

# De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física en México

María de la Paz Ramos Lara\*

*Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades,  
Universidad Nacional Autónoma de México*

Recibido el 15 de febrero de 2005; aceptado el 7 de julio de 2005

En México, durante los siglos XVIII y XIX, el desarrollo de la ingeniería tuvo lugar de manera paralela al desarrollo de la física, y fue hasta las primeras décadas del siglo XX, cuando un pequeño grupo de ingenieros luchó, durante más de dos décadas, por conseguir un espacio propio donde la física pudiera independizarse de la ingeniería y del tradicional enfoque pragmático que la había caracterizado por más de un siglo. El esfuerzo de estos ingenieros se vio retribuido en la década de los 30 cuando se creó la primera profesión y el primer instituto de investigación de física.

*Descriptores:* Historia de la física en México; la ingeniería y la creación de la primera profesión de física.

During the XVIII and XIX centuries, the development of the engineering and physics took parallel trajectories in Mexico. However, it was until the first decades of the XX century when a small group of intellectuals and engineers struggled, for more than two decades, to get a space where physics could become independent from engineering and the mainstream pragmatic approach that had characterized it for more than a century. The endeavor of these engineers paid off in the decade of 30's, when the first profession of physics and the first physics institute were created.

*Keywords:* History of physics; the first profession of physics in Mexico.

PACS: 01.65.+g; 01.75.+m

## 1. Introducción

El proceso de institucionalización de la física en México tuvo lugar en el siglo XVIII y estuvo estrechamente vinculado al sector económico más importante de la Nueva España: el minero. Fue en el Colegio de Minería donde se impartieron los primeros cursos que, de carácter oficial, integraron a la física moderna como un cuerpo de conocimientos científico indispensable en el mejoramiento de los sectores productivos. Una vez que México adquirió su independencia, el Colegio de Minería amplió sus funciones de acuerdo a los proyectos gubernamentales de modernización. Así, para fines del siglo XIX, el Colegio, transformado en la Escuela Nacional de Ingenieros, contaba con las profesiones de: ingeniero de minas y metalurgista, ensayador y apartador de metales, ingeniero topógrafo e hidrógrafo, ingeniero geógrafo, ingeniero industrial, ingeniero civil e ingeniero electricista. Los cursos de física que se impartieron en la Escuela fueron aumentando de acuerdo a los avances que experimentaba esta disciplina en el mundo, especialmente en aspectos utilitarios; por mencionar algunos campos, se enseñaba mecánica, termodinámica, electricidad, magnetismo y óptica. La mayor parte de los cursos de física estaban relacionados con aspectos de modernización del país, en materia de alumbrado, transporte, comunicación y sector industrial, entre otros.

Para 1910, la física experimentó una conceptualización diferente en términos de ciencia básica y fuera de cualquier actividad utilitaria. De acuerdo al proyecto de Justo Sierra, se impartirían estudios superiores de física en la Escuela Nacional de Altos Estudios (ENAE) con el objetivo de formar profesores en este campo, pero también de promover el desarrollo de investigaciones originales alrededor de esta disciplina,

por lo que se esperaba vincular instituciones científicas mexicanas con la Escuela. Desafortunadamente el país entró en un largo periodo de crisis que impidió la consolidación del proyecto original. La Sección de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, donde se encontraba la física, fue de las más afectadas por los problemas económicos, pero sobrevivía como cursos aislados; algunas veces integrado a planes de estudio con tendencia pragmática y, otras, solo académica, dependiendo de la inclinación político-educativa de las autoridades.

Con la reorganización que sufrió la Universidad en 1934, la física tuvo la oportunidad de dar inicio a un proceso académico e institucional que culminó en la formalización de sus estudios, la primera profesión de física. En la recién fundada Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas se abrió la Sección de Ciencias Físicas y Matemáticas, la cual se transformó en 1935 en el Departamento de Ciencias Físico-matemáticas. Por otra parte, también en el año de 1935, en la Facultad de Filosofía y Letras se suprimía la Sección de Ciencias. El Departamento ofrecía, entre otros, estudios de maestría y doctorado en física, con el firme apoyo de la Escuela Nacional de Ingenieros. Por primera vez, se presentaba la oportunidad de hacer estudios serios en física, como una ciencia básica con su metodología propia y ya no necesariamente ligada a su aplicación a la ingeniería.

Este Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas se transformó al año siguiente en la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas, la cual, a su vez, se transformó en 1938 en la actual Facultad de Ciencias. Con la creación de esta Facultad y del Instituto de Física (1938), la física tuvo la oportunidad de iniciar una vida académica institucionalizada donde la investigación en este campo se convirtió en un factor fundamental.

## 2. La minería y la institucionalización de la física en México

Desde el plano institucional, la enseñanza de la física moderna tiene sus orígenes en México en 1792, con la fundación del Real Seminario de Minería, mejor conocido como Colegio de Minería, aunque es importante mencionar que la física moderna no se empezó a enseñar en la Nueva España a partir de la creación de esta institución. La física y, en general la ciencia moderna, tenía más de un siglo de cultivarse en la colonia. Desde el siglo XVII se sentaron las bases para el fomento de la ciencia moderna, a pesar que su transmisión estaba prohibida. Para el siglo XVIII ya se enseñaba la mecánica newtoniana en algunos colegios, especialmente jesuitas, a través de los cursos de filosofía [1].

Antes de la fundación del Colegio de Minería los esfuerzos por transmitir la física moderna habían sido de carácter individual y no institucional, esto es, se promovía este campo por esfuerzos personales de individuos ilustrados, la mayor parte novohispanos, que veían a la ciencia moderna como la fuente de la verdad absoluta, ya que era un conocimiento con validez universal que a través de rigurosos métodos podía ser verificado (especialmente el experimental). Otros la admiraban por su utilidad, por los progresos que empezaban a experimentar algunas naciones, en particular los sectores productivos, gracias a sus aplicaciones [2]. En esta última perspectiva tuvo lugar la creación del Colegio de Minería.

El Colegio de Minería fue el producto de la conjugación de intereses metropolitanos y personales de novohispanos ilustrados que veían a la ciencia moderna como una gran herramienta, que bien utilizada podía conducir al progreso de cualquier actividad; y la que preocupaba a estos novohispanos era la minera. En estos términos, el matemático Joaquín Velázquez de León (1732-1786) y Juan Lucas de Lassaga, como representantes del grupo minero de la Nueva España, realizaron una serie de propuestas a la metrópoli para mejorar el estado de la minería, entre las cuales se encontraba la creación de un colegio metálico. La respuesta de la metrópoli fue lenta y la creación del colegio tuvo lugar 18 años después de haberse realizado la petición [3].

