

LA ENSEÑANZA Y LA PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA DURANTE EL PORFIRIATO

Mílada BAZANT
El Colegio de México

LA ESCUELA DE INGENIEROS AL INICIO DEL RÉGIMEN (1876-1880)

LA ENSEÑANZA TÉCNICA en México tuvo sus orígenes en 1792 con la creación del Colegio de Minería que ofrecía las carreras de ingeniería hidráulica y minera. Este Colegio subsistió durante la mayor parte del siglo XIX. Otro establecimiento que brindaba enseñanza de la ingeniería era el Colegio Militar creado en 1822. En 1844 ocupó el Castillo de Chapultepec y después de su destrucción por el ejército norteamericano en 1848, recobró importancia como centro docente durante el gobierno de Porfirio Díaz, quien, desde el principio de su régimen, mostró un franco interés en la enseñanza técnica. La mayor parte de los ingenieros fue producto de la Escuela Nacional de Ingeniería creada en 1867 con la reforma educativa de Benito Juárez, institución en la que se había transformado el Colegio de Minería. Hacia 1874, el número de estudiantes inscritos era tan bajo que se pensaba cerrar el establecimiento y enviar los ocho o diez estudiantes que había al extranjero.¹ Sin embargo, Díaz logró que la carrera de ingeniería tuviera cierto éxito, promoviendo su ingreso y facilitando económicamente los estudios. Aunque la enseñanza superior era gratuita, se otorgaron becas a estudiantes que provenían de los estados, y también se enviaron a los mejores alumnos a perfeccionarse en el extranjero.

La profesión de ingeniero cobró importancia durante el régimen de Porfirio Díaz debido a la infraestructura económica y a la mentalidad de progreso material que se fue creando. La misma ne-

¹ DUMAS, s.f., III, p. 844. Véanse las explicaciones sobre siglas y referencias al final de este artículo.

cesidad social y circunstancia histórica hizo que este tipo de actividad proliferara como nunca. La conjunción de factores como la paz, la estabilidad política, las vías de comunicación y la migración y capital extranjeros convirtieron a México poco a poco en una nación más próspera y moderna. Tan solo los ferrocarriles provocaron un cambio drástico en la economía; los mercados locales, antes aislados entre sí, fueron asimilándose con otros para convertirse en regionales, nacionales y aún mundiales, alentando el desarrollo de la industria. Así como antes la profesión de abogado cumplía una función social, ahora los servicios profesionales del ingeniero eran indispensables para el desarrollo material de México. Por su "noble y honrosa profesión" los ingenieros realizaron la "transformación" del país y cumplieron una misión "bienhechora",² decía uno de los catedráticos de la Escuela.

Durante todo el periodo porfirista ha de manifestarse un constante interés por la enseñanza de la ingeniería, reformando sus planes de estudio, y sobre todo aumentando la parte práctica. Si bien la aplicación de estos cambios resultara difícil de evaluar, es indiscutible el auge de esta profesión, todavía despreciada por la sociedad:

El ingeniero, esa personificación del trabajo, difícilmente es comprendido en la sociedad; sus vigiliias y afanes son rara vez considerados, y parece que se ha querido declarar su inutilidad. No es él, el que se ha hecho merecedor a tal situación; su mente se abrasa con los mil estudios que ha hecho, y su ambición es verlos realizados en el país, pero ésto es superior a sus fuerzas; estudia y aún inventa y encontrando la falta o ruindad de medios para la ejecución, tiene que amoldarse a exigencias, que mutilando sus proyectos lo ponen tal vez en ridículo. Esto es lo que pasa casi siempre, pudiendo afirmarse que el ingeniero es el caricaturista de sus propias obras.

De aquí viene no la decadencia, sino la prostitución de la carrera, pues para las obras tal como se quiere, el ingeniero es inútil, y siendo caro en sus proyectos, es necesario dejarlo con la belleza de sus teorías. . .³

Sin embargo, el ingeniero debería formar

² CRESPO Y MARTÍNEZ, 1901, pp. 78-79.

³ PALAVICINI, 1945, p. 437.

... la parte militante de la sociedad. Si en nuestro país no podemos por ahora esperar grandes recompensas, tenemos sin embargo una gran cosecha que levantar. A nosotros toca el convertir en oro el polvo de nuestra tierra. Tenemos que levantar pueblos, que dar fertilidad a los campos, riqueza y bienestar por todas partes. A nuestras obras deberá nuestra patria querida su poder y su grandeza, y donde hoy apenas se vegeta, tal vez dentro de pocos años existirá una sociedad de hombres libres y felices.⁴

Al finalizar el año 1876, el entonces director de la Escuela de Ingenieros, Antonio del Castillo, propuso una reforma en el plan de estudios que fue aprobada por el Congreso.⁵ Se nota la influencia francesa al hacer hincapié en la parte teórica, tendencia que perduró varios lustros. Sin embargo, conforme avanzó el siglo fue filtrándose la corriente americana de corte pragmático, de tal manera que desplazó a la europea en el periodo post-revolucionario. Se fueron introduciendo cada vez más prácticas en la carrera, y algunos pensaron que aún así, la preparación académica del ingeniero era la de un "sabio", pero no la adecuada de un profesionalista para resolver los problemas técnicos que requería México.

Los interesados podían obtener su título de ingeniero civil (tam-

⁴ PALAVICINI, 1945, p. 440.

⁵ COMUNICACIÓN, 1877; CESU, exp. 65. Las cátedras aprobadas y los profesores que las otorgaron fueron los siguientes: gimnasia, Bodo von Grümer; geometría descriptiva y dibujo de máquinas, Emilio Dondé; hidráulica, Gilberto Crespo; mecánica racional y aplicada, Eduardo Garay; geodesia y astronomía práctica, Leandro Fernández; teoría mecánica de las construcciones, Antonio Rivas Mercado; química aplicada, análisis químico y docimacia (ensayo de minerales a fin de determinar los metales que contienen y su proporción), Antonio del Castillo; mineralogía, geología y paleontología, Manuel Urquiza; caminos comunes y ferrocarriles, Eleuterio Méndez; puentes, canales y obras en los puertos, Francisco de Garay; dibujo topográfico y geográfico, Eduardo Sagredo; elementos de arquitectura y dibujo arquitectónico, Ramón Rodríguez Aragoity; estereotomía y carpintería de edificios, Ramón Agea; en la Escuela Práctica de Minas de Pachuca: metalurgia con obligación por parte del profesor de dirigir a los alumnos en los estudios prácticos que debían hacer en algunas ferrerías, laboreo de minas y legislación minera.

bién llamado ingeniero arquitecto) y de minas en cuatro años, de ensayador y apartador, de topógrafo e hidromensurador y de ingeniero mecánico en dos años. De hecho, Porfirio Díaz no aumentó las especialidades de ingeniería en esta primera época; mantuvo las que Juárez había creado en 1869 y la única diferencia fue la fusión que hizo del ingeniero civil con el ingeniero arquitecto. Durante el periodo juarista esta última se estudiaba tanto en la Escuela de Ingenieros como en la de Bellas Artes.

De los 41 ingenieros recibidos de 1876 a 1880 (ver Anexo 1), nueve provenían de los estados. Debido a que pocas entidades ofrecían este tipo de estudios, los gobiernos locales becaban a los interesados en el Distrito Federal. Por otra parte, el ministro de Justicia e Instrucción Pública otorgó en 1877 32 becas de 35 pesos mensuales, que perdían los alumnos si no obtenían la aprobación por unanimidad en todas las materias que formaban el curso de cada año.⁶

La Escuela de Ingenieros tenía otro establecimiento en Pachuca donde los estudiantes del cuarto año de minas debían realizar sus prácticas. La Escuela Práctica de Metalurgia y Labores de Minas, como se llamó, fue establecida en 1877 por el ministro de Justicia e Instrucción Pública, Ignacio Ramírez. Seguramente se estableció en Pachuca debido a que era uno de los centros mineros más importantes de la República.⁷ Otra de las funciones de dicha escuela fue la de asesorar gratuitamente a los mineros de la región sobre cualquier asunto técnico de la industria minera. En dicha industria se introdujeron cambios tecnológicos muy importantes, como el empleo de la fuerza hidráulica para generar electricidad y el proceso de cianuración para la extracción del oro y la plata en lugar del tradicional método de "patio", hecho con mercurio.

Aunque México era un país minero por excelencia, no hubo

⁶ *Reglamento*, 1877.

⁷ VALADÉS, 1948, I, p. 328. A dicha Escuela se le destinó el local del ex convento de San Francisco. Sin embargo, en 1909 desapareció porque se consideró que la enseñanza que se impartía no era satisfactoria y porque otra parte era más natural que los alumnos que siguieran la carrera de minas practicara en minerales de diferentes localidades. CESU, caja 10, exp. 224.

un predominio de ingenieros en esta rama técnica. Una de las razones fundamentales se debió a que las minas eran sobre todo propiedad extranjera,⁸ (y por lo mismo empleaban ingenieros extranjeros) y el valor de las mexicanas era relativamente insignificante. Muchas compañías mineras mexicanas vendieron sus propiedades porque no tuvieron capital suficiente para desarrollarlas y modernizar su tecnología.

Los interesados en estudiar minería podían seguir la carrera corta de ensayador y apartador de metales, la intermedia de metalurgista o bien la extensa y especializada de ingeniero de minas. Después de haber estudiado dos años, más cinco de preparatoria, el porvenir del ensayador no era muy halagüeño. Podía trabajar en el gobierno, en las casas de moneda, pero las plazas eran pocas y los sueldos bajos, entre 150 y 300 pesos al mes.⁹ Como otras opciones podía trabajar en las compañías mineras o en las haciendas de beneficio en puestos secundarios, pero los sueldos tampoco eran altos y existía la desventaja de que preferían ocupar a los simples prácticos en lugar de los ensayadores titulados. Las grandes empresas metalúrgicas norteamericanas pagaban sueldos más elevados y exigían conocimientos más extensos, pero ocupaban de preferencia a ingenieros norteamericanos porque conocían mejor los procedimientos industriales de análisis químico que se seguían en los Estados Unidos, más sencillos y rápidos que los complejos procedimientos químicos europeos que se enseñaban en la Escuela de

⁸ Estados Unidos tenían hasta 1908 el 61% (449 millones de pesos) de las inversiones totales en minas y metalurgia y el 47% (535 millones de pesos) en ferrocarriles; después de esta fecha México tenía las 2/3 partes. NICOLAU D'OLWER, 1965, pp. 1154-1155.

⁹ DOMÍNGUEZ, 1907, p. 507; un peón de minas ganaba de 62 centavos a 3 pesos diarios, NAVA OTEO, 1965, p. 252. Además, aún en los puestos bajos los americanos tenían preferencia: un peón americano ganaba casi el doble, haciendo el mismo tipo de trabajo que el mexicano. Los oficiales de las compañías americanas se quejaban de que no se podía tener confianza en el trabajo de los mexicanos y que éstos tardaban más tiempo en realizar el mismo tipo de trabajo. El mismo régimen apoyó la importación de trabajadores extranjeros: Porfirio Díaz le decía a los empresarios extranjeros que los trabajadores extranjeros educaban a los mexicanos. PLETCHER, 1972, p. 238; VAUGHAN, 1982, pp. 67-68.

