

“A pesar de todo, se mueve”. El aprendizaje tecnológico en México, ca. 1860-1930

*Guillermo Guajardo Soto**

En México, los cambios económicos desde el último cuarto del siglo XIX fueron notables por la reactivación del crecimiento gracias a la expansión del sector minero, que creó un ambiente más próspero y facilitó el acceso a fuentes de financiamiento público y privado. El apoyo fiscal indirecto ayudó también a la construcción de vías férreas. Todo esto generó un auge exportador que realimentaría el proceso de crecimiento del mercado y la expansión productiva (Cárdenas, 1995; 264 y 268). Las inversiones extranjeras, por su parte, crearon una estructura productiva más compleja y sofisticada de ferrocarriles, plantas eléctricas, yacimientos mineros, fundiciones y refinerías de productos básicos. Sin embargo, si se analizan con más detenimiento los efectos, ellos fueron superficiales en el ámbito del cambio de las habilidades y conocimientos industriales de la fuerza de trabajo. Por ejemplo, la construcción de ferrocarriles en Francia generó una significativa demanda de cuadros profesionales, ya que entre 1829 y 1885 cerca del 30 por ciento de los graduados en la École Centrale fueron empleados



* Profesor asociado del Departamento de Estudios Internacionales del Instituto Tecnológico Autónomo de México.

en proyectos ferroviarios, a diferencia del 9 por ciento que intervino en otros trabajos públicos (Inkster, 1991: 178). En México, sin embargo, Milada Bazant ha establecido que durante el porfiriato (1876-1911) las ingenierías dirigidas hacia actividades industriales —como las de ingeniero mecánico, electricista e industrial— prácticamente desaparecieron. En total, durante este periodo se titularon alrededor de 448 ingenieros, en su mayoría entre 1891 y 1910 (Bazant, 1984: 258-264, 286), durante la época de construcción de gran parte de la infraestructura económica mexicana. Por ello puede postularse que para la ingeniería fue una oportunidad desperdiciada la construcción de líneas férreas entre 1867 y 1926, siendo en cambio mucho mejores para la formación de ingenieros los vínculos establecidos con las obras públicas y la industria después de 1930 (Guajardo, 1995). Sobre ello se debe señalar que en aquel entonces las prioridades gubernamentales estuvieron orientadas hacia otras áreas, ya que el 37.2 por ciento de los graduados en escuelas universitarias en México entre 1901 y 1927 serían abogados, los ingenieros, en cambio, sólo alcanzaron un 17.3 por ciento (Lorey, 1993: 42).

No obstante, lo esencial del problema era no sólo la actitud del gobierno y las compañías en lo que respecta a emplear profesionales y técnicos nacionales, sino que al no desarrollarse industrias de bienes de capital durante las últimas décadas del siglo XIX, el crecimiento de los ferrocarriles, la

minería y el petróleo se basaron en la maquinaria y la tecnología extranjeras, no habiendo estímulo para impulsar ampliamente una educación profesional técnica en nuestro país (Lorey, 1993: 21). En un estudio anterior (Guajardo, 1996) establecimos que entre 1890 y 1950 y para una red ferroviaria que era la tercera en tamaño en América Latina, apenas se fabricaron nueve locomotoras de vapor y cerca de 900 carros de carga y de pasajeros. Éstos cubrieron entre 1908 y 1914 tan sólo el 4.5 por ciento de los carros de carga adquiridos por Ferrocarriles Nacionales de México (FNM), la mayor empresa ferroviaria del país desde 1908, la importación abarcó en contraste, cerca del 91 por ciento de las adquisiciones (Guajardo, 1996: 233). Más tarde, en la década de 1940, sólo se construyeron dos locomotoras de vapor en los momentos en que se introducía la tracción con diesel (Yanes, 1991). En ese sentido, las condiciones para el tránsito hacia profesiones técnicas ligadas con la economía se empezaría a dar entre 1935 y 1949 (Lorey, 1993: 59), cuando el ferrocarril ya no era predominante ni como medio de transporte, ni como polo tecnológico. Esta tarea la asumiría la industria.

Entre los trabajadores, el ferrocarril tuvo un importante impacto como fuente de empleos, ya que involucra un conjunto de procesos de trabajo que requiere de un personal competente en diversas operaciones destinadas a mover y dar mantenimiento a un complejo de máquinas. Empero, el balance

hacia 1960 era negativo con respecto al personal mexicano formado hasta ese entonces, después de más de una década de haberse introducido la denominada tracción diesel:

En el pasado, salvo en la rama de transportes, el adiestramiento se tuvo sobre la marcha del trabajo mismo, sin que hubiera un plan definido para que el trabajador pudiera superarse, adquiriendo un conocimiento universal en su especialidad. Esta situación pudo tolerarse y de hecho se toleró por casi medio siglo, debido a la lentitud de los cambios en los métodos de trabajo. El estancamiento mundial en la técnica de los transportes de las primeras décadas de este siglo dejaba margen para que los trabajadores fueran aprendiendo poco a poco su especialidad, sobre la base de echar a perder, o bien observando y repitiendo lo que otros con mayor experiencia hacían (Vasconcelos, 1960: 16).

Esta forma de aprendizaje comenzó a desaparecer después de la Segunda Guerra Mundial, por la introducción de la tracción diesel, que obligó a crear el Instituto de Capacitación Ferrocarrilera de FNM, con el fin de preparar la mano de obra calificada para las diversas especialidades (Vasconcelos, 1960: 17). Esto fue parte de una historia de iniciativas educativas ferrocarrileras que enfrentó factores adversos, tales como el poder de las hermandades de trabajadores estadounidenses durante el Porfiriato, el bajo nivel educa-

tivo del trabajador mexicano, la falta de un sector industrial productor de bienes de capital que sirviera de polo calificador de la mano de obra o el impacto negativo que tuvo la Revolución sobre la actividad ferroviaria.