El colegio inició su vida el 1 de enero de 1792, bajo la dirección del famoso mineralogista español Fausto de Elhuyar (1755-1833), con el objetivo primordial de "formar técnicos facultativos de la minería y la metalurgia que promovieran el perpetuo fomento y la reforma de la industria minera de la Nueva España" [4]. Las bases científicas de estos técnicos se sustentarían en cursos básicos de matemáticas, física, química y mineralogía. De esta manera, la enseñanza de la física (y de las demás materias) alcanzaba un carácter institucional, mediante el cual se esperaban alcances que fueran más allá del ámbito cultural (que había tenido anteriormente) y que permitiera impulsar el desarrollo del principal sector productivo de la Colonia.

El Colegio de Minería se convirtió en la primera institución de educación superior de carácter técnico-científica totalmente alejada de la tradicional educación escolástica. Para

los objetivos de este trabajo, conviene mencionar que la trayectoria que tuvo el Colegio a fines del periodo colonial, en el siglo XIX y parte del siglo XX fue de vital importancia para el desarrollo de la ciencia en México, por ello se le ha denominado *La primera casa de las ciencias en México*, porque gracias a este establecimiento se hizo posible la creación de profesiones e instituciones científicas (la misma carrera de física, entre otras) como la Facultad de Ciencias, el Instituto de Física, el Instituto de Matemáticas, el Instituto de Geología, el Instituto de Geofísica y la Facultad de Ingeniería, por mencionar algunas de la UNAM vinculadas con las ciencias físicas [5].

## 3. La física y la ingeniería en el siglo XIX

Para perjuicio del Colegio de Minería, en las primeras décadas del siglo XIX, se empezaron a producir los primeros brotes de violencia que buscaban la independencia de la Nueva España de la metrópoli. En lamentables circunstancias, el Colegio se enfrentó a una división ideológica, algunos de los estudiantes se unieron al grupo de los insurgentes, mientras que otros defendían la posición tradicional. En este conflicto perdieron la vida algunos de los mejores estudiantes del Colegio [6].

Algunos años después del triunfo del movimiento de independencia, el Colegio de Minería dejó de depender del gremio de los mineros y se integró al Estado. En esta transición se convirtió en el Colegio Nacional de Minería y, como tal, tuvo que atender una serie de demandas de carácter nacional que favoreció la introducción de nuevos cursos y la creación de un mayor número de especializaciones, además de las relacionadas con la minería.

En los cursos, por ejemplo, aún en 1825 se impartían las materias básicas con las que inició el Colegio: matemáticas (aunque ahora divididas en dos cursos), física, química y mineralogía [7]. Ocho años después se agregaron a estos cursos los de historia natural; geología; cosmografía, astronomía y geodesia; francés; alemán; dibujo y delineación [8]. Para fines del siglo XIX, los cursos habían aumentado considerablemente en número y diversidad [9].

El número y la variedad de profesiones también fue en incremento. En 1792 el Colegio inició con la de Perito Facultativo, durante el conflicto de Independencia se incorporó la de ensayador y después de esta guerra se agregó la de agrimensor [10]. A mediados del siglo XIX se actualizaron las profesiones que existían y se incorporaron otras, así el Colegio contaba con ingeniero de minas, ensayador y apartador, ingeniero topógrafo o agrimensor, beneficiador e ingeniero geógrafo [11]. A finales del siglo se integraron a éstas: ingeniero industrial, ingeniero civil e ingeniero electricista [12].

Los cursos y las especializaciones no siempre tuvieron un aumento creciente y continuo durante el siglo XIX, como podría pensarse de la información dada en los párrafos anteriores. La inestabilidad política del país, con guerras internas, invasiones extranjeras y crisis económicas produjeron que el Colegio sobreviviera en condiciones precarias obligándolo a

cerrar sus puertas en varias ocasiones. Las disputas políticas a nivel nacional generaban diferencias ideológicas al interior del colegio, con lo cual se tornaba difícil su organización interna [13].

En particular, las pugnas políticas entre conservadores y liberales propiciaron que el colegio se viera atrapado entre los intereses de cada grupo. Así, el partido en el poder imponía las funciones del colegio y por lo tanto delineaba su carácter institucional. Por ello, el Colegio sufrió varias transformaciones durante el siglo XIX: en 1833, Establecimiento de Ciencias Físicas y Matemáticas; en 1843, Instituto de Ciencias Naturales; en 1864, Escuela Politécnica; en 1867, Escuela Especial de Ingenieros; y, finalmente, en 1883, en Escuela Nacional de Ingenieros [14].

A pesar de los conflictos al interior y al exterior del Colegio, éste continuó con su misión de instruir a los ingenieros con una sólida formación científica, tanto teórica como práctica, que les permitiera atender una amplia gama de necesidades del país. Por ello, y a pesar de las crisis económicas y políticas, el colegio procuró, en la medida de sus posibilidades, actualizar los programas de los cursos de acuerdo a los avances que tenía la ciencia en el mundo, e incorporar nuevos cursos y profesiones de acuerdo a los proyectos de modernización del país y de las necesidades de determinados sectores.

La física, al inicio de las actividades del Colegio de Minería, formaba parte de las materias básicas que debían cursar los peritos facultativos. Aunque se enseñaba la variedad de temas que conformaban la física en ese momento, al que se le daba mayor importancia era a la mecánica, porque a través de sus principios y leyes era posible entender el funcionamiento de las máquinas que se utilizaban en la minería y en otros sectores. Con la ayuda de la mecánica también se hacía posible el diseño, la construcción, la reparación y la adaptación de todo tipo de máquinas. La mecánica se convirtió en la parte de la física más importante del Colegio durante los dos primeros tercios del siglo XIX, al grado que se separó del curso de física experimental para formar un curso propio de mecánica, el cual fue variando su nombre de acuerdo a la actualización de su programa; así pasó de ser mecánica racional a mecánica analítica y aplicada [15]. Fuera del Colegio de Minería, la enseñanza de la física que se impartía en otras escuelas también daba prioridad a la enseñanza de la mecánica.

Durante el último tercio del siglo XIX la física tuvo un viraje espectacular en el mundo que influyó de manera decisiva en México. Campos que no habían tenido avances importantes durante el siglo XVIII, experimentaron progresos trascendentales no sólo en el terreno de la formalización teórico-conceptual-matemática, sino también en el de las aplicaciones, especialmente en el sector industrial.

Casualmente, estos avances de la física en el ámbito internacional coincidieron con la entrada de México en un estado de relativa paz, producto del triunfo definitivo de los liberales sobre los conservadores, que hizo posible la puesta en marcha de proyectos de modernización en diversos sectores. La física, en particular, estuvo vinculada con los proyectos de

modernización del sector educativo, del industrial y de los servicios públicos.

En lo que se refiere al sector educativo, la física se enseñaba como cursos básicos en diversos niveles y escuelas, como la Escuela Nacional Preparatoria, la Escuela de Agricultura y Veterinaria y la Escuela de Artes y Oficios, por mencionar algunas [16]. La Escuela de Ingenieros, que era la escuela que formaba los ingenieros que trabajarían en el sector público e industrial, fue la que introdujo una amplia gama de cursos de física, donde estudiaban temas de mecánica, electricidad, magnetismo, termodinámica y óptica, los cuales estuvieron asociados a proyectos de modernización en materia de alumbrado, transporte, comunicación, obras públicas y sector industrial, entre otros.

