios.

La década de los años cincuenta trajo otros acontecimientos que estimularon el crecimiento del Instituto de Física. Entre ellos se encuentra la reincorporación de Marcos Moshinsky después de doctorarse en la Universidad de Princeton y concluir su estancia en Estados Unidos y Francia<sup>xxxi</sup>; la graduación de varios estudiantes de la carrera de física tanto en licenciatura como de doctorado; la partida y el regreso del extranjero de otros estudiantes con estudios de posgrado y especializaciones; la adquisición de Nabor Carrillo del equipo más caro que haya adquirido la UNAM en su época, un acelerador de partículas Van de Graaff, para el cual se construyó un edificio propio en el nuevo campus, figurando como el primero en su tipo en operar en América Latina, y lo hizo, incluso, antes de que se celebrara el acto oficial de inauguración de Ciudad Universitaria.

A propósito de Nabor Carrillo, indudablemente su llegada a la rectoría en 1953 fue fundamental, pues desde que en 1946 observó una explosión de una bomba atómica en el Atolón de Bikini, se interesó por incorporar a México en la era nuclear, de ahí que se volviera ferviente promotor de la física nuclear experimental. Con la puesta en marcha y las primeras aportaciones del acelerador Van de Graaff, Carrillo logró que en el país se tuviera confianza en la física experimental<sup>xxvii</sup>.

También sobresalió como el rector más joven y el primero en reelegirse y terminar por completo sus dos periodos (1953-1961). Así, tuvo la oportunidad de apoyar los proyectos del Instituto de Física e impulsar eventos organizados por sus miembros en las flamantes instalaciones de la Torre de Ciencias, como la Asamblea conjunta de las Sociedades de Física Americana y Mexicana (1955) y la Escuela de Verano organizada por Moshinsky en 1956, entre otras. Consiguió becas de posgrado o de especialización para estudiar en el extranjero. Promovió intercambios de estancias de investigación y estableció convenios de colaboración con instituciones tanto nacionales como internacionales. En general, la universidad se benefició con el establecimiento de nombramientos de tiempo completo en docencia e investigación<sup>xxviii</sup>.

Durante su rectorado, el Instituto rebasó al de Biología en términos de presupuesto y se posicionó en tercer lugar, después del de Geofísica -creado y dirigido por Monges López-,



GRÁFICA 5. Presupuesto de los institutos de la CIC en los años 1953, 1962 y 1965 (en miles de pesos). (Fuente: Elaboración propia<sup>xxv</sup>.)

y del de Geología, como se observa en gráfica 5. Desafortunadamente no encontré los datos correspondientes a esos años para el de Ingeniería, por lo que incorporé al gráfico el año de 1965, momento en el que sobresale con el ingreso más alto, y le sigue el de Física. El Instituto de Ingeniería fue creado por Carrillo durante su gestión y, como las instancias que solía fundar, se desarrolló exitosamente hasta alcanzar el presupuesto más elevado de todos los institutos de la UNAM, liderazgo que mantuvo hasta hace poco tiempo<sup>xxiv</sup>.

En esos años, la física nuclear empezó a competir y a superar el campo de los rayos cósmicos. Algunos de los investigadores que se dedicaban al segundo viraron hacia el primero, como fue el caso de Fernando Alba. De aquí en adelante, la figura de Sandoval Vallarta competiría con la de Carrillo, y tanto el prestigio nacional e internacional de ambos como sus diferencias respecto a sus posiciones sobre el desarrollo de la física nuclear pondrían en serias dificultades a varias personas, entre ellas, al mismo presidente de la República Mexicana, quien debía nombrar representante de las nuevas instituciones gubernamentales que se crearían en ese campo. Ambos eran candidatos idóneos, pues aunque don Manuel trabajaba en rayos cósmicos, en 1946 presidió la Comisión de Energía Atómica de las Naciones Unidas.

En pocos años, la física nuclear rebasó las fronteras de la UNAM al crearse la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) en 1955, sin embargo sus integrantes fueron en su mayoría miembros del Instituto de Física. El mandatario Adolfo Ruiz Cortines nombró presidente al licenciado José María Ortiz Tirado, quien se había desempeñado como responsable de la Suprema Corte de Justicia, en tanto que Carrillo y Sandoval Vallarta se integraron como vocales<sup>xxvi</sup>. Este organismo fue por demás benéfico para los integrantes del instituto, pues tenían apoyo para realizar investigaciones, la oportunidad de publicar los resultados de las mismas en una revista propia, de recibir financiamiento, de colaborar con organismos nacionales de otras especialidades (como las del sector salud), de establecer convenios de colaboración con instituciones científicas de otros países, etcétera.