Por lo anterior, en el presente artículo nos interesa conocer las razones de tan escaso impacto, en un país que hacia 1910 logró tener el tercer sistema ferroviario de América Latina, producto de uno de los mayores aportes de inversión extranjera en toda la región para llevarlo a cabo.¹ Con este propósito analizaremos las relaciones que se establecieron entre la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI) y las compañías ferroviarias al respecto de la enseñanza y la práctica de la ingeniería. También consideraremos los proyectos orientados a calificar productivamente a los obreros mexicanos en la operación y mantenimiento del equipo rodante ferroviario. Ambas áreas serán analizadas durante un periodo que se inicia en 1867 con la creación de la ENI y concluye en 1926, al entregarse la administración de los FNM a los accionistas estadounidenses que habían sido desplazados de su operación por la incautación llevada a cabo durante la Revolución, en 1914.²

TRABAJO Y TECNOLOGÍA EN LAS COMPAÑÍAS FERROVIARIAS

Durante el primer cuatrienio de Porfirio Díaz (1877-1880) se construyeron

1,073.7 km de vías férreas y fueron otorgadas las concesiones más importantes que permitieron que entre 1880 y 1890 se terminaran los troncales más importantes; con ello el centro de México quedó unido con tres puntos de la frontera norte: Nuevo Laredo (Ferrocarriil Nacional Mexicano), Ciudad Juárez (Ferrocarriil Central Mexicano) y Piedras Negras (Ferrocarriil Internacional Mexicano). A su vez, dos líneas comunicaron la altiplanicie central con el puerto de Veracruz (ferrocarriles Mexicano e Interoceánico), además de que se construyeron vías férreas en Yucatán y el noreste. De esta manera, para finales de 1910 el país contaba con 19,280.3 km de líneas férreas (Leal y Woldenberg: 1980: 91). Este gran movimiento constructivo motivó una importante demanda laboral para la instalación de las vías; sin embargo, en lo que se refiere al ámbito del trabajo calificado, como el de los ingenieros y obreros mecánicos, el nuevo medio de transporte ofreció una oferta segmentada porque las compañías reservaron los puestos de dirección a estadounidenses, canadienses y británicos. Esto significaba, por lo demás, una conducta que no fue exclusivamente mexicana, ya que en países como la India la llegada de este medio de transporte representó un buen mercado de trabajo para los anglosajones en puestos de mayor categoría e ingresos que, por lo demás, eran los menos, aunque a la vez creó un amplio y diversificado campo laboral en el

mantenimiento mecánico de los talleres.³ Es cierto que algunos ingenieros mexicanos trabajaron en el diseño y construcción de líneas, pero la gran mayoría de ellos estuvieron excluidos de la construcción y mantenimiento de los grandes troncales hasta fines del porfiriato. Tal como indica Sandra Kuntz (1995: 104-105):

parece claro también que el origen extranjero de las principales compañías frenó durante algún tiempo la incorporación de esta fuerza laboral a las esferas superiores de la administración y la ingeniería de las empresas. La mexicanización de los ferrocarriles en la primera década del siglo (xx) no cambió esa situación: los más altos funcionarios de las antiguas compañías extranjeras siguieron ocupando entonces los puestos principales. El cambio en este terreno habría de esperar hasta el inicio de la revolución, y aun entonces habría de tener lugar en forma paulatina.

En el caso del Ferrocarril Central Mexicano la empresa estadounidense propietaria, Atchison, Topeka y Santa Fe, incorporó en la esfera superior de su filial mexicana a reconocidos ingenieros de Estados Unidos, por ejemplo, Lewis Kingman, ingeniero en jefe de la compañía mexicana en el periodo más intenso de la construcción (1880-1884), el cual había trabajado alrededor de 25 años en los ferrocarriles norteamericanos y representado los intereses del Santa Fe en el Atlantic & Pacific

Railroad. Otro caso fue el de Albert A. Robinson, quien construyó 4,000 millas de líneas en Estados Unidos antes de ser designado presidente del Ferrocarril Central Mexicano, en donde construyó 900 millas más. Estos dos ejemplos no fueron excepcionales, ya que numerosos ingenieros a cargo de la construcción en tramos importantes de la línea colaboraron en la expansión de las líneas del Santa Fe en los Estados Unidos, y a ellas volvieron una vez que su trabajo en México llegó a su fin (Kuntz, 1995: 255).

Pero esta conducta también se explicaba porque los ingenieros mexicanos no estaban formados en la nueva tecnología introducida, tanto en la actividad minera como ferrocarrilera desde la década de 1880, además de que el Estado no favoreció la creación de eslabonamientos entre ingenieros y mano de obra en los ferrocarriles, ni ejerció una política amplia de educación técnica, lo cual fue no sólo por el enfoque liberal de su política económica, sino también por la falta de un sector industrial con un perfil político y social claro. El Estado mexicano tenía una tradición de intervencionismo estatal, heredera del mercantilismo español, que fue un efectivo medio para dar origen a una poderosa industria textil del algodón desde la década de 1830, pero también desde 1880 para subvencionar directamente la construcción de ferrocarriles. Para ello se hizo un enorme esfuerzo fiscal por parte del gobierno mexicano promotor de ferrocarriles,