No todas las carreras que se ofrecían en la Escuela de Ingenieros a finales del siglo XIX consideraban a los cursos de física como obligatorios. A excepción de carreras como topógrafo e hidrógrafo, y ensayador apartador, las restantes tenían que aprobar al menos uno (ingeniero de minas y metalurgista, ingeniero industrial, ingeniero civil e ingeniero electricista) [17]. Esto es, los cursos de física eran obligatorios para aquellas profesiones que en su campo laboral se enfrentaban al manejo de equipo técnico sofisticado y máquinas que se iban perfeccionando de acuerdo a los avances que iba presentando la ciencia y la tecnología.

Fue así como la enseñanza de la física en el Colegio de Minería y en la Escuela de Ingenieros, durante el siglo XIX, estuvo asociada a proyectos pragmáticos, de carácter ingenieril, muchos de ellos vinculados a proyectos de modernización e industrialización del país. En otras escuelas, especialmente de nivel medio superior y superior, la física jugó un papel importante en el plano educativo, se enseñaba sólo lo básico y como una parte de la ciencia que era indispensable en la formación de cualquier profesionista, independientemente si tenía alguna utilidad o no.

Una nueva concepción de la física tuvo lugar a principios del siglo XX, la idea de contar con una institución, la Escuela de Altos Estudios, donde se impartieran estudios de diversos campos del conocimiento en un nivel más elevado que el tradicional. Esta institución estaría dedicada a formar profesores, pero también a desarrollar proyectos de investigación. La física formaba parte de estos campos y se visualizaba no sólo a nivel educativo (en términos de docencia), sino también como un campo básico que podía cultivarse por sí mismo.

Lamentablemente, y por circunstancias que veremos más adelante, este proyecto no prosperó como se esperaba y, aunque sobrevivió en condiciones adversas, sufrió algunas reestructuraciones que fomentaron a las humanidades más que a la ciencia. En este proceso, mientras algunos campos se formalizaban con relativa rapidez, otros apenas subsistían. La física no fue de las afortunadas, sobrevivió, por más de dos décadas, como cursos aislados que se impartieron esporádicamente y sin metas claras, sólo a veces la de formar profesores y alumnos interesados en el tema. Pero esta supervivencia que mantuvo durante 24 años culminó en la idea de crear una profesión de física.

#### 4. La Escuela Nacional de Altos Estudios y los estudios de física

El 7 abril de 1881, Justo Sierra (1848-1912), en su carácter de diputado al Congreso de la Unión, presentó ante el Congreso el proyecto de creación de la Universidad Nacional de México, como una corporación independiente integrada por las Escuelas Preparatoria y Secundaria de Mujeres y las Bellas Artes, Comercio y Ciencias Políticas, Jurisprudencia, Ingenieros, Medicina y Escuela Normal y de Altos Estudios. Varias fueron las objeciones que impidieron la aprobación del proyecto, por lo que su apertura quedó condicionada a un mejor desarrollo y organización de la educación primaria, secundaria, profesional y superior [18].

Sierra no cesó en su lucha por conseguir la apertura de la Universidad Nacional de México. Después de casi dos décadas de dirigir sus esfuerzos hacia ese fin, el 26 de abril de 1910, como Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, presentó la iniciativa de ley ante los congresistas, la cual, finalmente, fue aprobada el 26 de mayo del mismo año. La Universidad dependería del Poder Ejecutivo Federal y tendría por jefe, al mismo Ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, el gobierno de ésta quedaría a cargo de un Rector y un Consejo Universitario [19].

La inauguración oficial de la Universidad tendría lugar en septiembre como parte de los festejos de conmemoración del centenario de la Independencia de México. El 18 de septiembre se inauguró la Escuela Nacional de Altos Estudios (creada por ley el 7 de abril), y cuatro días después se fundó la Universidad Nacional de México (UNM). Esta última estuvo conformada por las Escuelas Nacionales Preparatoria, de Jurisprudencia, de Medicina, de Ingenieros, de Bellas Artes y de Altos Estudios [20].

La Escuela Nacional de Altos Estudios (ENAE) quedó organizada en tres secciones: la de Humanidades que comprendía las lenguas clásicas y las lenguas vivas, las literaturas, la filología, la pedagogía, la lógica, la psicología, la ética, la estética, la filosofía y la historia de las doctrinas filosóficas. La segunda sección era la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales que incluía las matemáticas y las ciencias físicas, químicas y biológicas. La tercera era la de Ciencias Sociales, Políticas y Jurídicas [21].

Los objetivos con los que fue creada la ENAE fueron:

- a) "Perfeccionar, especializándolos y subiéndolos a un nivel superior, estudios que en grados menos altos se hagan en las Escuelas Nacionales Preparatoria, de Jurisprudencia, de Medicina, de Ingenieros y de Bellas Artes, ó que estén en conexión con ellos".
- b) "Proporcionar a sus alumnos y a sus profesores los medios de llevar a cabo metódicamente investigaciones científicas que sirvan para enriquecer los conocimientos humanos".
- c) "Formar profesores de las escuelas secundarias y profesionales" [22].

En el proyecto de la UNM se agruparon escuelas que tenían una tradición que provenía del siglo XIX, y desde el XVIII en el caso de la Escuela de Ingenieros. La única escuela de recién creación era la ENAE, nada más ni nada menos que el último peldaño de la educación de la Universidad (donde se impartirían cursos superiores y de posgrado) y la encargada del fomento de la investigación científica, por ello se planeó vinculada con algunos de los centros de investigación que venían trabajando en México desde el siglo XIX.

La física, se encontraba integrada en la segunda sección de la ENAE, en la Sección de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Ésta era su oportunidad para constituirse como un campo con vida académica propia, sin necesidad de tener que contar con un vínculo utilitario para su desarrollo. Desafortunadamente el proyecto de Sierra se empezó a desestabilizar dos meses después, por el inicio de la Revolución Mexicana. La ENAE era la escuela más vulnerable y, como tal, fue la más atacada por sus adversarios y la que más reestructuraciones sufrió en las primeras décadas de su vida.

Para tener una idea de las debilidades de la ENAE, el 1 de septiembre de 1910 se le entregó esta escuela a su director, Porfirio Parra (1854-1912), sin un edificio propio, sin planes de estudio formalmente estructurados y aprobados (al principio se ofrecieron cursos aislados) y sin profesores mexicanos que tuvieran la posibilidad de impartir estudios a niveles superiores de los profesionales, por lo que se tenía que pensar en la contratación de profesores extranjeros para impartir las materias, pero esto resultaba demasiado costoso si se deseaba hacer para todos los cursos.