Ingenieros, y más adaptados a las minas mexicanas. Esto era cierto también en los otros ramos de la ingeniería, incluyendo al especialista en minas, que sufrían la competencia de norteamericanos y alemanes, siempre mejor pagados. Los mismos extranjeros visitantes lamentaban que la mayoría de los ingenieros mineros fueran norteamericanos, habiendo tan buenos mexicanos.¹⁰ Seguramente influía el hecho de que las compañías extranjeras tenían más confianza en sus compatriotas, convencidos de su mayor capacidad y experiencia. El ensayador podía también abrir una oficina al público, ganando mucho más que como empleado, siempre y cuando no hubiera demasiada competencia. Sus ingresos aumentaban también si hacía toda clase de análisis industriales. Si disponía de un pequeño capital podía dedicarse a la compraventa de metales entre mineros y empresas metalúrgicas. De hecho había varias casas dedicadas exitosamente a este tipo de negocios.

La carrera de metalurgista se separó de la de ingeniero de minas (porque su función era diferente) en 1902. Sin embargo, su trabajo fue disminuyendo en importancia. Antes de que existieran los ferrocarriles y los centros metalúrgicos, los minerales eran beneficiados en el mismo lugar donde se extraían, siguiendo los procedimientos adecuados a la composición química del material, así que los centros mineros eran a la vez metalúrgicos. Con el avance de los ferrocarriles, que abarataron los fletes, y la existencia de grandes establecimientos metalúrgicos como los de Monterrey y Aguasca-

¹⁰ DOLLERO, 1911, p. 264. Realizó un viaje de carácter científico por toda la república en 1910, RICKARD, 1907, p. 204; PARKER, 1979. Parker describe en este interesante libro sus experiencias como ingeniero minero y ensayador en Durango y Chihuahua —fue contratado por una compañía americana— justo en el momento de la revolución minera cuando fue terminado en 1884 el ferrocarril entre Ciudad Juárez, Chihuahua y la Ciudad de México que facilitó el transporte del metal. Calificó esos años como la “época de oro” de la minería para los americanos. Sin embargo, David M. Pletcher, quien hace un estudio de casos de inversionistas americanos en minería y ferrocarriles en esta época, afirma que a través de su estudio de siete casos se puede generalizar, y concluye que las inversiones americanas en México tuvieron tanto éxito como fracaso y que el supuesto de que las ganancias fueron cuantiosas es sumamente relativo y exagerado, PLETCHER, 1972.

lientes, poco a poco desaparecieron los pequeños establecimientos. Los que dirigían las grandes empresas, en su mayor parte extranjeros, ganaban sueldos altísimos; en cambio los de las pequeñas no tenían futuro. En los grandes establecimientos, el metalurgista podía disponer de una variedad de minerales para preparar mezclas con la composición química necesaria (en los pequeños centros había que emplear lo que brindaba la localidad) lo que permitía el beneficio de metales de leyes bajas, antes incoasteables. En estos años Antonio del Castillo inventó un horno especial para beneficiar metales de leyes muy bajas resolviendo uno de los problemas principales de la minería mexicana.¹¹

La carrera más larga y especializada de la Escuela era la de ingeniero de minas; que en general fue la más popular. Los ingenieros mejor pagados eran precisamente los de esta especialidad, el sueldo promedio era de 6 a 12 mil pesos anuales.¹²

Uno de los grandes inconvenientes de esta profesión era la vida cotidiana pues aparte de ser peligrosa, era sumamente aislada. Muchos ingenieros, especialmente con familia, preferían ganar menos que sufrir estas incomodidades.

EL CAMBIO DE LA ESCUELA AL MINISTERIO DE FOMENTO, 1881-1891

La función del Ministerio, conforme a su denominación, consistió en fomentar el establecimiento y la protección de nuevas industrias, e impulsar la tecnología en la agricultura y la minería. El ministro en esta década, Carlos Pacheco, tenía “un enorme espíritu de empresa, de gran talento e iniciativa”;¹³ desempeñó su encargo muy acorde con las ideas económicas del régimen porfirista. “El principio del dejar hacer de la economía se sostuvo escrupulosamente.”¹⁴ Su sucesor en la siguiente década, Manuel Fernández Leal, ocupó la dirección de la Escuela de Ingenieros varias veces y siguió la misma tónica en el Ministerio. Por ser una

¹¹ NAVA OTEO, 1965, p. 274.

¹² DOMÍNGUEZ, 1907, p. 511.

¹³ VALADÉS, 1948, I, pp. 6, 11, 305.

¹⁴ GONZÁLEZ Y GONZÁLEZ, 1976, p. 213.

de las secretarías más importantes, junto con Hacienda y Guerra, contó para el ejercicio fiscal de 1882 a 1883 con 11 127 000 (Guerra tan solo con 8 millones), de los cuales la Escuela de Ingenieros obtuvo 107 000 pesos comparados con 37 120 del año anterior,¹⁵ cuando pertenecía a Justicia e Instrucción Pública. Estas cantidades reflejan la importancia atribuida tanto a Fomento como a la educación técnica.

Desde el 28 de noviembre de 1881 se había decretado que las escuelas de Ingeniería y Agricultura, que antes formaban parte de Justicia e Instrucción Pública, fueran consignadas al Ministerio de Fomento con el objetivo de promoverlas. La reforma de la Ley de Instrucción Pública en lo relativo a la enseñanza agrícola y minera se llevó a cabo por decreto del 15 de febrero de 1883.

En este decreto se dio la extensión conveniente a los estudios profesionales que en aquellos establecimientos deberían seguirse, atendiendo a su notoria importancia según la marcha siempre progresiva de las ciencias; abriendo nuevas clases, y estableciendo la indispensable distinción en las profesiones; clasificando y determinando de un modo preciso y adecuado los estudios que a cada una correspondían.¹⁶

Se siguieron ofreciendo las mismas especialidades que antes, pero se añadieron tres más: la de caminos, puertos y canales, la de telegrafista (por decreto del 3 de junio de 1889 ésta se suprimió y dio lugar a la de ingeniero electricista) y la de ingeniero industrial.

La Escuela, que ocupaba el Palacio de Minería, fue dotada con los instrumentos necesarios para el buen servicio de sus gabinetes de meteorología, topografía, astronomía, materiales de construcción, química, física, mecánica, etc.¹⁷ La biblioteca se enriqueció con multitud de obras nuevas y periódicos científicos tanto nacionales como del extranjero.¹⁸ Por otra parte, el artículo 34 de la ley

¹⁵ *Anuario*, 1901, pp. 284-285; DUBLÁN y LOZANO, 1876-1904, xiv, p. 794. Durante casi todos los años del Porfiriato, Guerra obtuvo el máximo presupuesto.

¹⁶ *Memoria Fomento*, 1887, p. 271.

¹⁷ *Memoria Fomento*, 1887, p. 274.

¹⁸ CESU, exp. 48, nov. 1881. La secretaría de Fomento le sugirió al director que vendiera todos los libros que no se necesitaban en la escuela

del 15 de febrero de 1883 dispuso que, académicamente, la Escuela sería independiente y el Ministerio de Fomento sólo interveniría para regular el orden administrativo.

Para poder inscribirse en calidad de alumno propietario en la Escuela de Ingenieros, era necesario haber terminado la preparatoria; si provenía de alguna de las escuelas oficiales de los estados, estaba obligado a presentar examen de las materias preparatorias que le faltaran antes de concluir su carrera. Los alumnos supernumerarios podían cursar las materias que quisieran, pero no tenían derecho a examen. A los que deseaban ser telegrafistas, no se les exigía alemán, lógica e historia natural. El artículo 30 del decreto fue curioso y confuso: declaró que solamente el título profesional autorizaba a ejercer la carrera de ingeniero de minas y metalurgista, pues el "certificado de aptitud" otorgado a las otras especialidades, "sólo expresan los conocimientos de la persona en el ramo a que se contraen".¹⁹ Sin embargo, en los expedientes de la Escuela aparecen títulos de todas las especialidades.

Las becas se otorgaban a alumnos de "notoria pobreza"; el director del plantel rendía un informe sobre cada uno de estos alumnos beneficiados, exaltando sus cualidades y mostrando sus defectos, tanto de su capacidad intelectual como de su comportamiento personal.²⁰ Hubo becados "recomendados": Manuel Marroquín y Rivera por el ministro de Justicia e Instrucción Pública, Joaquín Baranda; Miguel Rocha, por el ministro Carlos Pacheco; Hermenegildo Muro por un profesor y Rodolfo Pérez por el senador Méndez Rivas.²¹ Al alumno con mejores calificaciones se le otorgaba una medalla y cinco libros; otros premios menores consistían sólo en libros.²²

La asistencia a las clases tanto de los alumnos como de los maestros fue muy regular.²³ Sin embargo, nos sorprende el hecho de

—había muchos en latín— y que con ese dinero comprara otros. CESU, exp. 88, abr. 1882.

¹⁹ *Memoria Fomento*, 1887, arts. 3, 5 y 30 del decreto del 15 feb. 1883.

²⁰ CESU, exp. 224/224-419-“1886”-2336.

²¹ CESU, exp. 102, s.f., alrededor de 1885.

²² CESU, exp. 112.

²³ Con la excepción de Joaquín Casasús, profesor de economía polí-

que algunos alumnos recibidos en 1883-1884 como Francisco Bulnes y Leandro Fernández, ambos topógrafos, dieran clases en 1882; el primero de hidrografía y meteorología y el segundo de matemáticas superiores, geodesia y astronomía práctica. Se dice que las clases de Bulnes eran populares, "pues hablaba de todo menos de su materia".²⁴ Fernández fue director de la escuela en dos ocasiones, lo consideraban un "sabio";²⁵ obtuvo títulos de ingeniero civil, ensayador, topógrafo e hidrógrafo y geógrafo. Desempeñó también varios cargos en la administración, fue director de la Casa de la Moneda, ministro de Fomento y de Comunicaciones y Obras Públicas y gobernador de Durango.

La parte medular en el nuevo plan de estudios fue la importancia que se le dio a la práctica. El informe que rindió el director Antonio del Castillo, correspondiente al año 1882, contiene en 46 páginas, con detalle extremo, noticias acerca de las prácticas que se llevaron a cabo de cada una de las diferentes carreras técnicas, con el fin de aumentar la capacidad de los alumnos, y proporcionar datos para el conocimiento de la estadística nacional.²⁶

Por otra parte, se inauguró la clase de materiales de construcción con el objetivo de conocer la resistencia de los diversos materiales que se producían en México. La importancia atribuida a esta cátedra motivó la compra de máquinas en Europa.²⁷ Para la construcción de entonces se usaba la piedra, la madera y el fierro (este último de importación). El estudio de la carpintería a nivel profesional, para los ingenieros civiles e industriales (ver Anexo 2), era básico porque se empleaba la madera como cimbra para hacer arcos y otros elementos constructivos. También servía como elemento estructural en techos o entrepisos, como recubrimiento de la mampostería o bien de acabado con los interiores.

tica, quien a veces se presentaba sólo a sus exámenes finales. PANI, 1950, I, p. 41.

²⁴ Sobre todo de chismes de la política, PANI, 1950, pp. 25-26.

²⁵ CHÁVEZ, 1902, p. 580.

²⁶ INFORME, 1884.

²⁷ Tanto el profesor de mecánica ingeniero Manuel Gorgollo y Parra como el cónsul de México en París, Francisco Covarrubias, tuvieron esta misión y compraron máquinas en Alemania y Francia.