Cuando Carrillo dejó la rectoría, dedicó su tiempo a un magno proyecto de física de carácter gubernamental, no

podía ser universitario dadas sus dimensiones espaciales y presupuestales, la construcción del Centro Nuclear de México (en Salazar) -hoy Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares Nabor Carrillo Flores-, donde se instaló un reactor nuclear y un acelerador de partículas de mayor energía que el de la UNAM<sup>xxvii</sup>. Este proyecto, que Carrillo vio casi terminado antes de morir, y que abrió un nuevo espacio científico y laboral para los miembros del Instituto de Física y para otros jóvenes más, ha predominado como *el proyecto principal de los físicos mexicanos en el siglo XX*<sup>xxviii</sup>. Actualmente los nombres de los miembros del Instituto de Física se encuentran plasmados en la placa colocada en la explanada de dicho centro. En particular, y con toda razón, resalto las extenuantes jornadas de trabajo del ingeniero civil y físico Marcos Mazari Menzer, otro protagonista más de la física nuclear experimental<sup>xxix</sup>.

Para esos años, el Instituto de Física se reafirmaba como la institución de investigación científica más importante en su campo en el ámbito nacional y, junto con la Facultad de Ciencias, había contribuido decisivamente en la creación de nuevas carreras e institutos de física tanto en la capital como en otras regiones del país. Fueron años en los que el Instituto de Física logró escalar hasta el segundo lugar en reparto presupuestal, lugar que ha mantenido hasta hoy en día. No cabe duda de que la mayor parte de la infraestructura que tiene la física en la UNAM ha sido generada o promovida por sus integrantes, como: el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Instituto de Ciencias Nucleares<sup>xl</sup>, el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, el Centro de Nanociencias y Nanotecnología (Ensenada, Baja California), el Instituto de Ciencias Físicas (Cuernavaca, Morelos) y el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (Juriquilla, Querétaro).

Para terminar quisiera comentar que desde hace algunos años me he dedicado a la historia de la física en México, y para mi asombro encontré que la bibliografía convencional disminuía la contribución de dos personajes que, desde las fuentes primarias, fueron cruciales tanto en la creación de infraestructura como en buscar las condiciones propicias para el desarrollo de esta disciplina. Ellos son Ricardo Monges López y Nabor Carrillo Flores, a quienes no se les ha dado un reconocimiento justo. Sirva este artículo como un homenaje al extraordinario papel que jugaron ambos, aunado al de Sandoval Vallarta, Graef, Moshinsky, Alba, Mazari y otros más, en los albores de la física en México. Los nombres que no están en este trabajo, ciertamente se mencionarán en futuras publicaciones, pues es sumamente gratificante saber que el interés por la historia de la física en México ha aumentado entre las nuevas generaciones, quienes vienen con renovadoras energías e innovadoras herramientas metodológicas.

## Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Luis de la Peña por sus comentarios objetivos que han enriquecido este trabajo. Asimismo al Instituto de Física por el apoyo brindado para



realizar esta investigación. De igual manera, al personal del Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa (UAM-I) y de varios acervos de la UNAM: Archivos del Consejo Universitario, del Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación, del Instituto de Física y de la Sociedad Mexicana de Física.

## Fuentes Primarias

Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta de la UAM-I.

Archivo del Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación de la UNAM.

Archivo del Consejo Universitario de la UNAM.

Archivo de la Dirección General de Asuntos Estudiantiles de la UNAM.

Acervo documental y Biblioteca del Instituto de Física de la UNAM.

Acervo documental de la Sociedad Mexicana de Física.