De acuerdo al artículo 8° de la Ley Constitutiva de la ENAE los profesores serían ordinarios, extraordinarios y libres: los ordinarios "los que ocupen los puestos docentes de planta"; los extraordinarios, los que, "por medio de un contrato se encarguen de una o más enseñanzas especiales que entren en el programa general de la Escuela", y los libres, los que, "mediante los requisitos que señalen disposiciones especiales, establezcan en las dependencias de la misma Escuela una enseñanza determinada" [23]. Por los problemas presupuestales que sufrió la escuela, con frecuencia los profesores libres no percibían remuneración.

Los tres primeros profesores contratados fueron extranjeros y en calidad de ordinarios: en 1910 la ENAE inició con una sola cátedra, la de psicología impartida por el Dr. James Mark Baldwin [24]. Al año siguiente se contrató al Dr. Franz Boraz, de la Universidad de Columbia (Nueva York) para impartir cursos de antropología, y después se integró el Dr. Carlos Reiche, doctor en filosofía de la Universidad de Leipzig, para impartir un curso de botánica. El primer profesor que se incorporó en calidad de libre fue Antonio Caso, quien solicitó impartir un curso de filosofía [25].

Aunque la física no se impartió en un principio, sí era considerada como un campo importante dentro de la Escuela de Altos Estudios. El mismo Dr. Reiche, en un informe sobre el estado de la ENAE enviado a la Secretaría de Instrucción Pública, hacía referencia a la necesidad de impartir cursos especiales de zoología, geografía, historia, filosofía, física,

química, mineralogía y pedagogía entre otros [26]. Parra, por su parte, promovía conferencias de distintos campos del conocimiento (entre ellos la física), y también mencionaba la importancia de que la escuela contara con cursos de alto nivel en matemáticas, física matemática y física experimental, entre otras [27].

Por fin, en 1911 se reunió la primera comisión (nombrada por el Consejo Universitario) que definiría los cursos que integrarían cada una de las secciones. Ésta estuvo integrada por Porfirio Parra, Francisco Echeagaray y Allén, Fernando Zárraga, E. Pérez y Néstor Rubio Alpuche. El doctor Pérez fue el primero en hacer severas críticas a la ENAE. Respecto al nivel superior se preguntaba, ¿de dónde saldrían los sabios prominentes que impartirían las materias?, ¿y los laboratorios con equipo especial que superará los de las escuelas anteriores? Contratar profesores extranjeros e invertir en equipo moderno le resultaba demasiado costoso y le parecía una inversión mal dirigida cuando el país adolecía de escuelas de nivel básico.

Finalmente el Dr. Pérez renunció y el rector nombró en su lugar al director de la Escuela Nacional de Ingenieros, el ingeniero Luis Salazar. En poco tiempo la Comisión elaboró el plan de estudios de cada sección. En particular, la segunda sección de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales estuvo integrada por cursos necesarios de acuerdo al artículo 1º, y por cursos útiles de acuerdo al artículo 2º, de la siguiente manera [28]:

#### CURSOS NECESARIOS

Altas matemáticas	Química biológica
Mecánica racional	Embriología general
Astronomía	Fisiología experimental
Mecánica celeste	Psicología experimental
Física matemática	Evolución de los seres organizados
Física experimental	Bacteriología
Geología	Anatomía patológica
Físico-química	
Química general	
Química orgánica	

#### CURSOS ÚTILES

Termodinámica
Electrología
Meteorología Mexicana
Historia de las Matemáticas
Historia de la Física y de la Química
Historia de la Medicina

Este primer intento por dar forma y estructura a la ENAE fue imposible de poner en práctica debido a la falta de presupuesto y al fallecimiento de Parra, acaecido el 5 de julio de 1912. Su lugar fue ocupado por el doctor Alfonso Pruneda,

quien propuso su reestructuración a través del “Proyecto de Creación de la Facultad de Humanidades” [29]. La física tampoco se benefició con este proyecto, pero sí las matemáticas, pues promovió la contratación de Sotero Prieto (1884-1935) para el curso de teoría de las funciones analíticas [30].

Sotero Prieto fue un personaje clave para el desarrollo de la física y las matemáticas, tanto en la ENAE como en otras corporaciones científicas. Fue un individuo de gran talento, que de manera autodidacta llegó a manejar temas de física y matemáticas modernas. Su interés por transmitir sus conocimientos lo llevó no sólo a dar clases en esta escuela, en la de Ingenieros y en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), sino que estableció seminarios de discusión —especialmente en la Sociedad Científica Antonio Alzate— donde logró transmitir su entusiasmo e interés por la ciencia a jóvenes, de los cuales, algunos de ellos terminarían realizando estudios de posgrado en el extranjero en física y matemáticas [31].

En 1913 quedó Ezequiel A. Chávez (1868-1946) como Director de la ENAE y también trató de reorganizar las secciones. Como decano de la subsección de ciencias físicas se nombró al ingeniero geógrafo Valentín Gama (1868-1942), quien además era el profesor del curso teórico experimental de mecánica y óptica. Respecto a los cursos, había otro curso con el mismo título, pero práctico, a cargo del ingeniero geógrafo Joaquín Gallo (1882-1965); y dos de electricidad: el teórico a cargo de Salvador Altamirano y el práctico a cargo del ingeniero Alfonso Castelló y Sosa [32]. Ninguno de estos cursos pudo ser impartido por razones diversas, aunque los nombramientos se mantuvieron hasta 1915 [33].

Con Chávez, la ENAE se fue transformando en una Escuela Normal, de tal manera que dos de las subsecciones se orientaron a formar profesores para las escuelas secundarias, preparatorias y normales en las áreas de humanidades y ciencias físicas. En este plano, como los profesores no necesitaban impartir cursos a un nivel más alto que el profesional, podían incorporarse al cuerpo docente aquellos individuos que estaban estudiando una profesión o que ya se habían graduado.

En el caso de los cursos de física la mayor parte de los profesores fueron ingenieros egresados de la ENI (algunos titulados y otros fueron contratados sin título). Esta situación era de esperarse, pues la ENI impartía un mayor número de cursos de física respecto a la ENAE. Lo que resultaba diferente era que los profesores de la ENI se mantenían por años dentro del cuerpo docente, mientras que los de la ENAE cambiaban con mucha frecuencia, quizá porque eran cursos libres y muchas veces sin remuneración.

Debido a esta crítica situación laboral es común encontrar en el archivo de la ENAE nombres de profesores de física que sólo aparecieron una vez en las listas del personal docente, como el ingeniero Guillermo B. y Puga [34], Alberto S. Cárdenas, el ingeniero Salvador Altamirano, el ingeniero Alfonso Castelló y Sosa, el ingeniero Guillermo Keller, el ingeniero Alfonso C. Cornejo [35], el ingeniero Juan Mansilla y Rfo [36], el ingeniero Carlos Gutiérrez y el ingeniero Emilio Leonarz entre otros. Keller, por ejemplo, fue profesor de elec-

tricidad por muchos años en la ENI, mientras que en la ENAE sólo aparece una vez como catedrático. Muy pocos fueron consistentes, como Valentín Gama y Joaquín Gallo (también profesores de la ENI), al grado que llegaron a ser profesores de la Facultad de Ciencias, creada años después [37].