que provocó una larga presión en las finanzas públicas, ya que la mayor parte fue a través de exenciones de impuestos, concesiones de tierra e incluso subsidios en efectivo, los cuales llegaban a cubrir entre 20 y 35 por ciento del costo de construcción (Cárdenas, 1995: 265-266). En ese sentido, la acción estatal cubrió la instalación de dicha tecnología, sin impulsar el cambio técnico en la fuerza de trabajo mexicana. Esto difiere de países que tenían una tradición de intervencionismo económico, como Japón y Alemania, en donde se apoyó la educación técnica, especialmente en el último país, pero que estaba articulada con esfuerzos e intereses locales (Inkster, 1985: 185). Esto ubica el problema no sólo en el ámbito de la acción pública, sino en el impacto que tuvo la ausencia de sectores sociales claves para un proceso de cambio económico, tal como lo indica la experiencia inglesa, en donde la ortodoxia liberal no fue obstáculo para dar apoyos gubernamentales moderados combinados con fuertes iniciativas locales y privadas. Allí fue relevante la existencia de movimientos radicales en las clases medias para impulsar la creación, desde la década de 1820, de sociedades e instituciones de educación obrera y profesional para la industria (Roderick y Stephens, 1985: 62, véase también Sanderson, 1995: 20-29). En Estados Unidos ello se desarrolló mucho más a través de un marcado utilitarismo de la unión entre la formación de ingenieros y técnicos y el interés

de los industriales (Sinclair, 1985: 103). En suma, hubo un medio social demandante de movilidad y calificación en y para un mercado interno en expansión, siendo relevante el crecimiento del tamaño y la demanda de las clases medias para construir una cultura del trabajo, aunque también del consumo (Horrell, 1996: 597; Morus, 1996: 403-405).

México difiere de lo anterior, tanto en la acción gubernamental como en la condición y conducta de la base social y regional, ya que tuvo una demanda hasta después de la Revolución, cuando emergieron con fuerza acciones desde el Estado, pero también fuertes demandas del sector obrero y de las clases medias. En ese sentido hasta la década de 1930 el caso mexicano difiere en forma notable con la experiencia de las colonias británicas como la India en el siglo XIX. A pesar de que México era un gran centro cultural prehispánico, el tipo y duración de dominio colonial español le hizo tener una respuesta menor a la que tuvo la India desde el siglo XVIII y XIX en su contacto con Inglaterra, en donde desde tiempos precoloniales había una vigorosa tradición científica y técnica que, al momento de la Revolución Industrial, generó una masiva colisión cultural que influyó profundamente en la existencia material e intelectual del colonizador y el colonizado.⁴ En México lo que se detecta es una reacción local tardía y fragmentada frente a la introducción de tecnologías productivas, con una débil

actitud estatal y una escasa demanda social hasta fines del Porfiriato. Ello cambiaría a partir de la década de 1920 con el engrosamiento del mundo urbano y obrero, pero cuando el ferrocarril ya no significaba la tecnología y el medio de transporte predominantes y más modernos.

LA DIFÍCIL RELACIÓN ENTRE LA FORMACIÓN DE INGENIEROS Y LAS COMPAÑÍAS FERROVIARIAS HASTA EL PORFIRIATO

En 1867, al restaurarse la República, el gobierno de Benito Juárez modificó la organización del antiguo Colegio de Minería creado en 1792, estableciendo la Escuela Especial de Ingenieros que luego sería la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI). También el gobierno de Juárez se preocupó de vincular a las nuevas profesiones con las actividades económicas del país, especialmente con la escasa presencia del ferrocarril. Así, por decreto, se determinó que las empresas constructoras de ferrocarriles estaban obligadas a recibir alumnos de ingeniería civil o de puentes y caminos de la ENI para que hicieran sus prácticas. El decreto estipuló que en toda concesión de ferrocarriles se concebiría como impuesta esa obligación, aunque no estuviera escrita expresamente.⁵ Esta disposición encontró fuertes resistencias en las compañías, lo que dificultó notablemente el aprendizaje de los alumnos. Un ejemplo temprano se dio en enero

de 1871, cuando el Ministerio de Fomento recibió noticias de que los cinco estudiantes que estaban haciendo sus prácticas en las obras del Ferrocarril Mexicano, en Paso del Macho, no iban a los trabajos ni recibían de los ingenieros de la compañía las instrucciones necesarias. Por esa razón el Ministerio debió recordar a la compañía que sus ingenieros proporcionaran a los alumnos los datos y facilidades necesarias para su práctica, pero la empresa respondió que no podían ayudarlos con caballos, habitación ni mantenimiento.⁶ Un año más tarde la compañía del Ferrocarril Mexicano no les dio el certificado de práctica, por lo que éstos denunciaron a la ENI que “lejos de poner en nuestras manos aquellos elementos indispensables que facilitarían el objeto con que íbamos a la vía férrea, llegaron en un principio hasta prohibirnos el tomar las dimensiones de las obras de arte”.⁷ Finalmente por gestiones hechas, tanto por los ministerios de Fomento como por el de justicia e instrucción pública, la compañía entregó el certificado de la práctica.⁸