- 
- i.* El artículo se titula “*Los 75 años de la Facultad de Ciencias. Una semblanza de su fundador Ricardo Monges López*” (junio de 2015).
  - ii.* El Real Seminario de Minería sobresalió como la primera escuela de minas en operar exitosamente en el continente americano y en el mundo colonial. En ella trabajaron dos de los tres científicos españoles que descubrieron un elemento, ambos egresados de la mejor academia de minas del mundo, la de Freiberg. En pocos años se situó como la institución científico técnica más importante.
  - iii.* Los institutos de investigación que operaron desde el siglo XIX se incorporaron pero hasta 1929.
  - iv.* La UNM quedó integrada por la ENAE, la de Ingenieros, la de Medicina, la de Jurisprudencia, la de Bellas Artes y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP).
  - v.* Los estudios de ingeniero geógrafo y de ensayador.
  - vi.* Los estudios de ingeniero mecánico e ingeniero electricista con la cual se formó la carrera de ingeniero mecánico-electricista.
  - vii.* Actualmente la Facultad de Química de la UNAM.
  - viii.* Elaboración propia con datos del archivo del IISUE (UNAM). Fondo ENAE, caja 17, exp. 338, fs. 6-7, 1911 y *Boletín de la Universidad Nacional de México* (1922) I, 1-2, pp. 90-92.
  - ix.* La Facultad de Graduados y la Escuela Normal Superior fueron las otras dos.
  - x.* En 1935, la UNAM se reorganizó temporalmente en cuatro entidades superiores, denominadas facultades, en las cuales se agruparon las escuelas existentes por campos afines. La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas agrupó la ENI, la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (antes ENIQ) y el DCFyM. Las tres restantes fueron la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales (que contenía las escuelas de economía, derecho y comercio y administración), la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas (la cual incluía medicina, odontología y veterinaria), y la Facultad de Filosofía y Bellas Artes (con filosofía y letras, arquitectura, artes plásticas y música).
  - xi.* Archivo del Consejo Universitario, caja 30, 8 de septiembre de 1938.
  - xii.* El director de cada instituto sería a su vez jefe de departamento de su área en la Facultad de Ciencias.
  - xiii.* La carrera de geólogo correspondía al IGN y Monges López la creó en 1936 en la escuela que dirigía.
  - xiv.* En 1934 quedó registrado en el Consejo Universitario uno de los primeros pasos de creación de Instituto de Física como parte de la formulación del Estatuto de la UNAM. En 1936 nuevamente se incluyó la idea en el nuevo Estatuto.
  - xv.* El documento del Consejo Universitario donde se separa formalmente al Instituto de Física del de Matemáticas no se ha encontrado. Por ello, algunas personas utilizan la misma fecha de creación de la Facultad de Ciencias, es decir, 28 de noviembre de 1938; en tanto que otras consideran la fecha en la que Baños fue ratificado como director, esto es, 1 de febrero de 1939. Lo cierto es que en enero de 1939, Baños ya incorporaba el nombre de Instituto de Física para dar a conocer el programa de actividades, con lo cual se deduce que ya se había dividido.
  - xvi.* Barros Sierra también fue un joven interesado en la ciencia, por lo que se inscribió en varios cursos de la ENCFyM (desde 1936), principalmente de matemáticas, al mismo tiempo que estudiaba ingeniería en Palacio de Minería.
  - xvii.* Archivo del Consejo Universitario, caja 10, 14 de febrero de 1939.
  - xviii.* Elaboración propia con datos de La investigación científica de la UNAM 1929-1979, tomo I, volumen V (UNAM, México, 1987). La fuente no provee datos del Instituto de Ingeniería en esos años.
  - xix.* Baños impartió el curso de física teórica en la Sección de Ciencias de la FFyL y de corriente alterna en la ENI.
  - xx.* Radiación cósmica, hidrodinámica y elasticidad, física biológica, física nuclear y radiactividad, espectroscopia y estructura atómica, rayos X y estructura molecular, astrofísica, geofísica y laboratorio de mecánica de suelos. Esta última trabajaba en colaboración con la Universidad de Harvard y también contaba con equipo que se instaló en el Comité Mexicano de Cimentación.
  - xxi.* En 1934 se reorganizaron los estudios científicos por Jefaturas de Grupo. Manuel Sandoval Vallarta fue nombrado jefe de la Jefatura de física, mientras Monges López lo era de la de ingeniería y Sotero Prieto de la de matemáticas. Ante su ausencia se nombró suplente al ingeniero Basiliso Romo.
  - xxii.* En 1943, Sandoval Vallarta y varios miembros del instituto participaron en la Primera Asamblea Regional de la Sociedad Matemática Mexicana.