Como la ENAE no pudo materializar el objetivo de fomentar la investigación científica, su subsección de ciencias físicas se orientó hacia la docencia, especialmente en la formación de profesores de secundaria, preparatoria y normales. Y aun en este terreno tuvo lugar un vaivén entre la enseñanza de la física para fines utilitarios y la enseñanza de la física como un cuerpo de conocimiento básico. Esto dependía de la tendencia político-educativa que mantenían las autoridades de la Dirección o bien de la Secretaría de Educación Pública.

Un ejemplo de ello tuvo lugar el 23 de enero de 1924, cuando el Secretario de Educación Pública, José Vasconcelos (1882-1959), envió al Rector de la Universidad Nacional, Ezequiel A. Chávez, un acuerdo de reorganización de la Facultad de Altos Estudios. Sobre los cursos de ciencias afirmó [38]:

“Establézcanse especialidades de ciencias de aplicación formadas por cursos muy breves y rigurosamente prácticos, teniendo una extensión cuando más de 190 horas que puedan distribuirse en uno o dos años, debiendo darse por el momento, preferencia a esta clase de estudios sobre aquellos que sean meramente especulativos (...)”

Más aún, de manera general, el Plan de Estudios que envió la Secretaría de Educación Pública al rector de la Universidad perjudicaba las ciencias físicas, pues se eliminaba la Sección de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales por otra que se llamaba Especialidades en Ciencias Aplicadas, la cual estaba integrada únicamente por especialidades de ingeniería y medicina [39]. Finalmente Ezequiel A. Chávez restableció la sección al poco tiempo.

Esta dicotomía entre praxis y teoría continuó aún en la Facultad de Filosofía y Letras, pero en menor proporción, pues el número de los cursos de física empezó a decrecer. Finalmente, como veremos en el siguiente apartado, la Sección de Ciencias se eliminó de manera definitiva de la Facultad de Filosofía y Letras. Por otra parte, en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas se creó un Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas que ofrecía estudios de maestría y doctorado en física.

## 5. La sección de ciencias en la Facultad de Filosofía y Letras

La ENAE inició sin planes de estudio concretos, fue en la marcha que algunos campos se estructuraron poco a poco. La sección de humanidades tomó la delantera respecto a las dos restantes, y en pocos años los cursos se integraron en especialidades. Esto no ocurrió con la física, la cual se mantuvo como cursos aislados dentro de la sección de ciencias exactas, físicas y naturales (después transformada en sección de ciencias), y como tal, la sección se mantuvo en la Facultad de Filosofía y Letras cuando se extinguió la ENAE, pero los

cursos de física empezaron a disminuir tanto en los planes de estudio como en la práctica.

El 23 de septiembre de 1924, el presidente Alvaro Obregón emitió un decreto por el cual se transformó la ENAE y en su lugar se instituyeron la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Graduados y la Escuela Normal Superior. En el documento enviado por el Secretario de Estado y del Despacho de Gobernación, al Secretario de Estado y del Despacho de Educación Pública, se dice [40]:

“CONSIDERANDO. Que a su vez a la Escuela Nacional de Altos Estudios, debe también cambiársele la denominación, porque el nombre que ahora tiene no esta de acuerdo con la situación que guarda, ya que en esta Escuela se estudian materias que en ninguna otra se cursan, por lo que resulta que el nombre de Altos Estudios se funda en supuesto falso por no existir estudios previos que motiven racionalmente aquella denominación. Por esta circunstancia y también para evitar que el nombre de Altos Estudios sugiera ideas de suficiencia científica, técnica o filosófica, conviene que con dicha Escuela se forme la Facultad de Graduados y Escuela Normal Superior, en las que se harán y se formarán los Profesores de las Escuelas Secundarias, Preparatorias y Normales, y además, la Facultad de Filosofía y Letras”.

En opinión de González, la creación de la FFyL implicaba concebir en unidad las disciplinas humanísticas como un campo de estudios con vida propia, con la idea de concentrar y unificar los estudios humanísticos, anticipando la necesidad de separarlos de otros campos y de otros objetivos y niveles de enseñanza. Se consideraron como áreas principales las que se venían desarrollando en la ENAE, como la historia, la filosofía, la psicología, las “ciencias de la educación” y las letras clásicas, modernas e hispánicas, entre otras [41]. Las ciencias físicas ya no eran primordiales, como en un principio lo fueron.

En 1926 se instituyó un nuevo ordenamiento académico en el que la Facultad, ya legitimada gubernamentalmente, quedaba constituida por las secciones tanto de filosofía y ciencias, como de letras e historia, para otorgar en estas disciplinas el grado de maestro y doctor. Aunque la sección de ciencias aún permanecía y ofrecía cursos, en lo que a física se refería, no se impartió ninguno de acuerdo al reporte que se emitió en junio de 1926 de profesores y alumnos inscritos a la Facultad. En cambio los cursos de geografía y meteorología empezaban a aumentar [42].

En el plan de estudios de 1927, no obstante que la Facultad de Filosofía y Letras estaba integrada por tres secciones (Filosofía, Ciencias, e Historia y Letras) y una de ellas era la de Ciencias, ésta era una sección que empezaba a mostrar más diferencias que compatibilidades con la Facultad; lo podemos ver desde el nombre de la Facultad cuya tendencia hacia las humanidades era evidente. En dicho plan se hacía referencia a los grados de *agregado*, *maestro* y *doctor*. La sección de ciencias tenía dos divisiones, la de *ciencias matemáticas* y *físicas*, y la de *ciencias biológicas*. En cada una de éstas se mencionaban los requisitos para obtener los grados de agregado, maestro y doctor [43].

Para obtener el grado de Agregado de Ciencias Matemáticas y Físicas era necesario ser bachiller o haber concluido los estudios de maestro en las escuelas normales, haber cursa-

do cuatro cursos de matemáticas, o bien de mecánica, astronomía, física o química; otros cursos mucho más específicos y relacionados con la ciencia de especialidad; otros más sobre la historia de las ciencias matemáticas y físicas, la epistemología y lógica y español. Asimismo debían presentar trabajos de laboratorio, cierto número de problemas resueltos, etcétera [43].

Para obtener el grado de Maestro se requería haber concluido los estudios de agregado, aprobar cuatro materias más (que no se especificaban) y sustentar una tesis mediante la cual se reportara una investigación original. Para obtener el grado de Doctor se les pedía el grado de Maestro, aprobar tres cursos más, hablar una “lengua viva” y sustentar una tesis de investigación [43]. El plan de estudios era muy general e impreciso, pues no daba una lista de materias o de cursos de especialización para ninguno de los grados.