Comparados con la década anterior, el número de ingenieros recibidos aumentó notablemente a 110 nuevos profesionistas, siendo la topografía la especialidad más popular (ver Anexo 1). En cambio, la carrera de ingeniero electricista y la de ingeniero industrial, surgidas a raíz de la industrialización, tuvieron pocos inscritos. Fue común afirmar en la época que esto se debía al plan de estudios demasiado teórico. La especialidad de ingeniero electricista tal vez requería de una buena instrucción práctica más que teórica, pero la Escuela no contaba con los elementos necesarios.²⁸ Así las cosas, los puestos importantes en las industrias eléctricas los ocupaban profesionistas extranjeros. Durante muchos años la única fuente de energía fue el combustible vegetal, pero las necesidades de producir en mayor escala condujo a que se buscaran otras fuentes de energía, como las cascadas de agua. Tanto el petróleo como el carbón de piedra apenas empezaban a desarrollarse en la primera década del presente siglo. Quizá el éxito de la carrera de ingeniero electricista se vislumbró en años posteriores, pero todavía en 1907 sólo había tres alumnos inscritos.²⁹ De esta carrera, que duraba tres años, hubiera sido posible suprimir el primero (y también en las demás especialidades) pues la mayoría de las materias ya se habían estudiado en la preparatoria (ver Anexo 2).

La nueva especialidad de ingeniero de caminos, puertos y canales, creada en 1883, obedeció decididamente al impulso porfirista de realizar obras de infraestructura. En materia de caminos y vías de comunicación se dio preferencia a los ferrocarriles. Decíase entonces que México había pasado de los "caminos de herradura a los caminos de fierro".³⁰ La construcción de ferrocarriles creció tan aceleradamente que fue necesaria la creación de la Escuela de Maquinistas:

El incremento perceptible que la construcción y explotación de ferrocarriles adquiere en el país y la tendencia al establecimiento de nuevas industrias así como al perfeccionamiento de las ya establecidas, viene cada día acentuando más la necesidad de crear maquinistas de

²⁸ DOMÍNGUEZ, 1907, p. 510.

²⁹ CESU, caja 11, exp. 220.

³⁰ GONZÁLEZ DE GOSSÓ, 1976, iv, p. 311.

taller y maquinistas conductores de locomotivas instruidos que presen garantías de aptitud al público y a las empresas en los empleos que se les confien.³¹

Porfirio Díaz afirmaba que:

El silbido de la locomotora en los desiertos donde antes sólo se oía el alarido del salvaje, es un anuncio de paz y prosperidad para esta noble nación, que aspira con justicia a participar en los bienes que la libertad y la ciencia han derramado a manos llenas en el mundo civilizado.³²

La trascendencia de la construcción de ferrocarriles para la economía y la sociedad fue enorme. Anteriormente el transporte de mercancías se llevaba a cabo en recuas de mulas; ahora el ferrocarril permitía no sólo facilitararlo, sino abaratarlo. Se aceleró el crecimiento de la minería, el comercio y la industria. Desde la época de Juárez el gobierno había otorgado concesiones a compañías extranjeras para la construcción de ferrocarriles, de tal manera que cuando Porfirio Díaz tomó el poder en 1876, recibió 640 kilómetros de líneas ferroviarias, construidos por el Ferrocarril Mexicano, de propiedad británica. Para 1898 había aumentado a 12 081 kilómetros y la red ferroviaria era prácticamente la misma de hoy.³³ Con este crecimiento tan acelerado era natural impulsar la especialidad de ingeniero de caminos, puertos, canales y ferrocarriles que se cursaba durante 4 años, al término de los cuales se exigía, durante un año, prácticas en cualquier obra que el gobierno les ordenase a los recién egresados.³⁴ Estas consistían en la visita a negocios particulares, a compañías de ingenieros mecánicos constructores, importadores de maquinaria, a la fábrica de armas y fundición nacional, a la oficina impresora del timbre, etcétera.³⁵

³¹ CESU, exp. s/n. Declaración del ministro Carlos Pacheco, 20 sept. 1890.

³² VALADÉS, 1948, I, p. 301.

³³ BAZANT, 1980, p. 103.

³⁴ *Memoria Fomento*, 1887, p. 282; CESU, caja 8, exp. 146. El gobierno pagaba a los alumnos 40 pesos mensuales para su práctica anual.

³⁵ CESU, exp. 126.

Algunos pasantes que hicieron sus prácticas en ferrocarriles fueron Manuel Couto y Couto, Francisco Bulnes, Francisco González Cosío, Manuel Francisco Álvarez, Ángel Anguiano, Antonio Anza.³⁶

Cuando se reorganizó la Escuela de Ingenieros en 1897, la especialidad de caminos, puertos, canales y ferrocarriles se fusionó con ingeniería civil (llevaban las mismas materias), especialidad que empezó a tener un auge considerable. Por el contrario, la especialidad de ferrocarriles disminuyó, debido a que la construcción de vías férreas decreció. Cuando Pacheco renunció a su puesto en 1891 Porfirio Díaz aprovechó la coyuntura para crear la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas a cuyo cargo quedaron, entre otros ramos, los ferrocarriles, obras en los puertos, monumentos públicos, carreteras, puentes, etc. Esto respondió, por una parte, a una necesidad administrativa pues el acelerado crecimiento de obras materiales provocó que un solo ministerio no pudiera abarcar tantos ramos, y por otra, permitió un cambio en la política económica. La nueva Secretaría comenzó con una tendencia más restrictiva en cuanto a la política ferrocarrilera, desembocando en la ley de 1899:

Hasta hoy, más bien que dirigir el espíritu de iniciativa para encauzarlo en tal o cual sentido, el gobierno ha subordinado, casi siempre, sus ideas, . . . a las ideas de las empresas respectivas, con el fin patriótico de no crear dificultades a los que se proponían consagrar sus esfuerzos e invertir su dinero en obras de tanta trascendencia. . . es ya tiempo de que lo sustituya (al periodo anterior de política "casuística y empírica") el del estudio reposado, la previsión y la juiciosa economía.³⁷

Se formó un plan general de medios de comunicación y se procuró favorecer las líneas que formaban parte de una red de urgente necesidad. Sin embargo, muchos autores opinan que esta ley obstaculizó la construcción de vías férreas pues para 1910 sólo tres de los proyectos de la mencionada ley fueron terminados; de ahí que disminuyera el número de ingenieros de esta especialidad.

³⁶ PALAVICINI, 1945, II, p. 437.

³⁷ Palabras de José I. Limantour en MACEDO, 1901, pp. 265-266.

RESTRUCTURACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIEROS, 1891-1902

Cuando se creó el Consejo Superior de Instrucción Pública en 1891, Porfirio Díaz decidió reorganizar las escuelas profesionales. En este año la Escuela de Ingenieros pasó nuevamente a formar parte de la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública y fue la primera institución reorganizada.

El ejecutivo pidió a las autoridades competentes informes sobre la Escuela y que propusieran sugerencias para el mejoramiento de la misma, en sus aspectos físico, administrativo y ante todo académico. Para esto, se escogieron a los especialistas Manuel Contreras, presidente del Ayuntamiento; Antonio del Castillo, exdirector de la Escuela y en ese momento director del Instituto Nacional de Geología creado en 1891; y la Asociación de Ingenieros y Arquitectos. Se le pidió a Adolfo Díaz Rugama analizar los tres proyectos de reorganización y proponer el que a su juicio debía adoptarse.

A pesar de sus críticas, “enviadas al gobierno como un contingente de buena voluntad”, la Asociación de Ingenieros y Arquitectos, cuyo presidente era Manuel Fernández Leal, director de la Escuela varias veces y ministro de Fomento de 1891 a 1900, afirmó que la instrucción recibida en la Escuela era bastante sólida y completa, demostrada especialmente cuando los ingenieros mexicanos tenían que desempeñar trabajos en unión de ingenieros extranjeros. Si se había criticado la educación teórica, decía Fernández Leal, ésta había ido desapareciendo con el tiempo. Gracias al desarrollo que habían alcanzado las obras de ingeniería, tanto privadas como públicas, los nuevos profesionistas podían realizar sus prácticas más fácilmente. Nadie podía negar la gran contribución que el ingeniero había aportado al progreso del país en las vías de comunicación, en las relaciones comerciales, etc. “La repartición y el aumento de las riquezas se debía sobre todo a la obra de ingenieros que habían inventado máquinas y obtenido en ellos servicios que antes hacían los obreros y muchos servicios que los obreros jamás hubieran podido hacer.”³⁸

Manuel Contreras, eminente ingeniero de minas, cuya gestión

³⁸ *Anales*, 1898, pp. 7-8.

como presidente del Ayuntamiento influyó para que la ciudad de México tuviera mejores servicios higiénicos, visitó la escuela diez veces y su primera impresión fue positiva debido al orden que existía entre los alumnos y la puntualidad de los maestros a sus clases. Observó que no había alumnos examinados en los cursos de mecánica y química industrial,³⁹ lo cual probaba el poco atractivo de la carrera de ingeniero industrial (obsérvese en el Anexo 1 que durante 34 años sólo se recibieron dos ingenieros industriales). Los gabinetes de mineralogía, geología, paleontología y el laboratorio de análisis químico estaban tan ordenados, que hacían honor a los preparadores y a los profesores. Sin embargo, en los departamentos de modelos de máquinas, en el observatorio meteorológico y en las clases de electricidad, se notaba la ausencia del preparador.

Contreras propuso no hacer obligatorias las materias que no fueran indispensables. Sugirió separar unas profesiones de otras cuando fuera posible, a fin de favorecer la formación de especialistas y facilitar a los alumnos la obtención de un título en el ramo de ingeniería para el que se consideraran más aptos. Era muy importante alternar la práctica con la teoría, diariamente si fuese posible, con el objeto de formar ingenieros más bien prácticos que teóricos. Planteó asimismo, simplificar los estudios de todas las carreras, especialmente la de ingeniería industrial y electricista, cuyo recargo de materias inducía a los alumnos de dedicarse a otras especialidades. En suma, propuso que los ingenieros fueran hombres prácticos que pudieran hacerse especialistas en poco tiempo, pero instruidos de manera empírica en provecho propio y del país.⁴⁰

Después de un estudio intensivo, Adolfo Díaz Rugama, profesor de geodesia y astronomía, consideró "al gasto público y a la demanda social" como los dos más importantes considerandos para emitir su juicio.

No podemos exigir que se formen individualidades no solamente destinadas a perecer en la lucha por la vida, sino perniciosas en multitud de casos.

³⁹ CESU, caja 8, exp. 156. Debido a esto, el presidente suspendió las cátedras; sin embargo los profesores siguieron pidiendo su sueldo; pero se les negó.

⁴⁰ CESU, caja 7, exp. 141, abr. 1892.

El criterio, pues, a que debemos ajustar la elección de las especialidades de ingeniería que decidamos establecer, deberá estar inspirado en el estudio de las necesidades del país, en la consideración del medio para el cual van a utilizarse y en vez de hacer combinaciones teóricas por las que resulten pomposos títulos, debemos preguntarnos ¿qué clase de ingenieros pide la demanda social de México?, ¿cuáles necesita el gobierno, para auxiliarse de sus servicios oficiales?

Opinaba, además, que debido a la mala asimilación de los cursos preparatorios y a los textos en general inadecuados, pocos alumnos tenían aptitudes para el ejercicio de la profesión.⁴¹

Según Díaz Rugama, México tenía ya más de cincuenta industrias por lo que la especialidad de ingeniero industrial era muy importante. Propuso cuatro diferentes especialidades pero la nueva ley del 15 de septiembre de 1897 reformó el plan de estudios, subrayando que la enseñanza sería teórico-práctica⁴² e implantó siete diferentes especialidades (ver Anexo 2).