No obstante ello, a pesar de la política discriminatoria del Mexicano, éste sería el campo de práctica más adecuado para los alumnos de ingeniería, dado el gran tiempo que tomó su construcción y también por disponer de una variedad de equipos, infraestructuras y obras de arte. Representativo de esto fue la petición que hizo en 1886 Antonio del Castillo, director de la ENI, al secretario de Fomento

para que se dieran facilidades a los alumnos con el fin de completar sus estudios sobre material rodante de ferrocarriles, visitando el taller de reparaciones que el Mexicano tenía en Orizaba, “porque aun cuando las demás compañías ferrocarrileras poseen los suyos, ninguno de éstos tiene como aquél máquinas locomotoras de construcción francesa, americana, inglesa o belga”.⁹ Esto indicaba la variedad de improntas tecnológicas que había dejado la difícil construcción de la línea, a diferencia de las que se empezaron a construir desde 1880, que tuvieron un solo proveedor tecnológico: los Estados Unidos. Por otra parte, las fuertes inversiones de compañías de Estados Unidos fueron ejecutadas en forma muy rápida, a diferencia de la línea del Mexicano, que por su demora permitió hacer diversas prácticas. Por ello en 1886 cinco alumnos de la ENI pidieron ser enviados al extranjero debido a la escasez de trabajos de construcción de líneas férreas. Esta situación se empezó a presentar desde 1883, por lo que Antonio del Castillo sugirió al secretario de Fomento que los estudiantes fueran enviados a los Estados Unidos por seis meses, tal como se había dado durante el periodo de baja construcción ferroviaria, es decir, entre 1873, cuando se finalizó la línea del Mexicano, y 1881, año en que empezó la construcción simultánea de las líneas del Central y Nacional Mexicano.¹⁰

Si bien la situación se hizo difícil para las prácticas de ingenieros civiles

y de caminos, puertos y canales, para la carrera de ingenieros industriales —en la cual se fundieron en 1883 las de electricista y mecánico— los talleres de las compañías ferrocarrileras —es decir, en la fase de operación, ya no de construcción— empezaron a ser interesantes lugares de práctica. En noviembre de 1889, 19 alumnos de la ENI visitaron los talleres del Ferrocarril Interoceánico ubicados en San Lázaro y en Texcoco. Además, visitaron en la ciudad de México la Fábrica Nacional de Armas, la Fundición Nacional, la Fábrica de Pólvora de Santa Fe, la Oficina del Timbre, la Casa de Moneda y las Bombas de San Lázaro y Chapultepec. En diciembre de 1890, C.S. Stanhope, vicepresidente del Ferrocarril Nacional Mexicano, informó a Carlos Pacheco, secretario de Fomento, que la empresa facilitaría la visita a sus obras y talleres.¹¹

Las prácticas quedaron asentadas en la ley de enseñanza de 1897, que en el artículo 10 declaraba que la “enseñanza en la Escuela Nacional de Ingenieros será rigurosamente teórico-práctica, para cuyo fin se alternarán en la misma semana las clases que se destinen a los estudios teóricos, con los ejercicios prácticos adecuados a cada materia”.¹² Por esa razón las prácticas empezaron a darse en establecimientos industriales. Pero en el caso de las prácticas profesionales de los ingenieros civiles, que por ley debían hacerlo en ferrocarriles, canales, presas de irrigación, obras en los puertos y cons-

trucciones civiles, éstos no encontraban fácilmente dónde conseguir prácticas en 1905. Sin embargo, un buen espacio empezaron a ser las plantas eléctricas que en 1906 permitieron que 29 alumnos estudiaran varios tipos de dinamos, motores, acumuladores y alternadores. También se aprovechó la experiencia que estaban llevando a cabo las fábricas textiles de San Antonio Abad, La Victoria y La Fama en la ciudad de México, de reemplazar sus generadores de vapor por motores eléctricos.¹³

La reforma de 1897 se dio además en un marco de creciente importancia del crecimiento industrial, por lo que si bien se incluían los talleres ferrocarrileros, también lo hacían los talleres estatales de armas, pólvora y timbres, así como también fábricas de todo tipo, dotados de energía eléctrica. Dichas instalaciones, en alguna medida, compensaron el ámbito laboral para los ingenieros frente a la baja en la construcción ferroviaria, especialmente después de 1898. Visitar fábricas también se hizo necesario porque la ENI tenía talleres muy mal equipados para la enseñanza, ya que en el caso de las máquinas de vapor las existentes no alcanzaban la potencia adecuada para hacer experimentos, razón por la cual en 1908 se tuvo que adiestrar a los alumnos para discutir datos de las experiencias hechas en establecimientos europeos o norteamericanos, con el fin de acostumbrarlos a manejar fórmulas y valorar datos experimentales y

efectos de la compresión y el calentamiento del vapor, con sus distintos grados de expansión e influencia sobre el rendimiento. Lo teórico se completó con visitas a las instalaciones de gas pobre y vapor ubicadas en Nonoalco, Ciudad de México. En 1909 se envió a los diez mejores alumnos de la escuela a visitar fábricas que utilizaban electricidad ubicadas sobre los siguientes trayectos ferroviarios: Orizaba y Córdoba, del Ferrocarril Mexicano; Salina Cruz, Tehuantepec, Comitancillo, Rincón Antonio, Minatitlán y Coatzacoalcos, del Ferrocarril del Istmo; Veracruz, Jalapa y Puebla del Interoceánico, y Coatepec, Xico y Texolo, sobre la línea de Córdoba a Jalapa.¹⁴

SÓLO PROYECTOS PARA CALIFICAR
LA MANO DE OBRA DURANTE EL
PORFIRIATO (1890-1911)