Al año siguiente, en el plan de estudios se mantuvieron los mismos grados, el término “agregado” fue reemplazado por el de “licenciado” y, en general, los planes de estudios eran similares al del año anterior [44]. Es conveniente mencionar que en el archivo de la ENAE no se han encontrado documentos que hagan referencia a cursos de física impartidos durante estos años, es más, de 1923 hasta 1932 (año que se ofreció un curso de física teórica) no se han encontrado reportes de cursos de física programados o impartidos.

Como vemos, las ciencias físicas y matemáticas estaban consideradas en el Plan de Estudios General de la Facultad de Filosofía y Letras, pero en la práctica tenían poca presencia, de hecho, los primeros estudiantes que se graduaron de la Sección de Ciencias, con grados de maestro y doctor, fueron los biólogos [45].

Para tener una idea del precario estado que vivía la física en la sección de ciencias, basta con observar a sus miembros, que eran Sotero Prieto, Jorge Quijano y Alfonso Nápoles Gándara (1897-1997), todos ellos maestros de cursos de matemáticas. Gracias a estos profesores de matemáticas, la física aún lograba subsistir. Nápoles Gándara, por ejemplo, fue encargado de elaborar un plan de estudios de matemáticas y física. Cabe mencionar que Nápoles Gándara, en 1932, regresó de E.U. después de haber recibido la beca Guggenheim para realizar estudios de posgrado en matemáticas [46].

En 1932 se impartieron varios cursos de la Sección de Ciencias, entre los cuales se encontraba uno de física teórica, impartido por el ingeniero Alfredo Baños Jr (1905-1994), quien había estudiado ingeniería en el Johns Hopkins University, Baltimore [47]. Baños colaboró no sólo como catedrático de la Sección de Ciencias de la Facultad de Filosofía y Letras, sino también en la creación del primer Instituto de Física, del cual fue su primer director (en 1938), inmediatamente después de haber terminado sus estudios de doctorado en el MIT bajo la dirección de Manuel Sandoval Vallarta (1899-1977).

Al año siguiente, la física se benefició de la reestructuración de la Universidad, que hiciera el rector Manuel Gómez Morín (1897-1972), pues se establecieron Jefaturas de Grupo, en ciencias exactas fueron nombrados Sotero Prieto, Ba-

siliso Romo (1872-1942) y Manuel Sandoval Vallarta [48]. Ricardo Monges López (1886-1983) se integró en 1934 para la de Ingeniería. Gómez Morín rechazaba los planes de estudios rígidos y prefería el sistema de materias centrales, así seleccionó a destacados universitarios cuya tarea era organizar la vida académica en función de grupos de profesores e investigadores que por cada especialidad orientara tanto la enseñanza como la investigación en la Universidad [49].

Monges López [50], quien había cursado física teórica en Alemania, comenzó a realizar gestiones para modernizar la enseñanza de las ciencias y la investigación de la física en la Universidad. Llegó a convertirse en líder del desarrollo de la ciencia en México, pues, además de crear varias profesiones científicas (la física entre otras), creó varios institutos de investigación de ciencias exactas (como el Instituto de Física y el de Geofísica).

El año de 1933, sin duda, fue crucial y favorable para el desarrollo de la física en México, pues fue el año en el que los ingenieros Ricardo Monges López, Agustín Aragón Leyva y Pedro Zuloaga publicaron en el periódico el *Nacional* una serie de notas donde se hacía énfasis en la importancia de contar con profesiones y centros de investigación científica para el progreso del país [51]. Al parecer, estas notas periodísticas influyeron en las autoridades universitarias, en particular en el Rector Manuel Gómez Morín, quien pidió a Monges López se encargara de reorganizar los estudios científicos y técnicos dentro de la Universidad [52].

## 6. De la física de carácter ingenieril a la creación de una carrera de física

En noviembre de 1934 fue designado rector el prestigiado médico Fernando Ocaranza (1876-1965). Durante su rectorado la Universidad sufrió una profunda transformación en la que se reorganizaron los estudios de la siguiente manera [53]:

- a) La Escuela Nacional Preparatoria.
- b) La Facultad de Filosofía y Bellas Artes, que contenía las Escuelas de Filosofía y Letras, de Arquitectura, de Artes Plásticas y la Superior de Música.
- c) La Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, dentro de la cual se encontraban las escuelas de Derecho, de Economía y la de Comercio y Administración.
- d) La Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas, que comprendía las escuelas de Medicina (con dos secciones: la de Medicina y la de Enfermería y Obstetricia), la de Odontología, la de Medicina Veterinaria y el Departamento de Ciencias Biológicas.
- e) La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, que abarcaba las Escuelas de Ingenieros y de Ciencias Químicas, así como el Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Finalmente, el 1 de marzo de 1935 se suprimió la Sección de Ciencias en la Facultad de Filosofía y Letras y con ello desaparecieron los grados de maestría y doctorado en ciencias matemáticas y físicas que se venían ofreciendo desde 1926 [54]. Por otro lado, el 21 de enero de 1935, el Consejo Universitario aprobó la estructura general de la Universidad. En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas se creó el Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas [55]. Con este cambio, la trayectoria de la física tomaría un giro diferente, pues tenía el apoyo directo de la Escuela Nacional de Ingenieros.

En el Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas se continuaron impartiendo cursos para profesores de matemáticas, física o química para escuelas preparatorias, secundarias y normales; estos estudios, unidos a otros que se llevaban a cabo en la Facultad de Filosofía y Bellas Artes, conducían al grado de maestro en ciencias de la Educación. También existía la posibilidad de obtener los grados de maestro y doctor en ciencias físicas y matemáticas [51].

El Director de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas era el ingeniero civil Ignacio Avilez [56], quien también fungía como Director de la Escuela Nacional de Ingenieros y como Jefe del Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas. El ingeniero Avilez tenía experiencia como profesor de dinámica y mecánica aplicada a las máquinas en la ENI [57]. La Facultad tenía una Academia General y, cada entidad integrante de esta Facultad, tenía su Academia particular (ambas Academias, integradas por profesores y alumnos). El Decano y los académicos de la Academia General representaban a la Facultad en el Consejo Universitario.

La Academia del Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas quedó integrada, en su mayoría, por los profesores que pertenecieron a la Sección de Ciencias de la Facultad de Filosofía y Letras, como el ingeniero Basiliso Romo, el ingeniero Jorge Quijano, el ingeniero Alfonso Nápoles Gándara y el ingeniero Alfredo Baños. El único miembro nuevo era el ingeniero Carlos Graef (1911-1988) [58]. Quijano y Baños también formaban parte de las academias de la ENI, y Nápoles y Quijano de la Academia General. Conviene mencionar que en el programa, Graef aparece en el rubro de profesores, pero en su currículum y en uno de sus artículos se considera alumno desde 1934 [59].

Por primera vez, México tenía una institución de educación superior que contaba con planes de estudios adecuadamente estructurados para realizar estudios en física y matemáticas. Los estudiantes inscritos en este departamento podían obtener los grados de maestro y doctor en ciencias (física, matemáticas o química), o bien, realizar estudios para profesores de escuelas preparatorias, o profesores de escuelas secundarias y normales [51].