¿Por qué fracasó la carrera de ingeniería industrial? Debido a que era una carrera nueva —lo novedoso a veces provoca desconfianza— los planes de estudio no estuvieron del todo bien orientados. De hecho incluían estudios para topógrafo, ensayador e ingeniero civil. De los cuatro años, sólo el último correspondía a una preparación adecuada para un ingeniero industrial. El primer año contenía materias innecesarias (puesto que en preparatoria los alumnos obtenían una buena instrucción en ciencia básica), del segundo año se podría excluir la estereotomía (arte de saber cortar la piedra y la madera), durante el tercer año empezaban a ver materias de ingeniería civil y era hasta el cuarto cuando por fin estudiaban materias de la especialidad de ingeniería industrial (ver Anexo 2). Contreras proponía reducir la carrera a un ciclo de dos años pues así atraería a un mayor número de alumnos que se dedicaban de preferencia a otras carreras que “consideraban más honoríficas y de más porvenir”.

Esta carrera sin duda se creó porque la incipiente industria nacional empezaba a tomar nuevos bríos. Hasta entonces, salvo la

⁴¹ CESU, caja 8, exp. 142, jul. 1894; CESU, caja 9, exp. 181, sept. 1901.

⁴² *Memoria Justicia*, 1902, p. 211.

más vieja industria, la textil de algodón, que en gran parte pasó a manos francesas y se modernizó, y la cervecera y la tabacalera, no había grandes industrias de transformación. La ciudad de México, Puebla y Monterrey acaparaban el proceso industrial del país, que para fines del siglo se perfilaba hacia otros sectores y poblaciones. Si bien la carrera de ingeniero industrial como estaba planteada no ofrecía un gran porvenir, en cambio el conocimiento profundo y especializado de una determinada industria era muy bien remunerado. Por ejemplo, un perito azucarero traído del extranjero ganaba de 8 a 12 mil pesos anuales.⁴³

Las críticas y sugerencias al plan de estudios de la Escuela de Ingenieros procedieron de especialistas en la materia. Todos habían estudiado en la Escuela y daban clases en ella, por lo que vivieron de cerca sus logros y sus fracasos. A pesar de que la opinión general criticaba la exagerada parte teórica y veía la necesidad de aumentar la práctica, cometió el mismo error al proponer un plan de estudios con una abrumadora parte teórica (de hecho rebasó en este aspecto a la reforma anterior de 1883) y práctica (ésta debía realizarse durante y al final de cada año escolar, además de un año adicional al terminar la especialización). Influidos por el positivismo, cuya doctrina filosófica exaltaba el valor de la ciencia, aumentaron los cursos de ciencia básica como las matemáticas y la física. Tanto Contreras como Castillo, ambos eminentes ingenieros mineros, reflejaron cierto prejuicio profesional dejando la minería como única especialidad que debía ser cursada en cinco años (ver Anexo 2). Las otras dos proposiciones provinieron de topógrafos y geógrafos, carreras cuyos programas de estudio estuvieron bien diseñados y adaptados a su especialización.

En 1895 se inscribieron 119 alumnos en los cursos teóricos y 10 en la Escuela de Minas en Pachuca.⁴⁴ Al año siguiente se matricularon 110⁴⁵ para aumentar en 1899 a 150.⁴⁶ Se recibía un pro-

⁴³ DOMÍNGUEZ, 1907, p. 510.

⁴⁴ *Memoria Justicia*, 1899, p. 483.

⁴⁵ *Revista Instrucción*, 1896, p. 161. La Escuela de Ingenieros era la escuela profesional que tenía menos número de alumnos, junto con la de Agricultura.

⁴⁶ CESU, caja 9, exp. 172.

medio de 17 ingenieros por año,⁴⁷ lo que nos parece un número muy bajo considerando las inscripciones anuales. El director de la Escuela explicó que muy pocos alumnos se presentaban a exámenes. Quizá también influyó el hecho de que el número de becados disminuyó a tal punto que para 1901 sólo había uno.⁴⁸

Los topógrafos siempre formaron una mayoría absoluta (ocho o nueve recibidos al año contra un promedio de uno a tres de las otras especialidades),⁴⁹ porque sólo se requerían dos años de estudio y mes y medio de práctica después de cada uno, fuera de la capital.⁵⁰

Los servicios de los topógrafos eran necesarios para levantamientos de caminos, canales, ferrocarriles, presas, planos catastrales, etc. Sus opciones de trabajo eran mayores que para las demás especialidades, aunque menos remuneradas —de 300 a 400 pesos al mes—⁵¹ sobre todo porque México, desarticulado e incomunicado, necesitaban mucho sus servicios. Empezó a ser popular la carrera cuando comenzaron a deslindar y fraccionarse los terrenos baldíos. En esa época, el trazo preliminar para el reconocimiento de un camino se hacía en mula —se decía “camino de mula”, porque la mula se va por el camino más fácil. El topógrafo era tan imprescindible para ayudar a los ingenieros como los son hoy en día los dibujantes para los arquitectos. Las herramientas básicas

⁴⁷ *Memoria Justicia*, 1902; CESU, caja 8, exp. 160.

⁴⁸ AGNM, ramo *Justicia*, caja 195, exp. 1; CESU, caja 7. El director propuso que las becas se otorgaran solamente a los alumnos que obtuvieran la calificación de “muy bien” en todas las materias, salvo dibujo, y quizá por esto el número disminuyó.

⁴⁹ CESU, caja 8, exp. 160.

⁵⁰ CESU, caja 8, exp. 151. Cada mes y medio de práctica costaba 1 455 pesos, que se distribuían de la manera siguiente: alimentos de cinco alumnos a 20 pesos cada uno; tres mozos de 20 pesos mensuales cada uno; alquiler de doce caballos de 20 pesos cada uno durante el tiempo de práctica; 60 pesos por costura de monturas, hechura de banderas, estacas, etc.; 216 pesos por pasturas, transporte de alumnos, instrumentos; 60 pesos por equipajes y alumbrado; 140 pesos por peones; 20 pesos por carteras, papel, lápices, gomas, etc.; 45 pesos por alojamiento; 34 pesos por gastos imprevistos; 400 pesos por un profesor.

⁵¹ DOMÍNGUEZ, 1907, p. 509.

que empleaba, el teodolito y el nivel, se siguen usando; de hecho el reconocimiento físico cambió radicalmente hasta más o menos 1960, en que surgió la fotometría aérea y esto revolucionó la topografía.

Muchas de las prácticas de los topógrafos se llevaban a cabo fuera del Distrito Federal. El gobierno facilitaba pases de los ferrocarriles a donde el profesor y los alumnos deseaban ir. Se pedía a los directores de obras en la República (portuarias, ferrocarrileras, hidráulicas, etc.) que ayudaran en todo lo posible a los alumnos.⁵² Algunos años se realizaron, a manera de práctica, trabajos a particulares sin cobro alguno hasta que el presidente de la República, por decreto del primero de noviembre de 1891, los canceló.⁵³ Era obvio que estos trabajos deberían ejecutarse, en tal caso, para beneficio del gobierno y no para empresas privadas.

Varios ingenieros que dieron clases en la escuela, para lo cual requerían título de la misma, desempeñaron puestos en el gobierno realizando obras de carácter público. Antonio Anza,⁵⁴ recibido de ingeniero civil en 1874, daba clases de procedimientos de construcción, práctica y experimentación de materiales; dirigió la obra de la Cárcel de Belén iniciada en 1882 e inaugurada en 1900. Mateo Plowes, quien en 1875 obtuvo el título de ingeniero civil, daba topografía y legislación de tierras y aguas. Construyó los mercados Martínez de la Torre y Tacubaya. La cátedra de hidráulica e ingeniería sanitaria la ofrecía el famoso Roberto Gayol, ingeniero civil recibido en 1881. Director de Obras Públicas del Distrito Federal, construyó el Hospital General de 1896 a 1904. La obra que le dio renombre a Gayol fue el proyecto del desagüe de la ciudad de México llevado a cabo por la firma Holly Manufacturing Co. de Lockport, Nueva York, cuyo contrato se firmó en 1897. Las obras de saneamiento se encomendaron a una planta de ingenieros dotándolos de instrumentos topográficos y útiles de dibujo pedidos en

⁵² CESU, caja 7, exp. 177.

⁵³ CESU, exp. 138. De 1886 a 1892, 52 alumnos realizaron 11 452 trabajos.

⁵⁴ CESU, caja 9, exp. 175; GONZÁLEZ DE COSSÍO, 1976, pp. 327-343; VALADÉS, 1948, p. 1; *Ingeniería*, 1942, pp. 46-62.

gran parte a los Estados Unidos.⁵⁵ Emilio Dondé impartía clases de dibujo de composición. Realizó el proyecto para la construcción del Palacio Legislativo y construyó el Café Colón. Antonio Rivas Mercado decoró, entre otras obras, el Salón Panamericano del Palacio Nacional y construyó el teatro de Guanajuato. Ofrecía las clases de dibujo arquitectónico y de máquinas. A Manuel Marroquín y Rivera, quien impartía vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas, se le encomendaron los estudios relativos a obtener agua potable para la ciudad de México. Joaquín Casasús, profesor de economía política, fue uno de los pilares de la economía porfirista; actuaba como asesor, analizando los presupuestos anuales de la nación. Escribió el Código de Comercio y varias obras de carácter financiero. Intervino en el establecimiento de varios bancos y era apoderado de las más importantes empresas ferrocarrileras y las industrias de transformación más poderosas. Miguel Bustamante, catedrático de mecánica aplicada y de mineralogía, geología y paleontología, obtuvo su título de ingeniero de minas y metalurgista en 1890. En 1894 empezó a dar su cátedra y sustituyó los textos de la escuela francesa por los alemanes “que indudablemente en estos ramos de las ciencias naturales son sin disputa los más adelantados”. Él mismo escribió su texto en español aduciendo que muchos estudiantes no entendían bien el alemán y le propuso al gobierno que se imprimieran 500 ejemplares y se vendieran baratos, pero éste se opuso porque no lo consideró “suficientemente bueno”.⁵⁶ Conforme la Escuela de Ingenieros empezó a cambiar la tendencia francesa por la americana en sus planes de estudio, los libros de texto también reflejaron esta evolución. Al principio dominaron los franceses pero en la primera década del siglo XX había catorce publicados en inglés, ocho en francés, cuatro en español y ninguno en alemán (ver Anexo 4).

IMPULSO AL ESTUDIO Y A LA PRÁCTICA EN EL EXTRANJERO, 1902-1910

El año de 1902 se considera clave en la enseñanza de la inge-

⁵⁵ *Memoria administrativa*, 1903, p. 1-32.