- xxiii.* Para dar una idea cuantitativa, en la década de los cincuenta se graduaron 18 físicos, 12 de ellos lo hicieron bajo la dirección de Moshinsky.
- xxiv.* Blas Cabrera, Pedro Carrasco Garrorena, Juan Bautista de Oyarzábal y Thomas Brody.
- xxv.* E. J. Schremp de la Universidad de Washington, George D. Birkhoff de la Universidad de Harvard y Solomon Lefschetz de la Universidad de Princeton, entre otros.
- xxvi.* El campo de Graef y Moshinsky quedaron incluidos, la gravitación y la física nuclear. Los cuatro restantes fueron: rayos X, rayos cósmicos, ecuaciones diferenciales y vibraciones y estructuras.
- xxvii.* Manuela Garín de Álvarez sustituye a Héctor Uribe.
- xxviii.* Monges López ocupó el segundo lugar de importancia en la CICIC, el de Secretario, además de ser vocal de ciencias aplicadas. Manuel Sandoval Vallarta era vocal de ciencias físico-matemáticas.
- xxix.* En sus inicios, la Sociedad Mexicana de Física estaba integrada por dos comités, la Mesa Directiva presidida por Carlos Graef (Moshinsky, Alba y Monges López fueron vocales, entre otros más) y el Consejo Consultivo que presidía Sandoval Vallarta (donde estaba Carrillo como vocal). La sociedad organizó exitosamente el Congreso Regional en 1952 en la ciudad de Querétaro.
- xxx.* Me comentó Leopoldo García Colín que Carrillo, Graef y Barajas se hicieron amigos íntimos desde sus estudios en ingeniería en el Palacio de Minería, y como académicos realizaban proyectos comunes, por lo que, generalmente, se les veía juntos, de ahí que en los pasillos se dijera: “ahí viene Nabor, babor y estribor”. En 1976 el Instituto se trasladó a sus actuales instalaciones.
- xxxi.* Moshinsky fue alumno del Premio Nobel de Física Eugene P. Wigner.
- xxxii.* Graef afirmó que la operación del Van de Graaff indujo una reacción en cadena a nivel nacional por desarrollar el campo experimental, pues la física teórica dominaba en esa época.
- xxxiii.* En esos años a los profesores se les pagaba por hora impartida, así que muchos de ellos tenían que dar clase en universidades, preparatorias y hasta en secundarias, para tener un salario digno. Moshinsky narra como uno de sus profesores fue atropellado en uno de los tantos desplazamientos que hacía al día.
- xxxiv.* Carrillo propició la apertura del Centro de Cálculo Electrónico.
- xxxv.* *La investigación científica de la UNAM 1929-1979*, tomo I, volumen V (UNAM, México, 1987).
- xxxvi.* En 1964, el presidente Gustavo Díaz Ordaz nombró presidente al distinguido poeta José Gorostiza.
- xxxvii.* Carrillo entregó al gobierno mexicano su proyecto de Centro Nuclear de México en 1963, un año después de que se presentará en México la exposición “átomos en Acción” preparada conjuntamente entre la Comisión de Energía Atómica (Estados Unidos) y la CNEN, donde se exhibía un reactor, entre otros aparatos, en el Campo Marte de la ciudad de México.
- xxxviii.* Al fallecer el promotor del Centro Nuclear, se produjeron algunos problemas que propiciaron el decaimiento del proyecto y la salida de la mayor parte de los miembros del Instituto de Física.
- xxxix.* Por problemas sindicales, el Instituto de Física suprimió su vínculo con el Centro Nuclear Salazar, el cual, por cierto, no fue el proyecto de física nuclear más ambicioso de Carrillo. Él emprendió dos más grandes que no concluyeron por su prematura muerte acaecida en 1967: el “Proyecto Texcoco” para evitar el hundimiento de los edificios de la ciudad de México, y el denominado “Plantas nucleares productoras de energía eléctrica y agua desalada para el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos”, para el cual ya había conseguido la firma del presidente de Estados Unidos para el convenio de colaboración entre ambos países (se estimaban recursos de 1,250 millones de pesos mexicanos).
- xl.* El Instituto de Ciencias Nucleares tuvo su origen en el Laboratorio Nuclear y hay opiniones que difieren en que éste haya emergido del Instituto de Física, sin embargo lo he considerado, pues hay evidencia de que un miembro del instituto fue el organizador, Augusto Moreno Moreno, y varios más se integraron a su cuerpo académico. A la luz de lo que hemos visto, ésta no fue la excepción de las instituciones asociadas a lo nuclear, cuyos directores no fueron sus organizadores o promotores.
1. H. Cruz Manjarrez, *Reseña Histórica del Instituto de Física, primera etapa: 1938-1953* (Instituto de Física, UNAM, México, 1975).
  2. H. Cruz Manjarrez, *Reseña Histórica del Instituto de Física, segunda etapa: 1954-1970* (Instituto de Física, UNAM, México, 1976).
  3. E. Esqueda Blas, M.P. Ramos Lara, “Nabor Carrillo: pionero de la energía nuclear en México” *Revista Quipu, Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y Tecnología* 15 (2013) 285-319.
  4. J. Flores, M. Moreno, “La física en la UNAM” *Revista de la Universidad de México, UNAM* 96 (2012) 59-67.
  5. *La investigación científica de la UNAM 1929-1979*, tomo I, volumen V (UNAM, México, 1987).
  6. E. Ley-Koo, “*Sesenta años de ciencias físico-matemáticas en la Universidad Nacional Autónoma de México*”, *La UNAM. Su estructura, sus aportes, su crisis, su futuro* (José Blanco, coordinador), Biblioteca Mexicana (FCE, México, 2001), pp. 259-300.
  7. J.M. Lozano, F.E. Prieto, “El Instituto de Física y la Facultad de Ciencias” *Ciencia y Desarrollo* XIV (1988) 23-46.
  8. *Manuel Sandoval Vallarta, Homenaje* (INEHRM, México, 1987).
  9. A. Minor García, *El Instituto de Física y sus prácticas 1939-1955* (Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, 2009).
  10. R. Monges López, “En busca de las raíces de nuestra educación. Historia de la Facultad de Ciencias (III)”, *Ciencias* (1983) 46-48.
  11. M.E. Navarro Robles, *Antecedentes de la investigación y de los altos estudios de física y matemáticas en México* (Fines del siglo XIX principios del siglo XX) (Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, 1997).