Poco tiempo después fue nombrado Jefe del Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas, el ingeniero Ricardo Monges López. Él mismo promovió la creación de una Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas (ENCFM). Su propuesta fue aprobada el 1 de marzo de 1936 y Monges López quedó como su primer director. En marzo de ese año, Monges

publicó los planes de estudios para las carreras de matemático, físico, geólogo, profesor de matemáticas en escuelas secundarias y normales, profesor de física en escuelas secundarias y normales, y profesor de química en escuelas secundarias y normales [60]. En física ya había estudiantes inscritos en la ENCFM, como Fernando Alba Andrade, por mencionar un ejemplo [61].

La ENCFM fue instalada en el Palacio de Minería de la ENI. Como Monges requería de doctores para poner en marcha sus proyectos, el 14 de enero de 1937 solicitó al Consejo Universitario que se les otorgara los grados de maestro y doctor en ciencias matemáticas a los profesores Jorge Quijano Lozada y Nápoles Gándara, respectivamente, petición que fue aceptada [62].

Desde la dirección de la ENCFM, Monges López empezó a gestionar la transformación de esta Institución en una Facultad de Ciencias. En 1938 presentó el proyecto para estructurar la Facultad de Ciencias. El 19 de diciembre de 1938 el Consejo Universitario aprobó el Nuevo Estatuto Universitario y creó la Facultad de Ciencias, misma que inició sus labores el 2 de enero de 1939 bajo la dirección del ingeniero Ricardo Monges López. Las clases comenzaron el 1º de marzo de 1939 con los Departamentos de Matemáticas, Física, Química, Biología, Geografía, Geología y Astronomía. Cada uno de los Departamentos contaba con grados de maestro en ciencias y doctor en ciencias, e incluía profesor de matemáticas y geografía [63].

La recién creada Facultad de Ciencias, al igual que la ENCFM, no contaba, en ese momento, con un edificio propio, razón por la cual, sus diferentes departamentos tuvieron que distribuirse en diversas instituciones de la misma Universidad. En particular el Departamento de Física se quedó en el Palacio de Minería. La carrera de física se había consolidado en la Facultad de Ciencias.

Los objetivos de dicha Facultad plasmaban el futuro de la física en términos de una profesión dedicada al estudio propio de este campo, en los siguientes términos:

- a) La preparación de los investigadores científicos.
- b) La preparación de los profesores universitarios.
- c) La difusión de la alta cultura.
- d) La coordinación de la investigación llevada a cabo por los institutos de investigación científica.

La Facultad de Ciencias y los primeros institutos de investigación (correspondientes a cada departamento) se planearon para que mantuvieran una colaboración estrecha, de tal manera que los investigadores de los institutos fueran también profesores de la Facultad. Así, los institutos podrían ir incorporando los egresados de la Facultad, con lo cual contarían con un lugar propio para realizar las investigaciones científicas de su interés. La meta se había alcanzado y la física tendría la oportunidad de desarrollarse como ciencia básica en nuestro país.

**Siglas de fuentes primarias**

AGN	Archivo General de la Nación
CESU, ENI	Archivo del Centro de Estudios Sobre la Universidad de la UNAM, Fondo Escuela Nacional de Ingenieros
CESU, ENAE	CESU, Fondo Escuela Nacional de Altos Estudios
CESU, AHCU	CESU, Fondo Archivo Histórico del Consejo Universitario
CESU, AG	CESU, Fondo Archivo General.

**Agradecimientos**

Deseo agradecer el apoyo que me brindaron en esta investigación al doctor Juan Manuel Lozano y a los estudiantes Edgar Omar Rodríguez, Lilia Villavicencio y Karina Tlatelpa. Por otra parte, es importante mencionar que esta investigación se llevó a cabo gracias al financiamiento recibido por el CONACYT a través del proyecto clave 34115-H, y también del Programa PAPIIT-DGAPA-UNAM con el proyecto IN301100. A ambas instituciones les extiendo un profundo agradecimiento por el apoyo brindado.

- 
- \*. Estancia de investigación posdoctoral en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.
- M.P. Ramos Lara, *Difusión e Institucionalización de la mecánica newtoniana en México en el siglo XVIII* (Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, Universidad de Puebla, México, 1994).
  - M.P. Ramos Lara, "Alzate y la física en sus Gacetas de Literatura", *Periodismo científico en el siglo XVIII: José Antonio Alzate y Ramírez* (UAM-X, México, 2001), p. 403.
  - M.P. Ramos Lara, *Rev. Mex. Fís.* **45** (1999) 193.
  - J.J. Izquierdo, "Las ciencias modernas en la primera etapa del Seminario de Minería de México (1792-1811)" (Memorias del 1er Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia, Tomo II, SMHCT, 1964) p. 273.
  - J.J. Izquierdo, *La primera casa de las ciencias en México* (Editorial Ciencia, México, 1958) p. 8.
  - N. Pons, "Los Ingenieros en la Independencia", en *Ingenieros en la Independencia y la Revolución* (SEFI UNAM, México, 1987) p. 43.
  - S. Ramírez, *Datos para la historia del Colegio de Minería* (Edición de la Sociedad "A. Alzate", México, 1890) p. 260.
  - AGN, Justicia e Instrucción Pública, **10**, fs. 101-118; AGN, Justicia e Instrucción Pública, **8**, fs. 64.
  - CESU, ENI, Informes y reglamentos, caja 7, exp. 10, fo. 153-260.
  - S. Ramírez (1890) pp. 236 y 294.
  - AGN, Justicia e Instrucción Pública, **72**, fs. 86-87.
  - CESU, ENI, Asuntos escolares, calificaciones y exámenes, caja 25, exp. 39, fo. 189-227.
  - M.P. Ramos Lara, *Historia de la física en México en el siglo XIX: Los casos del Colegio de Minería y la Escuela Nacional de Ingenieros* (Tesis de doctorado de la FFyL-UNAM, México, 1996).
  - M.P. Ramos Lara, "La Escuela Nacional de Ingenieros en el siglo XIX", *La educación superior en el proceso histórico de México*, Tomo II (Siglos XIX-XX) (SEP, ANUIES, UABC, México, 2001) p. 188.
  - M.P. Ramos Lara, "La mecánica clásica y su enseñanza en el Colegio de Minería (1800-1867)", *Revista Contactos* (núm. 37, julio-septiembre 2000) p. 49.
  - Ley Orgánica de Instrucción Pública en el Distrito Federal 1867-1967* (UNAM, México, 1967).
  - Los ingenieros geógrafos también tenían que llevar cursos de física, pero no tantos como las profesiones mencionadas. M.P. Ramos Lara (1996) p. 87.
  - J. Hernández Luna, *La Universidad de Justo Sierra* (Secretaría de Educación Pública, Colección de Documentos Universitarios, México, 1948).
  - C. García Stahl, *Síntesis histórica de la Universidad de México* (UNAM, México, 1978) p. 137.
  - Ley que crea la Universidad de 1910, artículo 2do. *La Universidad Nacional de México 1910* (UNAM, México, Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, 1990).
  - Artículo 3° de la Ley Constitutiva de la Escuela Nacional de Altos Estudios.
  - Artículo 2° de la Ley Constitutiva de la Escuela Nacional de Altos Estudios.
  - Artículo 8° de la Ley Constitutiva de la Escuela Nacional de Altos Estudios.
  - CESU, ENAE, caja 7, exp. 132, fo. 3504, año 1910.
  - L. Menéndez Menéndez, *Escuela Nacional de Altos Estudios y Facultad de Filosofía y Letras. Planes de Estudios, Títulos y Grados 1910-1994* (Tesis de Doctorado en Pedagogía, UNAM, México, 1996) pp. 47-61.
  - CESU, ENAE, caja 7, exp. 137, fs. 3572, año 1912.
  - CESU, ENAE, caja 7, exp. 136, fs. 3548-3549, año 1911; CESU, ENAE, caja 7, exp. 132, fo. 3818, año 1910.
  - CESU, ENAE, caja 17, exp. 338, fs. 10484-10489, año 1911.
  - CESU, ENAE, caja 20, exp. 402, fs. 12073-12081, año 1912.
  - CESU, ENAE, caja 11, exp. 222, fs. 6026, 6029 y 6034, año 1912. En estos documentos Sotero Prieto se presenta como calculador del Observatorio Astronómico de Tacubaya y profesor interino de mecánica general en la ENI (septiembre 1912).
  - E. Navarro, *Antecedentes de la Investigación y de los Altos Estudios de Física y Matemáticas en México* (Tesis de Maestría en Matemáticas, FC-UNAM) 1997.