⁵⁶ CESU, caja 9, exp. 166.

niería. Se intentan precisar más los estudios evitando conocimientos muy teóricos; se mantienen las mismas especialidades de la última reforma de 1897, pero se llevan a cabo algunos cambios, no tanto en las materias, sino en la organización de las mismas. Se introducen dos cursos de ingeniería civil y se aumentan las prácticas, realizándolas dos días a la semana, además de varios meses al fin del año escolar y al terminar la especialización.⁵⁷

Para el año de 1904 se inscribieron 203 alumnos (50 más que la década anterior, de los cuales 136 estudiaban ingeniería civil, 22 minas, industrial 1, geógrafo 3, topógrafo e hidrógrafo 23, ensayador 5 y metalurgista 2)⁵⁸ y en 1908, 200 alumnos. No obstante, en esta época no hubo incremento de nuevos profesionistas pues sólo se recibieron un promedio de 12 al año, aumentando notablemente los ingenieros civiles y disminuyendo los topógrafos.⁵⁹ (Compárense los números de las diferentes especialidades en el Anexo 1.) Recordemos que en 1897 la especialidad de caminos, puentes y canales se fusionó con la de ingeniero civil, por lo que desde fines de la década de 1890 esta es la especialización más popular, “tanto por ser la que se puede estudiar con mejores elementos teóricos y prácticos, cuanto por presentar mayor expectativa de lucro en el ejercicio profesional”.⁶⁰

Es de extrañar la poca o nula popularidad de las especialidades de ingeniero geógrafo, electricista e industrial (ningún profesionista en estas áreas en 20 años, salvo un industrial). El Director de la Escuela opinaba que estas carreras tendrían muchos adeptos cuando se establecieran “todos los laboratorios y gabinetes que exige la enseñanza práctica de la electricidad, la mecánica y la química

⁵⁷ DUBLÁN y LOZANO, 1876-1904, xxxiv, p. 61. Al menos para la ingeniería civil, la práctica final se podía llevar a cabo de manera remunerada en empresas privadas o públicas, interviniendo en la formación de proyectos o bien en la construcción de obras. PANI, 1950, I, p. 44.

⁵⁸ CESU, caja 10, exp. 202.

⁵⁹ Cada año se recibían un promedio de 10 ingenieros civiles y de las demás especialidades de uno a tres. En 1910 estaban inscritos 233 alumnos de los cuales 189 estudiaban ingeniería civil. *Boletín*, 1910, xv, p. 368.

⁶⁰ CESU, caja 11, exp. 210. Alocución del director de la Escuela de Ingenieros al inaugurarse las clases del año escolar de 1908.

industrial".⁶¹ De cualquier manera, era absurdo mantener esas especialidades con tan pocos estudiantes.⁶²

En esos años hubo una polémica sobre el modo y el tiempo en que debería haber exámenes y tuvo tanta trascendencia que desembocó en la ley del 17 de diciembre de 1908. Intervinieron tanto el sector magisterial de la misma Escuela, como las autoridades de Educación Pública del gobierno federal. En 1905 el Director de la Escuela se lamentaba que los estudiantes tuvieran la facilidad de presentar el examen de cualquier curso cuando ellos quisiesen, sin la necesidad de pasar de un año a otro de manera subsecuente.⁶³ Se reflexionó sobre la forma poco pedagógica de evaluar los conocimientos del estudiante anualmente, sustituyéndola por cuatro "reconocimientos" anuales, cuyas calificaciones posibles eran del cero al cuatro que se promediaban al finalizar el año escolar. Se requería el promedio de uno⁶⁴ como mínima calificación necesaria para pasar al siguiente curso. Por otra parte, se sugirió que se estableciera un examen de admisión a fin de evitar los inconvenientes de la falta de preparación matemática.⁶⁵ Los que ingresaban a la Escuela de Ingenieros, "a pesar de haber sido iniciados en todas las ciencias, fracasaban en una operación aritmética, en la solución de un problema de segundo grado, o en la integración de una ecuación diferencial de las más sencillas".⁶⁶ También se reflexionó sobre lo absurdo que era que los alumnos de todas las especialidades llevaran el curso de matemáticas superiores, cuando sería más adecuado que cada carrera tuviera su propio programa.⁶⁷ Los alumnos de la provincia se distinguían por una mejor preparación

⁶¹ CESU, caja 11, exp. 210.

⁶² *Boletín* 1910, xv, p. 366. En 1909 se inscribieron 80 alumnos, de los cuales sólo se examinaron 52.

⁶³ CESU, caja 10, exp. 202.

⁶⁴ CESU, caja 11, exp. 217; artículos 5-10, 15, 35, 36 del decreto de 17 dic. 1908.

⁶⁵ *Revista Positiva*, 1907, vii, p. 693.

⁶⁶ LÓPEZ PORTILLO Y ROJAS, 1975, p. 340.

⁶⁷ *Revista Positiva*, 1907, vii, p. 698. Esta crítica fue seguramente producto del decreto del 4 dic. 1906 que reformó el curso de matemáticas superior. DUBLÁN y LOZANO, 1876-1908, xxxix-1, pp. 43-49.

matemática, resultado natural de la selección que se hacía en sus estados para enviarlos a la capital.⁶⁸ De 196 alumnos inscritos en 1907, 86 provenían de todas las entidades de la República (inclusive uno de Honduras), para disminuir en 1909 a 36 (uno de Honduras, uno de Colombia, otro del Colegio de Santa Clara en California, EUA)⁶⁹ Si bien existían otras escuelas de ingeniería en los estados,⁷⁰ muchas cerraron por falta de estudiantes.

Desde fines del siglo pasado se introdujo una modalidad interesante en la Escuela de Ingenieros: el perfeccionamiento de estudios técnicos en el extranjero. A partir de 1902 se incrementó el número debido a la reforma educativa del mismo año cuyo artículo 29 establecía que los alumnos que hubiesen obtenido su título con buenas calificaciones podían ser becados por el gobierno.⁷¹

A los alumnos pensionados en el extranjero se les exigía un informe mensual minucioso. Se les otorgaba una beca de 30 dólares mensuales, que perdían de no mandar dicho informe. Entre los alumnos más brillantes estuvo Julio Aceves, quien estudió y terminó la carrera de ingeniería eléctrica en la Universidad de Columbia en Nueva York, obteniendo muy buenas calificaciones. Aprovechó sus vacaciones para visitar las "casas de fuerza" del Interborough Rapid Transit Railway. Tuvo la oportunidad de llevar cursos con M. Pupin, inventor de muchos aparatos para el uso de la telefonía y la telegrafía sin hilos.⁷²

Los hermanos Francisco, Manuel y Juan Francisco Urquidi estudiaron ingeniería en el extranjero. El primero estudió en París, en la Escuela Central de Artes y Manufacturas donde obtuvo el título de ingeniero industrial. En la Escuela Superior de Electrici-

⁶⁸ CESU, caja 9, exp. 181.

⁶⁹ CESU, caja 10, exp. 201; caja 9, exp. 220.

⁷⁰ En 1900 había en Guanajuato, Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí. BAZANT, 1982, Anexo 2; pero ya se habían clausurado en Nuevo León, Aguascalientes, Estado de México, Oaxaca, Zacatecas, Puebla, Sinaloa y Jalisco, pp. 171-174.

⁷¹ DUBLÁN y LOZANO, 1876-1904, xxxiv, p. 67; reforma de 7 de enero de 1902.

⁷² AGNM, ramo *Justicia*, caja 195, exps. 4 y 7. Su expediente contiene todos sus exámenes de la Universidad —cada uno con 10 hojas— y muchos cuadernos de prácticas.

dad, para la cuál tuvo que enfrentarse a un difícil concurso de oposición, completó su instrucción en ingeniería eléctrica, rama técnica de su mayor interés. Becado por el gobierno mexicano, salió del país en 1895 cuando tenía 21 años y regresó diez años más tarde. Tuvo problemas con su beca debido a que el gobierno le mandaba al principio 50 pesos en oro, después le enviaron la misma cantidad en plata, quedando reducido el valor de la pensión a la mitad. Además, afirmaba Urquidi, el reglamento de dicha escuela exigía hacer viajes a establecimientos industriales, lo cual aumentaba sus gastos, por lo que pedía un incremento en su asignación. Es posible que debido al éxito en sus estudios el Presidente le haya autorizado los 100 pesos mensuales en oro. En 1904, Urquidi sufrió un atraso en el pago de la beca. Presionado por las circunstancias, le escribió a Sebastián B. de Nior, ministro de México en Francia, suplicándole que éste le escribiera al ministro de Educación, Justo Sierra, para que le proporcionara los mil francos que debía a la Escuela de Electricistas, pues de otro modo tendría que regresar a México. Después se supo que México le había suspendido la pensión porque durante mucho tiempo no se tuvieron noticias que comprobaran sus estudios, y además llegaron informes extraoficiales "que el alumno Urquidi trataba de establecerse en París sin que manifestara un modo especial su intento de regresar a México". Finalmente el gobierno le mandó los mil francos que debía y a su regreso a México fue profesor de física y matemáticas en la Escuela de Ingenieros y el gobierno le comisionó la inspección de las instalaciones eléctricas de los establecimientos de la Secretaría de Educación Pública pagándole 100 pesos al mes.⁷³

⁷³ AGNM, ramo *Justicia*, caja 195, exp. 2. En la Escuela Central de Artes y Manufacturas obtuvieron títulos también los siguientes mexicanos: en 1877 Luis Francisco Lajeur (metalurgista), en 1878 Flores Trujillo (civil), en 1882 Víctor Casour (metalurgista), en 1882 Eugenio Renaud (civil), en 1889 Mauricio de la Arena (civil), en 1889 Arteciaga Fernández (civil) y Carlos Baldy (químico), 1890 Ernesto Madero (metalurgista), en 1892 Fernando Pinson (metalurgista), en 1894 Julio Pelotier (mecánico), en 1897 José Luis Veryan (metalurgista), en 1908 Pedro Huguenin (civil). De los 14 graduados, 9 tienen apellidos franceses, sin embargo todos nacieron en México (9 en el Distrito Federal). Datos comunicados por el Director de la Escuela Central, D. Grimm.

Manuel y Juan Francisco Urquidi estudiaron en Estados Unidos, el primero ingeniería eléctrica en Filadelfia y el segundo ingeniería civil en Boston. Juan Francisco logró entrar en 1900 a la preparatoria técnica de la Dear Academy en Franklin, Massachusetts, obteniendo el título de bachiller en junio de 1901; ingresó en septiembre del mismo año al Massachusetts Institute of Technology, para el cual tuvo que sustentar exámenes de admisión en álgebra, geometría, alemán, francés y dibujo. El Director de dicho Instituto lo eximió de historia y de redacción, conocimientos innecesarios (a su criterio posiblemente) para un extranjero. Las carreras técnicas en este Instituto duraban cuatro o cinco años, dividido cada uno de ellos en dos semestres. Durante el primer semestre se cursaban materias comunes para todas las especialidades: álgebra, trigonometría, química, laboratorio de química, dibujo mecánico, dibujo libre, francés o alemán, retórica, redacción y ciencia militar. A partir del segundo semestre empezaban las materias específicas de cada especialidad.⁷⁴ Con la salvedad de las últimas tres materias, los estudios eran iguales, aunque más completos, a los de la Universidad de Princeton (ver Anexo 3); sería interesante analizar ambos planes de estudios en su totalidad. En este Instituto, de tanto prestigio entonces como en la actualidad, también estudió ingeniería de 1899 a 1902 Jaime Gurza Fernández, sobrino de Leandro Fernández. Originario de Durango, se especializó en Estados Unidos porque su familia opinaba que se debería ir a la ciudad de México porque las universidades estaban contaminadas del ateísmo positivista. Interesándose en la economía, escribió un tratado sobre el patrón oro, mismo que sirvió para que participara con José Ives Limantour en la reforma monetaria para establecer el talón oro en 1905.⁷⁵

Manuel Stampa regresó de París en 1907 donde se graduó como ingeniero civil y electricista. Fue comisionado para impartir la cátedra de electricidad en la Escuela de Artes y Oficios. Stampa escribió el primer libro mexicano sobre la materia: *Lecciones de elec-*

⁷⁴ Cartas del 12 de agosto y de diciembre de 1910 de Juan Francisco en Boston y en Franklin, Mass. enviadas a Francisco a París.