En lo que se refiere a la mano de obra, hacia 1890, motivado por el crecimiento que experimentaba el sistema ferrocarrilero mexicano y con el fin de abrir espacios para los trabajadores, Porfirio Díaz comisionó a Daniel Palacios, profesor de mecánica de la ENI, para que estudiara y formulara un proyecto de Escuela Práctica de Maquinistas.¹⁵ Un mes después, Palacios entregó un programa de estudios que excedía la simple idea de formar gente preparada manualmente, debido a que planteaba un proyecto de desarrollo tanto de la mano de obra mexi-

cana, como de la industria metalúrgica vinculada con los ferrocarriles. Para ello dividió la carrera en dos especialidades o menciones: “maquinista especialista”, o también llamado “conductor de locomotivas”,* y el “maquinista en general”. El primero tendría una carrera corta de un año con los conocimientos más indispensables para conducir. La segunda especialidad debía poseer mayores conocimientos, ya que sería un tipo de ingeniero dedicado no sólo al montaje e instalación de toda clase de máquinas a vapor, sino también a su construcción y mantenimiento. En el proyecto se contempló que esta especialidad fuera impartida de noche para que pudieran asistir obreros, cerrajeros y torneros que pudieran interesarse.¹⁶

Palacios consideró que sería fundamental desarrollar las capacidades para manufacturar las partes y montar las de máquinas, por lo que las prácticas se harían de preferencia en las fábricas y talleres en donde eran construidas y reparadas las locomotoras (en el extranjero). Una vez llegados al tercer año, los alumnos elaborarían modelos de maquinarias que fueran necesarias para las actividades productivas del país, tales como motores, trapiches, bombas, arietes hidráulicos, prensas, etcétera (AHUNAM.ENI, caja 3, exp. 33: 511-521). Este proyecto fue estudiado por la Secretaría de Fomento, de la cual dependía la ENI, y de ese estudio se decidió que el proyecto debía limitarse a la carrera de conductor de

locomotivas, porque tendría más demanda frente al desarrollo que tomaba la red ferroviaria mexicana. La carrera de maquinista en general fue vista como inconveniente por la Secretaría, debido a que a juicio de esa entidad pública, formar un personal con conocimientos intermedios entre el artesano y el ingeniero tendría malos resultados. A este respecto había la experiencia de la Academia de Bellas Artes, en donde se intentó crear sobrestantes prácticos para la construcción, los cuales al finalizar sus tres años de estudios, “salían con las pretensiones de un arquitecto”. Otra experiencia se había dado en la Escuela de Agricultura, en donde por algún tiempo se impartió la carrera de administrador de fincas de campo, ahí egresaron profesionales con tendencias a desempeñarse como ingenieros agrónomos, más que como administradores. Por ello la Secretaría de Fomento estimó que sería mejor perfeccionar la carrera de ingeniero industrial, en lugar de crear una nueva carrera.¹⁷ Es decir, los argumentos apuntaban a que podían invadir el campo laboral de otras profesiones, pero no se destacó su valor como proyecto de desarrollo económico “a futuro”.

Con dicho dictamen, el 18 de diciembre de 1890 se creó la Escuela Práctica para Maquinistas (EPM) en la ENI, establecimiento en donde se impartiría la carrera de conductor de locomotivas con duración de dos años.¹⁸ La EPM sería dependiente de la Secretaría de Fomento para los aspectos ad-

ministrativos, escolares y de acreditación.¹⁹ En enero de 1891 se abrió un registro de inscripciones a los cursos de la EPM, y para el 4 de febrero de ese año se habían inscrito 82 alumnos quienes, en su mayor parte, no cumplían con los requisitos impuestos, que eran la de ser mayor de 16 años y haber terminado los estudios primarios. En todo caso, ya en marzo de 1891 los alumnos de la EPM visitaron la Maestranza Nacional, la Fábrica de Armas, la Fundición Nacional, la Oficina Impresora del Timbre, así como también los talleres que tenían en la ciudad de México los ferrocarriles Nacional Mexicano, Central y del Distrito Federal.²⁰ Pero la inserción de la EPM dentro de la ENI no estaba claramente definida, debido a que era otro plantel educacional que operaba en su interior y creaba dificultades en la enseñanza. Por ese problema la Secretaría de Justicia e Instrucción Pública (de la cual pasó a depender la ENI en 1891) emitió un decreto el 20 de febrero de 1892 por el cual dispuso que los talleres y las clases de la EPM pasaran a formar parte de la Escuela Nacional de Artes y Oficios para Hombres (Bazant, 1982: 174). Con ello esta profesión iría desapareciendo al ser absorbida por dicha institución y en la ley de enseñanza profesional para la ENI, expedida por Porfirio Díaz el 15 de septiembre de 1897, ya no apareció ningún rastro de la EPM.²¹ La Revolución sería el fenómeno que generaría un nuevo marco de condiciones para lograr un cambio.

LA REVOLUCIÓN Y LA DECLINACIÓN DEL
FERROCARRIL COMO CAMPO FORMATIVO
PARA LOS INGENIEROS 1914-1926

Con la Revolución salieron del país un gran número de ingenieros extranjeros, obligando al personal mexicano a tener que asumir los puestos de control y dirección de fábricas, ferrocarriles y otras actividades. A su vez, el ambiente de inestabilidad alteró la instrucción, ya que desde 1914 debieron suspenderse las visitas y prácticas en fábricas y ferrocarriles. Sin embargo, a partir de 1917 la ENI pudo llevar a sus alumnos a realizar prácticas en ferrocarriles, electricidad, hidráulica, topografía, astronomía e incorporar nuevos elementos para los exámenes, tales como el estudio de establecimientos industriales y de estaciones de automóviles en el Distrito Federal. Además, se crearon clases como la de Explotación del Petróleo, Concreto Armado y Geología Aplicada.²² Con los ferrocarriles se restablecieron relaciones, ya que en abril de 1918, bajo el patrocinio de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, nueve alumnos y tres profesores visitaron la reparación de un puente volado por rebeldes en Lagos de Moreno, Jalisco. También visitaron los talleres de FNM, la Fundición de Aguascalientes, la línea de Saltillo y Oriente, así como las dragas del puerto de Tampico. Asimismo se aprovechó un descarrilamiento para estudiar diversas indicaciones técnicas al respecto.²³