32. Joaquín Gallo anunciaba que su curso se impartiría en el Observatorio Astronómico de Tacubaya. Salvador Altamirano y Valentín Gama en la Escuela de Altos Estudios y Alfonso Castelló en la ENI. CESU, ENAE, caja 20, exp. 427, fo. 12431-12432, año 1914.
33. CESU, ENAE, caja 8, exp. 154, fo. 4371-4373, año 1915.
34. Obtuvo los títulos de ingeniero geógrafo e ingeniero topógrafo e hidrógrafo el 22 de junio de 1891. Revista *Ingeniería* (No. Extraordinario, enero 1942) pp. 46 a 62.
35. Alfonso Cornejo fue ingeniero químico por la Universidad de Leipzig, en Alemania. El mismo se inscribiría en 1929 a la ENAE para llevar un curso de filosofía. CESU, AG, Expedientes de Alumnos (1929), exp. 5246.
36. Juan Mansilla y Río estuvo inscrito en la carrera de ingeniero minero en la ENI en 1890, pero no llegó a titularse. CESU, AG, Expedientes de Alumnos (1890), exp. 44780.
37. M.P. Ramos, "Los ingenieros promotores de la física académica en México(1910-1935)" (en prensa).
38. CESU, ENAE, caja 6, exp. 110, fo. 3029, año 1924.
39. CESU, ENAE, caja 21, exp. 457, fo. 12971, año 1924; CESU, ENAE, caja 21, exp. 454, fo. 12934, año 1924.
40. *Diario Oficial*, lunes 13 de octubre de 1924, Tomo XXVIII, núm. 35.
41. J. González, "De la Escuela de Altos Estudios a la Facultad de Filosofía y Letras", en *Setenta años de la Facultad de Filosofía y Letras* (UNAM, México, 1994) pp. 13-26.
42. CESU, ENAE, caja 16, exp. 337, fo. 10399-10405, año 1926.
43. CESU, ENAE, caja 21, exp. 464, fo. 13055-13065, año 1927.
44. CESU, ENAE, caja 21, exp. 464, fo. 13077-13081, año 1928.
45. A. Hoffmann, J.L. Cifuentes y J. Llorente, *Historia del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias UNAM, en conmemoración del cincuentenario de su fundación (1930-1989)* (UNAM, México, 1993) p. 35.
46. *Premio Universidad Nacional, Entrevistas*, Doctor Alfonso Nápoles Gándara (UNAM México, 1988) pp. 31-55.
47. CESU, AG, Expedientes de Alumnos, A-G, 1.2, vol. 7.
48. A. Alarcón, *El Consejo Universitario, sesiones de 1924-1977* (UNAM, 1985) p. 119.
49. C. García Stahl (1978) pp. 188-189.
50. Ricardo Monges López estudió la carrera de ingeniero civil en la ENI y obtuvo el título en 1912. Fue becado por la Secretaría de Instrucción Pública para perfeccionar sus estudios en Estados Unidos, Bélgica, Alemania e Inglaterra. En Alemania estudió matemáticas superiores y física teórica. CESU, Archivo Histórico, Fondo del Consejo Universitario, Tomo IV, fo. 406-410.
51. E. Navarro (1997) pp. 55-100.
52. H. Cruz Manjarrez, *El Desarrollo de la física en México* (Anaya Editores, México, 1996) p. 32.
53. C. García Stahl (1978) pp. 193-144.
54. L. Menendez Menendez, "La Facultad de Filosofía y Letras, breve síntesis de su trayectoria pedagógica", en *Setenta años de la Facultad de Filosofía y Letras* (UNAM, México, 1994) p. 119.
55. *Organización, Planes y Programas de Estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de México, 1935* (Edición Facsimilar, México, Prensas de Ciencias, 1991).
56. Ignacio Avilez se tituló en la ENI de Ingeniero Civil el 12 de octubre de 1914. Revista *Ingeniería* (No. Extraordinario, enero 1942) p. 46.
57. Como se puede ver en las listas de cursos de 1918. También participaba como jurado de exámenes de electricidad de la misma escuela. CESU, ENI, caja 26, exp. 53, fo. 585 bis.
58. Carlos Graef Fernández estudió ingeniería en la ENI y no llegó a titularse (1931-1934). Estudió en el Departamento de Ciencias y en la ENCFM (1934-1937), realizó estudios de posgrado en física en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, y regresó a México para incorporarse como profesor de la Facultad de Ciencias. CESU, Archivo Histórico, Fondo del Consejo Universitario (año 1970).
59. J.L. Fernández Chapou y A. Mondragón Ballesteros (compiladores), "Palabras pronunciadas por el Dr. Carlos Graef Fernández durante el homenaje que le rindió la Sociedad Mexicana de Física", *Carlos Graef Fernández. Obra científica* (Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco e Iztapalapa, México, 1993) p. 683.
60. CESU, Archivo General, exp. 45349.
61. E. Adem, J. Miranda y J. Rickards, *Fernando Alba Andrade, el primer físico de la UNAM* (UNAM, 2002).
62. CESU, Archivo Histórico, Fondo del Consejo Universitario, Tomo IV, fo. 406-410.
63. CESU, Fondo Consejo Universitario, 1.3, vol. 6, 1938-1950.