⁷⁵ Información de Francisco Arce Gurza.

tricidad industrial profesadas en la Escuela Nacional de Artes y Oficios para hombres de México.⁷⁶

Con recursos propios hubo también varios estudiantes mexicanos en el extranjero. Enrique Ibáñez fue a la Universidad de Princeton en 1889 a estudiar ingeniería civil.⁷⁷ La carrera en esa universidad duraba cuatro años y era indispensable tener una buena preparación matemática. Las materias estudiadas eran: mecánica racional y aplicada, teoría de máquinas, mecánica experimental, planeación y construcción de trabajos de ingeniería. Esta última materia era la única que requería práctica; recordemos que en la escuela del mismo ramo en el Distrito Federal la práctica era con todas las materias. Al terminar la carrera en esta universidad era necesario presentar una tesis que consistía en el diseño o bien en la revisión de alguna máquina especial.⁷⁸ Después de obtener su título, Ibáñez regresó a México a vivir en su hacienda. Desgraciadamente, murió de neumonía en 1896.

Estudiaron ingeniería eléctrica en la Universidad de Harvard tres estudiantes de la provincia mexicana: Enrique Gallardo Cuesta, de Guadalajara, quien estudió de 1902 a 1905; Arturo González Cerda, de Morelia (estudiante especial) de 1905 a 1906; Primitivo Cámara Cáceres, de Mérida de 1902 a 1903 (también estudiante especial).⁷⁹

Subsidiados por el gobierno hubo algunos estudiantes que fueron a los Estados Unidos a realizar sus prácticas. Carlos Sellerier, ingeniero de minas, visitó en 1909 las minas de carbón en Pittsburg, Pennsylvania, con el objetivo de conocer las causas que provocaban las explosiones.⁸⁰ Ricardo Monges, pasante de la Escuela de Ingenieros, realizó trabajos prácticos en el ferrocarril de Atchison, Topeka y Santa Fe. Tanto Monges como Salvador Medina estudiaron las obras de aprovechamiento de agua del Río Bravo, emprendidas por la compañía New Mexico, Texas, Río Grande Pro-

⁷⁶ MOTTS, 1973, p. 157.

⁷⁷ *Quin-Decennial*, 1908, p. 101. Véase el Anexo 3.

⁷⁸ *Catalogue*, 1892-1893, pp. 88-91.

⁷⁹ Datos comunicados por Barbara S. Meloni, Curatorial Archives, Harvard University Archives.

⁸⁰ *Memoria. Fomento*, 1910.

ject. Gabriel Rubio realizó su práctica de ingeniería en las obras del Barge Canal del estado de Nueva York. Posteriormente, ambos visitaron las obras de captación de aguas de la ciudad de Nueva York.⁸¹

Para realizar prácticas de ingeniero civil, Fortunato Dozal visitó las instalaciones hidroeléctricas que la Compañía Eléctrica del Litoral Mediterráneo poseía al nordeste de Marsella. Estudió también las obras de irrigación en Italia, los ferrocarriles Goritz en Austria y el Sistema de Canales de Irrigación Cavour en el Piamonte. Ignacio Medina fue al puerto de Amberes en Bélgica para estudiar las obras de ensanche de dicho puerto.⁸²

El gobierno de México solicitó al gobierno de Estados Unidos que le autorizara enviar a alumnos de la Escuela de Ingenieros para realizar sus prácticas en Estados Unidos. William Taft contestó que dichos estudiantes podían trabajar tanto en ese país como en Panamá realizando obras de irrigación, ferrocarriles y canales. Inmediatamente se enviaron algunos alumnos a las obras del Canal de Panamá. La ley americana del primero de mayo de 1874 prohibía que las secretarías de estado o funcionarios del gobierno de los Estados Unidos aceptaran para el gobierno servicios gratuitos, como en este caso lo sería el trabajo de los alumnos de la Escuela de Ingenieros. Se accedió pagar a los estudiantes mexicanos cuando se considerara conveniente o necesario, pero no gozarían de los mismos privilegios que los ingenieros americanos, como alojamiento, asistencia médica, hoteles y alimentos.⁸³

A pesar de la buena preparación académica de los estudiantes mexicanos, sumada a un plan exhaustivo de prácticas, a las facilidades que el gobierno concedió a los estudiantes sobresalientes para que fueran tanto a estudiar en el extranjero, como a realizar las prácticas de sus respectivas especialidades, fue notoria la predilección que se dio a los ingenieros extranjeros para que trabajaran en México. Los profesionistas formaban una élite de sólo un 0.55%⁸⁴ de la población total; sin embargo, a pesar del número tan limita-

⁸¹ AGNM, ramo *Justicia*, caja 195, exps. 9, 11, 13.

⁸² AGNM, ramo *Justicia*, caja 195, exps. 5, 12.

⁸³ AGNM, ramo *Justicia*, caja 195, exp. 6.

⁸⁴ BAZANT, 1982, p. 132.

do, era difícil encontrar empleo y muchos tenían que desempeñar otro tipo de trabajo. Debido a esto los ingenieros formaron una sociedad a la cual podían ingresar todos los que tuvieran título de la Escuela Nacional o del extranjero, y se les ayudaba a buscar empleo.⁸⁵ La Sociedad de Alumnos creada en 1908, cumplía la misma función.⁸⁶ Ya mencionamos que varios de los maestros ocuparon puestos en el gobierno; los que estudiaron y realizaron sus prácticas en el extranjero llegaron a México para trabajar como profesionistas en el sector público. Sin embargo, el mismo gobierno prefirió, en algunos casos, a ingenieros extranjeros.

En el campo profesional México era un país propicio para desarrollarse. Para que un extranjero pudiera ejercer en la República requería del título de su país de origen, que debía legalizar pasando un examen profesional. Si el título del interesado provenía de una universidad de "reconocida autoridad" se le eximía del examen. En un estudio anterior vimos que los profesionistas extranjeros ganaban generalmente más que los mexicanos y bastaba tener nombre extranjero para hacerse de una buena clientela.⁸⁷ La élite mexicana (formada en gran parte por los extranjeros) compartía el criterio del gobierno en lo referente al trato preferencial hacia el extranjero. Los grandes capitales traídos del exterior eran necesarios para el enriquecimiento de la República y justificaban esta actitud.

En 1903 había varios ingenieros norteamericanos ejerciendo su profesión en la capital aunque hay contradicción en los números: en la guía americana *The Massey Blue Book of Mexico* aparecen 91 ingenieros de los cuales 19 tienen nombre y apellidos en inglés; en cambio en el *Directorio de vecinos de la ciudad de México* había 183 ingenieros en cuya relación (salvo uno o dos nombres) no están los nombres extranjeros de la guía anterior. ¿Trataría de proteger a los ingenieros mexicanos?⁸⁸ Sin embargo, el censo de 1900 nos di-

⁸⁵ CESU, caja 11, exp. 218. Esta sociedad fundó la revista *Ingeniería* en el mismo año; la Facultad de Ingeniería la sigue publicando.

⁸⁶ AGNM, Archivo Francisco Bulnes, caja 23, exp. 1.

⁸⁷ BAZANT, 1982. Sobre todo en las profesiones técnicas y en la medicina.

⁸⁸ MASSEY-GILBERT, 1903, pp. 332-335; PRANTL y GROSÓ, 1901, pp.

ce que había 884 ingenieros, más que de ninguna otra profesión, incluyendo abogados.⁸⁹

Las compañías extranjeras preferían emplear ingenieros de sus mismos países, por tener más experiencia de trabajo, por más confianza, por espíritu de fraternidad, por afinidad en las costumbres, por hablar el mismo idioma. El Consejo de Educación Pública opinaba en 1906 que dichas compañías preferían emplear ingenieros extranjeros porque eran más competentes. Si los mexicanos estuvieran mejor preparados, afirmaba, estas compañías los emplearían, pues saldrían más baratos. La crítica básica del Consejo se dirigía al plan de estudios, que era demasiado teórico, por lo que había “fracasado en producir hombres capaces para resolver los complicados problemas de la sociedad”.⁹⁰ Debido a esta constante insistencia, la parte práctica de la enseñanza fue aumentando con los años, hasta convertirse en la parte medular de los estudios.⁹¹ Otros opinaban que la preferencia de dar empleo al “competidor americano”⁹² se debía a su larga experiencia y que las constantes “acerbas críticas” a la Escuela tenían “algo de despecho y la tendencia general a no echarnos la culpa de nuestros fracasos, y a buscar la causa de éstos fuera de nosotros mismos”.⁹³ Se decía que no era cierto que los norteamericanos prefirieran a sus paisanos *per se*, sino que buscaban el mayor rendimiento en sus empresas y no empleaban a los mexicanos porque no mostraban las aptitudes suficientes.⁹⁴ Los mismos extranjeros que visitaban nuestro país se sorprendían de esta preferencia; era un “verdadero suicidio nacio-

326-328. GONZÁLEZ NAVARRO, 1956, p. 35. En 1900 había en el Distrito Federal 2 117 norteamericanos, 1 671 franceses, 6 302 españoles, 785 alemanes y 596 italianos. *Resumen general*, 1905, pp. 36-41.

⁸⁹ BAZANT, 1982, Anexo 6. En 1900 se llevó a cabo un censo general de toda la república y del cual se ha obtenido esta cifra. No obstante, el número nos parece exagerado si analizamos el Anexo 1; es probable que en esta cifra estén incluidos los ingenieros extranjeros. También es posible que si bien eran ingenieros, ejercieran otras profesiones.

⁹⁰ *Boletín*, 1906-1907, p. 405.

⁹¹ *Revista Positiva*, 1907, p. 692-693.

⁹² *Boletín*, 1906, p. 411.

⁹³ DUMAS, s.f., II, p. 708.

⁹⁴ Carta de Francisco a Manuel, 20 de mayo de 1904.

nal” ofrecer concesiones de tierras y dar empleo a ingenieros extranjeros. ¿Cómo era posible que Emilio Bernard fuera a Europa a contratar ingenieros para construir el Palacio Legislativo habiendo tan buenos ingenieros mexicanos?⁹⁵

Los múltiples cambios a los planes de estudio no cumplieron su objetivo inicial de simplificarlos ni de reducirlos. Las varias reformas a los planes de estudio de 1883 (cuando la Escuela formó parte de Fomento y a pesar de su promoción no se produjeron grandes mejoras), de 1897 y de 1902 no muestran cambios radicales. Si bien la crítica constante se relacionaba a un plan de estudios demasiado ambicioso, ésta no logró disminuirlo, sino que por el contrario se aumentó la parte práctica y en resumidas cuentas el ciclo escolar. La experiencia académica en el extranjero de los hermanos Urquidí corrobora, en el plano personal, las críticas interminables que se le hicieron al plan de estudios de la Escuela de Ingenieros en el Distrito Federal. Francisco se lamentaba de que en Europa los estudios eran demasiado teóricos y “ningún ingeniero que de ellas sale, está en aptitud de emprender un trabajo práctico, sin adquirir experiencia personal que el cúmulo de materias a estudiar y el muy ligero conocimiento práctico de aparatos y manejo de ellos”.⁹⁶ Además, advertía que los estudios americanos tenían fama en Europa. Por otra parte, Juan Francisco, admiraba sobre todo el sentido práctico de los americanos. “. . . este es el país práctico por excelencia. . . trabajador por afición y naturaleza y libre y rico por consecuencia”.⁹⁷

Toda la problemática y debates dirigidos a la metodología no produjo sino cambios mínimos en las especialidades de la ingeniería. El proceso de búsqueda hacia un equilibrio en el conocimiento tardó varios lustros en fraguarse, cuando la influencia americana permeaba cada vez más la atmósfera social mexicana y suplía a la francesa tan intrincada. La manera práctica de contemplar los estudios de los norteamericanos fue filtrándose en el medio académico mexicano. Tanta teoría resultaba superflua a la hora de enfrentarse a un problema técnico que requería de una solución práctica.