Siguiendo la tendencia de combinar ferrocarril e industria, en 1923 los alumnos del cuarto año de ingeniería civil visitaron en Orizaba, Veracruz, los talleres del Ferrocarril Mexicano, la Fábrica de Río Blanco, la Cervecería Moctezuma y las plantas eléctricas de Tuxpango, Ixtazoquitlán y Rincón Grande.²⁴ Otra característica de las condiciones posrevolucionarias fue que la Facultad de Ingeniería (FI) (desde 1914 la ENI comenzó a llamarse así) de la Universidad Nacional de México empezó a tejer estrechos lazos con otros sectores económicos, ya que su director hizo gestiones ante la Cámara Minera de Chihuahua para que en noviembre de 1923 distintas empresas mineras aceptaran 13 estudiantes de minas como practicantes. Entre las empresas que aceptaron figuraban la American Smelting & Refining Co. (ASARCO), que en su departamento de fundición incluyó un alumno en cada una de sus plantas de Óvalos, Chihuahua, Matehuala, S.L.P., Monterrey, N.L. y Aguascalientes.²⁵ En este cuadro de nuevas relaciones un actor importante fue la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey (en adelante Fundidora de Monterrey), empresa que tuvo la iniciativa de estructurar vínculos con la educación técnica. Ese propósito ya lo había manifestado desde antes de la Revolución y lo refrendaría después de ella.

En abril de 1919 Adolfo Prieto, consejero de la Fundidora de Monterrey, informó a Mariano Moctezuma, direc-

tor de la FI, que se habían reanudado los trabajos en gran escala y que ahora podía cumplir con un deber que en años anteriores “nos habíamos impuesto”: invitar a una comisión de alumnos de los últimos años de las carreras de ingeniería, para que practicaran por 8 o más días, “ofrecimiento que desinteresadamente le hacemos (a la Facultad de Ingeniería) deseosos de contribuir en la medida de nuestras posibilidades al progreso de los estudiantes que por razón de su profesión han de estar en lo futuro especialmente interesados en el progreso de nuestra industria”. La invitación fue aceptada y el 5 de julio de 1919 salió un grupo de alumnos del cuarto año de ingeniería civil y también de minas rumbo a Monterrey. El grupo iba a cargo del ingeniero José Cuevas y del secretario de la Universidad Nacional, con una comitiva total de 20 personas. Aprovechando la oportunidad se solicitó a la ASARCO autorización para visitar su fundición de Monterrey; allí los recibió el superintendente de la planta, L.B. Harrison.²⁶

Esta relación llegó a ser un verdadero compromiso con el Estado mexicano, dadas las gestiones de acercamiento que en esta materia tuvo Adolfo Prieto con el Presidente Plutarco Elías Calles. A fines de 1926 ambos personajes se reunieron y Calles solicitó que la Fundidora de Monterrey implementara un programa de becas destinado a pensionar en Europa a los egresados de ingeniería. Se dispuso también que los hijos de trabajadores de la

Compañía que sobresalieran en sus calificaciones, fueran becados en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional.²⁷

LA VÍA “GREMIAL” PARA CALIFICAR A LA MANO DE OBRA FERROCARRILERA

Paralelos a la formación de ingenieros se idearon planes para dar instrucción técnica a la mano de obra. Desde fines del Porfiriato se dio una combinación de iniciativas desde el Estado y el ámbito obrero. A partir de la creación de la “Unión Fraternal” en 1890, las organizaciones de ferrocarrileros comenzaron a estructurarse en un movimiento ascendente que culminaría en noviembre de 1910 con la creación de la “Unión de Conductores, Maquinistas, Garroteros y Fogoneros”, fundada en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, la cual agrupó a varios gremios. Con ello serían alrededor de 12 organizaciones obreras las que contribuyeron desde 1906 a impulsar una política de mexicanización de los puestos de trabajo, especialmente por medio de la creación, en 1908, de Ferrocarriles Nacionales de México (Alzati, 1946: 41, 54-57).

En dicho marco la organización que realizaría una importante labor en pro de la educación técnica sería la “Gran Liga, de Empleados de Ferrocarril”, que a pesar de tener una corta existencia emprendió, entre 1904 y 1908 un esfuerzo educativo destinado a desplazar

a los anglosajones de los puestos de trabajo. La Gran Liga, junto con la Unión de Mecánicos, estableció en Monterrey una escuela para dar instrucción técnica a los ferrocarrileros mexicanos (Alzati, 1946: 131-132). Las escuelas fueron sostenidas por la Unión y la Gran Liga con el fin de formar al personal mexicano en un plan de acción que culminaría el 3 de marzo de 1910, con la creación del Departamento de Instrucción de FNM que estableció escuelas en el Distrito Federal, Acámbaro, San Luis Potosí, Guadalajara, Aguascalientes, Cárdenas, Monterrey, Torreón, Durango, Chihuahua, Puebla y Jalapa (Alzati, 1946: 175-180). Dicho esfuerzo permitió el ingreso de trabajadores mexicanos a los puestos de despachador telegrafista, conductor de trenes y maquinista y fogonero, todo entre 1910 y 1914. La huelga que los empleados estadounidenses declararon en los FNM en abril de 1912, cuando pretendieron imponer que sus hermanidades de conductores y maquinistas controlaran el acceso de los mexicanos a los puestos de trabajo, así como también que las órdenes de viaje e instrucciones de operación se hicieran y se escribieran en inglés, impulsó este proceso. Ante ello, la compañía obligó al retiro del personal estadounidense, que quedó saldado en 1914 por el agravamiento de la Revolución y la invasión del puerto de Veracruz por tropas de Estados Unidos. Con todo lo anterior, los extranjeros, que en 1909 en FNM eran 1,075 y equivalían al 4.1 por ciento

de 26,106 empleados, bajaron para 1917 a 179, equivalentes al 0.5 por ciento de 32,796 empleados. Para 1925 eran 38, es decir el 0.08 por ciento del total de empleados.²⁸