12. S. Ortega Esbrí, M.P. Ramos Lara y J.M. Lozano Mejía, “La primera escuela de verano de física en México” *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* **21** (2007) 215-220.
13. M. E. Ortiz, “Fernando Alba y Marcos Mazari. Pioneros de la física” *Revista de la Universidad de México*, UNAM, (102) (2012) 52-54.
14. L. Plascencia Gaspar, M.P. Ramos Lara, J.M. Lozano, “Semejanzas y diferencias entre las carreras de físico y de astrónomo en la UNAM (1939-1967)” *Rev. Mex. Fis. E* **54** (2008) 216-225.
15. L. Plascencia Gaspar, M.P. Ramos Lara, J.M. Lozano, “Planes de estudios de la carrera de física de la UNAM” *Perfiles Educativos*, **XXXIII** (2011) 155-175.
16. A. Mondragón, “Manuel Sandoval Vallarta: Iniciador de la física teórica e impulsor de la ciencia en México” *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, **13** (1999) 109-119.
17. *Organización, planes y programas de estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de México*, edición facsimilar 1991 (UNAM, México, 1935).
18. M.P. Ramos Lara, “La enseñanza de la física en México en el siglo XVIII: el proceso de institucionalización” *Rev. Mex. Fis. E* **45** (1999) 193-203.
19. M.P. Ramos Lara (coordinadora), *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas* (UNAM, México, 2004). pp. 19-36.
20. M.P. Ramos Lara, “De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física” *Rev. Mex. Fis. E* **51** (2005) 137-146.
21. M.P. Ramos Lara, “Particle accelerators in Mexico” *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, **36** Part 2 (2006) 297-309.
22. M.P. Ramos Lara, “Los ingenieros promotores de la física académica en México (1910-1935)” *Revista Mexicana de Investigación Educativa* **12** (2007) 1241-1265.
23. M.P. Ramos Lara, “La Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica” *Jornadas Anuales de Investigación 2006* (CEIICH-UNAM, México, 2008). pp. 349-360.
24. M.P. Ramos Lara, “La UNAM, cuna de las primeras carreras de física y matemáticas creadas en México” *La saga de la ciencia mexicana. Estudios sociales de sus comunidades: siglos XVIII al XX* (UNAM, México, 2011), pp. 177-187.
25. M.P. Ramos Lara, *Vicisitudes de la ingeniería en México* (siglo XIX) (UNAM, México, 2013).
26. M.P. Ramos Lara y F. León Olivares (coordinadores), *Aportes recientes de la química en México* (UNAM, México, 2014).
27. M.P. Ramos Lara, “Los 75 años de la Facultad de Ciencias. Una semblanza de su fundador Ricardo Monges López” *Revista Ciencias* **115-116** (2015) 140-149.
28. G. Tanamachi Castro y M. P. Ramos Lara, “La Escuela Nacional de Ingenieros, fundamental en el nacimiento de la física profesional en México” *Rev. Mex. Fis. E* **60** (2014) 116-129.
29. G. Tanamachi Castro y M. P. Ramos Lara, “La Escuela Nacional de Ingenieros y las ciencias físicas en los albores del siglo XX” *Revista Mexicana de Investigación Educativa* **XX** (2015) 557-580.