⁹⁵ Carta de Juan Francisco a Francisco Urquidí, 12 de agosto de 1900.

⁹⁶ *Boletín*, 1906, p. 410.

⁹⁷ *Boletín*, 1910, p. 411.

No se trataba tampoco de que la práctica desplazara totalmente a la teoría, sino que la teoría fuera menos abrumadora y fuera apreciada conjuntamente con la práctica. El plan de estudios de ingeniería civil de la Universidad de Princeton en el año 1892-1893 prueba el punto que venimos considerando. Es de una simplicidad asombrosa. Por ejemplo, para los cursos de ciencia básica como el álgebra, geometría analítica, cálculo, etc., a cuyo aprendizaje se consagraba en México todo un año escolar (que además ya se había estudiado en la preparatoria), en Princeton ofrecían sólo un curso de matemáticas durante dos años (ver Anexo 3). Si comparamos ambos planes de estudio (obsérvese en el Anexo 2 la especialidad de ingeniería civil, la más popular y adecuada a su programa de estudios), podemos apreciar que algunos cursos que se llevaban en el primero y segundo año en Princeton ya se habían cursado en la preparatoria en México, como los idiomas y la química. De hecho, la especialidad surgía en el tercer año (*junior year*), cursada exclusivamente durante dos años, comparada con cinco años en México, más uno de práctica obligatoria. Es claro que el plan de estudios mexicano era mucho más completo y especializado, pero finalmente lo que importaba era la aplicación práctica de los estudios. Obsérvese algunos casos:

. . . El ingeniero electricista después de haber consumido nueve años en estudios teóricos, resulta con menor competencia para las aplicaciones que un artesano electricista. Un químico industrial, después de haberse asimilado un voluminoso texto clásico, no puede analizar un vino, una droga, o cualquier otro producto de la industria. Nada se diga del ingeniero industrial, que después de grandes y dilatados estudios sobre mecánica racional, se encuentra perplejo para instalar los motores y la maquinaria de una fábrica de hilados o de azúcar . . .

Estos ejemplos nos ilustran otra de las críticas que se le hacía a la parte libresca del plan de estudios en la Escuela de Ingenieros. El aprendizaje empírico era muchas veces suficiente para el empleo de recursos humanos calificados: un albañil sin ninguna preparación académica podía desempeñar, en varias circunstancias,

el trabajo de un ingeniero civil, que había estudiado seis años en la universidad. Sin embargo, es claro que una carrera técnica de cinco años (más cinco anteriores de preparatoria) con ese nivel de estudios podía interesar sólo a un mínimo de mexicanos. Si las especialidades de ingeniería hubieran sido planeadas de una manera más realista, digamos en dos años, hubiera seguramente aumentado el número de estudiantes. Pero es posible, que también estos egresados hubieran tenido el mismo tipo de problemas para encontrar empleo. El verdadero meollo estaba en que por un lado se impulsaban las obras de infraestructura y por el otro estas obras las llevaban a cabo los extranjeros, al menos en los puestos elevados. De hecho, había una incongruencia entre la política económica y la política educativa. No coincidían los planes de una con los resultados deseados de la otra. El éxito real de la Escuela de Ingenieros consistió en la formación de ingenieros civiles quienes desempeñaron puestos en la administración pública y fungieron sobre todo como arquitectos, construyendo gran cantidad de obras públicas y privadas, ampliando sólo uno de sus objetivos que el gobierno porfirista se propuso lograr.

Anexo 1

ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS
ESPECIALIDADES TÉCNICAS
INGENIEROS TITULADOS

	Ensayador y		Topógrafo e		Caminos, Puertos y		Telegrafista y		Industrial (4)	Mecánico (5)
	Civil	Apartador	Hidromensur	Minas (1)	Canales (2)	Geógrafo	Electricista (3)			
1876—1880	13	11	6	11						
1881—1890	8	16	37	20	17	7	4		1	
1891—1901	8	15	75	34	46	1			1	
1902—1910	66	7	17	15	1	11				

FUENTE: Archivo del Centro de Estudios sobre la Universidad, caja 8, exp. 148; 224/231-419 "890", "Ingeniería", *Revista de la Escuela Nacional de Ingenieros*, enero, 1942.

(1) En 1902 se implantó la carrera de metalurgista.

(2) Esta especialidad fue creada por decreto del 15 de febrero de 1883, en 1897 se fusiona con ingeniero civil.

(3) En el mismo año se creó la de telegrafista, quedando suprimida en 1889 para dar lugar a la de electricistas.

(4) Implantada en 1883.

(5) Esta especialización se creó en 1869.

Anexo 2

LEY DE ENSEÑANZA PROFESIONAL PARA INGENIEROS.
SEPTIEMBRE 15, 1897*Ensayador y apartador de metales*

Unico año: Química analítica y docimacia, mineralogía, economía política, práctica durante el año en el laboratorio de química y en la oficina docimástica de la escuela. Después de los exámenes correspondientes, práctica durante seis meses en la Casa de Moneda, de ensayos, apartado, amonedación, y administración de casas de moneda.

Topógrafo e hidrógrafo

1er año: Matemáticas superiores, comprendiendo trigonometría esférica, álgebra superior, geometría analítica y cálculo infinitesimal, topografía y legislación de tierras y aguas dibujo topográfico.

2º año: Hidrografía y meteorología, hidráulica en la parte correspondiente a la hidromensura, geometría descriptiva en lo relativo al conocimiento de los planos acotados, astronomía práctica, economía política, dibujo topográfico.

Al fin del primer año práctica de topografía y al fin del segundo de astronomía e hidromensura.

Electricistas

1er año: Matemáticas superiores comprendiendo trigonometría esférica, álgebra superior, geometría analítica y cálculo infinitesimal, geometría descriptiva, dibujo de máquinas.

2º año: Mecánica analítica, física matemática comprendiendo especialmente la termodinámica, el magnetismo, la electricidad y la electrometría, dibujo de máquinas.

3er año: Mecánica general aplicada, aplicaciones de la electricidad, economía política, dibujo de máquinas.

Al fin del tercer año y durante dos meses los alumnos harán prácticas de mecánica general aplicada; además práctica durante seis meses de las aplicaciones de la electricidad en los establecimientos industriales del ramo.

Geógrafo

1er año: Matemáticas superiores comprendiendo trigonometría esférica

ca, álgebra superior, geometría analítica y cálculo infinitesimal, geometría descriptiva, topografía y legislación de tierras y aguas, hidrografía y meteorología, dibujo topográfico.

2º año: Mecánica analítica, geodesia y astronomía práctica, física matemática, comprendiendo con especialidad la termodinámica, el magnetismo, la electricidad y la electrometría, cálculo de las probabilidades y teoría de los errores, dibujo topográfico.

3er año: Astronomía general y física y mecánica celeste, hidráulica, geología, dibujo geográfico.

Al fin del primer año, práctica de topografía durante dos meses. En el segundo año y al fin del mismo, prácticas de astronomía. Durante el tercero y al concluir éste práctica de astronofísica. Al terminar la carrera, práctica durante un año en operaciones geodésicas y geográficas, siempre que el gobierno tenga emprendidos trabajos de éste género.

Ingeniero industrial

1er año: Matemáticas superiores, comprendiendo trigonometría esférica, álgebra superior, geometría analítica y cálculo infinitesimal, geometría descriptiva topografía y legislación de tierras y aguas, hidrografía y meteorología, dibujo topográfico y arquitectónico.

2º año: Mecánica analítica, física matemática, comprendiendo especialmente la termodinámica, el magnetismo, la electricidad y la electrometría, estereotomía, carpintería y estructura de hierro, dibujo arquitectónico y de máquinas.

3er año: Mecánica general aplicada, hidráulica, ingeniería sanitaria, estabilidad de las construcciones, procedimientos de construcción práctica y conocimiento y experimentación de materiales, dibujo de máquinas.

4º año: Construcción y establecimiento de máquinas, aplicaciones de la electricidad, química aplicada a la industria, comprendiendo los procedimientos de análisis respectivos, economía política, dibujo de máquinas. Al fin del primer año, práctica de topografía durante dos meses. En el curso del segundo año, práctica de estereotomía, carpintería y estructuras de hierro. Al fin del tercer año, durante dos meses, práctica de mecánica general aplicada, y al terminar los estudios profesionales teóricos, práctica durante un año, de las aplicaciones industriales.

*Ingeniero civil**

1er año: Matemáticas superiores, comprendiendo trigonometría esfé-

* Se fusionó con lo que anteriormente era ingeniero de caminos, puentes y ferrocarriles.

rica, álgebra superior, geometría analítica y cálculo infinitesimal, geometría descriptiva, topografía y legislación de tierras y aguas, hidrografía y meteorología, dibujo topográfico y arquitectónico.

2º año: Mecánica analítica, estereotomía, carpintería y estructuras de hierro, física matemática, comprendiendo con especialidad la termodinámica, el magnetismo, la electricidad y la electrometría, dibujo topográfico y arquitectónico.

3er año: Mecánica general aplicada, hidráulica e ingeniería sanitaria, estabilidad de las construcciones, procedimientos de construcción práctica y conocimiento y experimentación de materiales, dibujo arquitectónico y de máquinas.

4º año: Vías de comunicación terrestres comprendiendo túneles, obras de arte y demás accesorios correspondientes, vías de comunicación fluviales y obras hidráulicas de toda especie, economía política, dibujo de composición.

Al fin del primer año práctica de estereotomía, carpintería y estructuras de hierro. En el transcurso del tercer año práctica de construcciones civiles, y al concluir el mismo práctica durante dos meses de mecánica general aplicada.

En el transcurso del cuarto año, asistencia a la clase de aplicaciones de la electricidad, durante el estudio de esta ciencia referente al transporte de fuerza y a la tracción.

Al terminar los estudios teóricos profesionales, práctica general de ingeniería civil, durante un año.

Ingeniero de minas y metalurgista

1er año: Matemáticas superiores, comprendiendo trigonometría esférica, álgebra superior, geometría analítica y cálculo infinitesimal, geometría descriptiva, topografía y legislación de tierras y aguas, hidrografía y meteorología, dibujo topográfico y arquitectónico.

2º año: Mecánica analítica, estereotomía, carpintería y estructura de hierro, física matemática, comprendiendo especialmente la termodinámica, el magnetismo, la electricidad y la electrometría, dibujo topográfico y arquitectónico.

3er año: Mecánica general aplicada, hidráulica e ingeniería sanitaria, estabilidad de las construcciones, procedimiento de construcciones, procedimiento de construcción práctica, y conocimiento y experimentación de materiales, dibujo de máquinas.

4º año: Química analítica y docimacia, mineralogía, geología y paleontología, economía política, dibujo de máquinas.