Sin embargo, la intensificación de la Revolución entre febrero y octubre de 1913 tuvo efectos perturbadores sobre los puestos de trabajo conquistados por el personal mexicano, al generarse un desplazamiento en las jerarquías dada la intervención de los bandos en pugna, los que ocuparon el personal disponible en las zonas controladas por las facciones, jefes y caudillos locales. Esto desbarató los proyectos gremiales de formar personal mediante escuelas técnicas del gremio y a través del Departamento de Instrucción.

DES MILITARIZACIÓN Y LUCHA CONTRA LOS “DERECHOS DE CARABINA”

El problema de la dislocación de los puestos de trabajo y del proyecto gremial de educación técnica era muy claro para Federico Rendón, fundador y presidente en 1921 de la Unión de Conductores, quien destacaba el importante cambio producido al permitirse el ingreso de personal diverso y con baja calificación: “cuando la Revolución Constitucionalista, con su arrollador empuje, pasó sobre los derechos de los ya antiguos trenistas, en casi todas las Divisiones estos (se) rehusaron (a) trabajar y se tuvo que echar mano (rigurosamente hablando) de

limpiadores, peones, boleros, agentes de publicaciones y de cualquier elemento que se presentaba diciendo que podía trabajar”.²⁹ Este hecho también fue puesto en evidencia en 1916 por el presidente ejecutivo de los Ferrocarriles Nacionales (llamados “constitucionalistas” desde su incautación en 1914), el ingeniero Alberto J. Pani:

el personal encargado del movimiento de los trenes, por otra parte, además de estar completamente supeditado a los Jefes Militares, era incompetente; los funcionarios y principales empleados tenían grado militar y muchos de ellos —simples garroteros o fogoneros— habían logrado llegar hasta las superintendencias o las jefaturas de trenes por méritos en la campaña y no por su aptitud como ferrocarrileros.³⁰

Por esas razones, el gobierno de Venustiano Carranza llevó a cabo una fuerte campaña de desmilitarización para combatir los “derechos de carabina” por los cuales muchos “revolucionarios ineptos” —como los calificaba Pani— habían sido favorecidos con cargos y se oponían a la implantación del *merit system* en relación con los empleos.³¹ Una de las formas para cambiar al personal fue la creación en 1916 del Depósito de Ferrocarrileros Revolucionarios. Esta iniciativa, que benefició a todos los que prestaron servicios al gobierno constitucionalista, estuvo acompañada de la creación de escuelas de ferrocarrileros sos-

tenidas por la Secretaría de Guerra y Marina. En dichas escuelas se impartían clases a los trabajadores del Depósito para que pudieran continuar desempeñándose con eficacia en los mismos puestos que les habían asignado durante las campañas militares. El depósito de ferrocarrileros fue creado por iniciativa de Álvaro Obregón (según se lo recordaron en 1924 doscientos cesados de FNM)³² quien en 1916 era secretario de Guerra y Marina del gobierno constitucionalista y estaba empeñado en desmilitarizar diversas actividades económicas. Esto obedecía al plan de Carranza destinado a lograr una cierta autonomía con respecto a sus comandantes militares y reducir el tamaño del ejército (Clark Schlopping, 1974: 164-166; Hall, 1981: 156-157). Pero el problema de estas iniciativas es que las condiciones no eran estables, ya que continuaban las acciones militares del gobierno carrancista contra los ejércitos campesinos de Francisco Villa y Emiliano Zapata, por lo que se mantuvo el reclutamiento forzoso de personal sin preparación en las zonas en donde se necesitaba. Además estas iniciativas debían enfrentar dificultades no sólo institucionales o económicas, sino también por la calidad de la mano de obra.

Esto se puede comprobar mediante la composición que en febrero de 1921 tenían los maquinistas pertenecientes a la “Orden de Maquinistas y Fogoneros de Locomotoras”. De sus 1,228 miembros, 1,223 habían ingresado a

FNM entre 1900 y 1920 y para este último año representaban cerca del 97 por ciento de los maquinistas y el 86 por ciento de los fogoneros de la compañía. Gran parte de esta masa trabajadora ingresó durante la agudización de la lucha armada, ya que en 1914 lo hicieron 109 personas y al año siguiente 228 personas, nivel máximo que se lograría nuevamente en 1920 con 232; así, un 90 por ciento del total había ingresado entre 1914 y 1920.³³ Esa evidencia nos permite afirmar que para fines de la Revolución el personal ferrocarrilero de transportes —que había sido uno de los principales impulsores de la nacionalización de los puestos de trabajo— ya no era el mismo que había negociado la vía “gremial” y, por el contrario, mostraba una baja calidad productiva que trató de corregirse pero que no llegó a consumarse, dada la estrecha ligazón que mantuvieron los trabajadores con el proceso político y militar.

La alteración que produjo la Revolución en los escalafones y en la calidad del trabajo llevaron al gobierno de Obregón a introducir medidas con el fin de aumentar la productividad y evitar desperfectos por malos manejos del equipo. Por ello Ernesto Ocaranza Llano, gerente general de FNM, ordenó el 26 de agosto de 1920 que todas las nuevas locomotoras fueran asignadas a maquinistas de “reconocida competencia, sin tomar en cuenta escalafones, con objeto de evitar hasta donde sea posible que éstas sufran averías”.³⁴ Por ese tipo de problemas no es extraño

que se volviera a plantear un proyecto como el del porfirismo, es decir, crear una escuela ferrocarrilera, pero esta vez sería una iniciativa más ambiciosa.