5º año: Laboreo de minas y legislación administrativa minera-

metalurgista, sobre todo, en lo concerniente a los metales de mayor explotación en el país. Este curso se dará en la Escuela Práctica de Pachuca.

Al finalizar el primer año, práctica de topografía durante dos meses. En el transcurso del segundo año, práctica de estereotomía, carpintería y estructura de hierro; y al final del mismo, en la Escuela Práctica de Pachuca, durante dos meses, práctica de topografía subterránea.

En el transcurso del tercer año, práctica en construcciones civiles, y al fin del mismo y durante dos meses, práctica de mecánica general aplicada. Durante el cuarto año, asistirán los alumnos a las lecciones que sobre electrometalurgia se den en la clase de aplicaciones de la electricidad; y al fin del mismo y durante dos meses, harán en la Casa de Moneda, la práctica de ensayos, apartado, amonedación y administración de casas de moneda. Al concluir los estudios y durante seis meses, visitarán los alumnos los centros mineros y metalúrgicos más importantes de la República. A la vez harán su práctica de Geología.

FUENTE: DUBLÁN y LOZANO, 1876-1904, xxvii, pp. 342-345.

Anexo 3

CURSOS EN INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DE PRINCETON

Primer Año (Freshman Year)

Primer Semestre

Matemáticas
Alemán o francés
Dibujo gráfico
Química
Inglés

Segundo Semestre

Matemáticas
Alemán
Francés
Dibujo gráfico
Química
Geodesia

Segundo Año (Sophomore Year)

Matemáticas
Alemán
Francés

Matemáticas
Alemán
Francés

Geodesia	Geodesia
Mineralogía	Dibujo gráfico
	Inglés

Tercer Año (Junior Year)

Física	Física
Astronomía	Geología
Mecánica	Mecánica
Geodesia	Geodesia
Dibujo gráfico	Dibujo gráfico
	Economía política

Cuarto Año (Senior Year)

Inglés	Inglés
Astronomía	Religión
Mecánica	Mecánica
Construcciones	Construcciones
Dibujo gráfico	Dibujo gráfico

FUENTE: *Catalogue 1892-1893*, p. 97.

Anexo 4

LISTA DE TEXTOS PARA LOS CURSOS DE LA ESCUELA NACIONAL
DE INGENIEROS PARA EL AÑO ESCOLAR DE 1907

- Éléments de Mathématiques Supérieures.* Hans Vogt.
Geometría Descriptiva. Elizalde.
Topografía. Francisco Díaz Cobarrubias.
Hidrografía. J. Pedrero.
Stérotomie et Charpentes en Bois. Leroy.
Mechanics. An Elementary Text Book, Theoretical and Practical. Calzabrook.
Mécanique rationnelle. Delaunay.
Stabilité des Constructions. Pillet.
Treatise on Hydraulics. Merriman.
The Cleaning and Sewerage of Cities. Beaumeister.

- Manual of Mineralogy.* James Dwight Dana.
Petrology. Harker.
Paleontology. Woods.
Geology. Le Conte.
Manuel d'Analyse Chimique Qualitative et Quantitative. Charles-Remi Fresenius.
Notes on Assaying. Peyster Richetts.
Roads and Pavements. Spaulding.
Railroad Construction. W. Loring Webb.
Treatise on Wooden Trestle Bridges. Foster.
Bridge Design (III part). Merriman and Jacoby.
Manual of Irrigation Engineering. Wilson.
Économie Politique. Paul Beauregard.
Explotación de Minas. Carreón.
Métallurgie de l'or. Schnabel.
Metallurgy. Metallurgy of iron. Hiorns.
Électrométallurgie. Borghers.

FUENTE: *Boletín*, 1906, pp. 722-723.

SIGLAS Y REFERENCIAS

- AGNM Archivo General de la Nación, México.
 CESU Archivo del Centro de Estudios sobre la Universidad,
 Fondo Escuela de Ingenieros.

Anales

- 1898 *Anales de la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

Anuario

- 1901 *Anuario estadístico*, Secretaría de Fomento, Colonización e Industria.

BAZANT, Jan

- 1980 *Breve historia de México (1805-1940)*, México, Premiá Editora.

BAZANT, Mílada

- 1982 "La República Restaurada y el Porfiriato", en *Historia de las profesiones en México*, México, El Colegio de México y la Secretaría de Educación Pública.

Boletín de Instrucción Pública

- 1905 Tomo V, México, Tipografía Económica.
 1906 Tomo VI, México, Tipografía Económica.
 1907 Tomo VIII, México, Tipografía Económica.
 1910 Tomo XV, México, Imprenta y Litografía Müller Hnos.

Catalogue

- 1892-1893 *Catalogue of the College of New Jersey at Princeton*, New Jersey, Princeton Press.

Comunicación

- 1877 *Comunicación del Ministerio de Justicia. Se reforma la ley de instrucción pública, en la parte relativa a la Escuela de Ingenieros.*

CRESPO Y MARTÍNEZ, Gilberto

- 1901 "La evolución minera", en *México, su evolución social*, México, J. Ballescá y Compañía, Sucesor, Editor. Tomo II.

Cuadro Sinóptico

- 1910 *Cuadro sinóptico informativo de la administración del señor general don Porfirio Díaz, presidente de la república*, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento.

CHÁVEZ, Ezequiel

- 1902 "La educación nacional", en *México, su evolución social*, México, J. Ballescá y Compañía, Sucesor, Editor. Tomo I.

DOLLERO, Adolfo

- 1911 *México al día*, México, Librería de la Vda. de Charles Bouret.

DOMÍNGUEZ, Norberto

- 1907 "El porvenir de la carrera de ingenieros en México"

en *Boletín de Instrucción Pública*, México, Tipografía Económica. Tomo VIII.

DUBLÁN, Manuel y José María LOZANO

1876-1904 *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la independencia de la República*, México, Imprenta del Comercio.

DUMAS, Claude

s.f. *Justo Sierra et le Mexique de son temps*. Tomo II.

El ferrocarril

1977 *El ferrocarril mexicano, 1877*, México, Edición privada de Cartón y Papel de México, S.A.

GONZÁLEZ DE COSSÍO, Francisco

1976 *Historia de las obras públicas en México*, México, Edición de la Secretaría de Obras Públicas.

GONZÁLEZ Y GONZÁLEZ, Luis

1976 "El liberalismo triunfante", en *Historia general de México*. El Colegio de México. Tomo III.

GONZÁLEZ NAVARRO, Moisés

1956 *Estadísticas sociales del Porfiriato*, México, Secretaría de Economía.

1973 *Historia moderna de México: El Porfiriato, La vida social*, México, Editorial Hermes.

Informe

1884 *Informe que rinde el director de la Escuela Nacional de Ingenieros correspondiente al año de 1882*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

Ingeniería

1942 *Ingeniería, Órgano de la Escuela Nacional de Ingenieros*, Voi. XVI, número I.

LEÓN LÓPEZ, Enrique

1974 *La ingeniería en México*, México, Secretaría de Educación Pública. (SepSetentas, 134).

LÓPEZ PORTILLO Y ROJAS, José

- 1975 *Elevación y caída de Porfirio Díaz*, México, Editorial Porrúa.

MACEDO, Pablo

- 1901 "Comunicaciones y obras públicas", en *México, su evolución social*, México, J. Balleescá y Compañía, Sucesor, Editor. Tomo II.

Massey-Gilbert

- 1903 *The Massey-Gilbert Blue Book of Mexico*.

Memoria administrativa

- 1903 *Memoria administrativa y económica que la junta directiva del desagüe y saneamiento de la Ciudad de México presenta a la Secretaría de Gobernación, 1896-1903*, México, Tipografía de J.I. Guerrero y Compañía.

Memoria Fomento

- 1887 *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el secretario de Estado y del despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio de la república mexicana, Carlos Pacheco*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- 1910 *Memoria presentada al Congreso de la Unión por el Lic. Olegario Molina, secretario de Estado y del despacho de Fomento, Colonización e Industria de la república mexicana*, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento.

Memoria Justicia

- 1899 *Memoria que el secretario de Justicia e Instrucción Pública, Lic. Joaquín Baranda presenta al Congreso de la Unión*, México, Imprenta del Gobierno en el ex-Arzobispado.
- 1902 *Memoria que el secretario de Justicia e Instrucción Pública, Lic. Justino Fernández presenta al Congreso de la Unión*, México, Antigua Imprenta de J.F. Jesús Sucesores.

México y las colonias extranjeras

- s.f. *México y las colonias extranjeras en el centenario de la independencia, 1810-1910*, México, Bouligny Schmidt Sucs.

MOTTS, Irene Elena

- 1973 *La vida en la ciudad de México en las primeras décadas del siglo XX*, México, Editorial Porrúa.

NAVA OTEO, Guadalupe

- 1965 "La minería", en *Historia moderna de México: El Porfiriato, La vida económica*, Tomo I, México, Editorial Hermes.

NICOLAU D'OLWER, Luis

- 1965 "Las inversiones extranjeras", en *Historia moderna de México: El Porfiriato, La vida económica*, Tomo II, México, Editorial Hermes.

Palacio de Minería

- 1910 *Palacio de Minería. Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes, memoria descriptiva del Palacio de Minería formada por el sr. ing. y arq. don Manuel F. Álvarez, inspector de edificios de Instrucción Pública.*

PALAVICINI, Félix

- 1945 *México. Historia de su evolución constructiva*, México, Editorial "Lilaro, S. de R.L."

PANI, Alberto J.

- 1950 *Apuntes autobiográficos*, México, Editorial Porrúa.

PANI, Arturo

- 1961 *Alberto J. Pani. Ensayo biográfico*, México.

PARKER, Morris

- 1979 *Mules, mines and me in Mexico, 1895-1932*, Tucson, The University of Arizona Press.

PLETCHER, David M.

- 1972 *Rails, mines and progress: seven American promoters. In Mexico, 1867-1911*, Port Washington, N.Y. London, Kennikat Press.

RAMÍREZ, Santiago

- 1884 *Noticia histórica de la riqueza minera de México*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

Reglamento

- 1877 *Reglamento a que deben sujetarse las dotaciones de los establecimientos de instrucción pública que dependen del Ministerio de Justicia*, México, 30 dic. 1877. Protasio Table, gobernador del Distrito Federal.

Resumen general

- 1905 *Resumen general del censo de la república mexicana a cargo del Dr. Antonio Peñafiel*, México, Imprenta y Fototipia de la Secretaría de Fomento.

Revista Instrucción

- 1896 *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, México.

Revista Positiva

- 1907 *Revista Positiva*, México, 1907, Tomo VII.

RICKARD, T.A.

- 1907 *Journeys of observation*, San Francisco, Dewey Publishing Company.

ROSENZWEIG, Fernando

- 1965 "La industria", en *Historia moderna de México: El Porfiriato, La vida económica*, Tomo I, México, Edit. Hermes.

SÁNCHEZ FLORES, Ramón

- 1980 *Historia de la tecnología y la invención en México*, México, Fomento Cultural Banamex.

TAMAYO, Jorge

- s.f. *Breve reseña de la Escuela Nacional de Ingenieros*, editado por "Ingeniería".

VALADÉS, José C.

- 1948 *El porfirismo*, México, Editorial Patria.

VAUGHAN, Mary Kay

- 1982 *The state, education, and social class in Mexico 1880-1928*, DeKalb, Illinois, Northern Illinois University Press.