En 1922, dentro de los planes de la Secretaría de Educación Pública (SEP), se creó la Escuela de Ferrocarrileros, institución que formaría seis tipos de profesionales en tres años, los cuales cubrirían las actividades que intervenían en los procesos de trabajo más importantes de los ferrocarriles, desde el del ingeniero hasta el del operario que echaba carbón a la caldera. Se proyectaron así, ingenieros de ferrocarriles y caminos, trenistas ferrocarrileros, mecánicos ferrocarrileros, conductores y despachadores ferrocarrileros, maquinistas, mecánicos y fogoneros de ferrocarril. Para poder inscribirse, el postulante debía presentar un certificado de terminación de su instrucción primaria “superior”, certificado médico de la escuela que lo declaraba apto para el trabajo de talleres y carta de buena conducta.³⁵

A diferencia del proyecto porfiriano, en éste se asumió la formación de ingenieros y se llegaron a construir las instalaciones de la escuela, las cuales se ubicaron en la colonia Santo Tomás del Distrito Federal. Su construcción empezó el día primero de mayo de 1922 y para agosto ya se habían levantado cuatro pabellones, más otros espacios que formaban el edificio.³⁶ No obstante, en noviembre de 1922 se suspendió la construcción, aunque se contaba con alguna maquinaria instalada.

La obra fue reiniciada en 1923, pero ya no para ser escuela de ferrocarrileros, sino como parte de las nuevas instalaciones de la Escuela de Artes y Oficios para Hombres.³⁷ Es decir, nuevamente la Escuela de Artes absorbía otra escuela ferrocarrilera para enmarcarla dentro de una formación más general.

A pesar de desaparecer el proyecto, los gremios ferrocarrileros asumieron la responsabilidad de llevarlo a cabo con el apoyo de la SEP. Por ello en octubre de 1923 los dirigentes de la comisión permanente de la Tercera Gran Convención del Departamento de Fuerza Motriz y Maquinaria de FNM, se dirigieron a José Vasconcelos, secretario de Educación Pública, comunicándole que habiendo sido imposible para ellos darle vida a la Escuela Teórico-Práctica de Maestros y Operarios Ferrocarrileros (ETPMOF), que habían acordado establecer dentro del convenio general del Departamento de Fuerza Motriz y Maquinaria de FNM le pedían ahora que se sirviera incluir en el presupuesto de 1924 una partida para dicha escuela y también para las escuelas elementales que había que establecer en los lugares en donde hubiera personal ferrocarrilero. Lo que le recordaban a Vasconcelos eran los acuerdos que habían tomado en dicha Convención, la cual contemplaba la creación de la ETPMOF para preparar tanto a los operarios como a los profesores que instruirían al personal de las diferentes divisiones en prácticas de maquinaria, aparatos y herramientas del servicio.³⁸

Sin embargo, en noviembre de 1923 —sin duda motivado por los efectos de la rebelión delahuertista a la cual se adhirieron muchos ferrocarrileros— tal orden quedó sin efecto, no asignándose material escolar para los cursos a pesar de los acuerdos e iniciativas tomados por las organizaciones ferrocarrileras.³⁹

A la cancelación de estos proyectos de escuelas ferrocarrileras se sumó la eliminación del Departamento de Instrucción de FNM que se había creado durante el movimiento de nacionalización del personal en 1910. Este departamento fue eliminado el 17 de mayo de 1923 por el director general de FNM, Ernesto Ocaranza Llano, debido a que no se habían obtenido resultados satisfactorios y sólo concurría una “significativa minoría”. Únicamente quedó en servicio un carro destinado a dar instrucción de maquinaria y frenos de aire con su personal respectivo, que haría viajes periódicos a todas las divisiones

para impartir enseñanza a aquéllos que la deseen, y el personal que pretenda ascender deberá dedicarse por sí al estudio, para que esté capacitado para presentar examen y, en general, deberá hacer igual cosa para estar en condiciones de someterse al reconocimiento oral que se hará siempre que estos ferrocarriles lo juzguen necesario.⁴⁰

La determinación de Ocaranza, si bien era drástica, respondía, en alguna medida, a la deficiencia del personal

de dicho departamento ya que, tanto el gobierno como los gremios ferroviarios pugnaban por crear escuelas que en el fondo fueran alternativas a la instrucción que impartía dicho departamento. El Departamento de Instrucción fue rehabilitado tres años más tarde aunque orientado, en un principio, a la instrucción de transportes, es decir, únicamente al movimiento de trenes, pero no a una formación tecnológica.

“A PESAR DE TODO, SE MUEVE”

La recuperación de la actividad ferroviaria en la década de los años veinte no se tradujo en la estabilidad de los empleos ni en la consolidación de escuelas. El tener que pasar por encima de los escalafones con el fin de reestructurar la actividad, el reconocimiento oficial de las agrupaciones representativas y la pérdida de poder adquisitivo del salario hicieron que estallara la huelga de 1921, en la cual se alteró una vez más la carrera ferrocarrilera. La huelga de 1921 fue motivada por la pugna que se dio en torno al reconocimiento oficial de las organizaciones entre la Orden de Maquinistas y la Unión de Conductores, Maquinistas, Garroteros y Fogoneros. Para enfrentarla en febrero de 1921, Obregón dio órdenes a los cónsules mexicanos en California, Arizona, Texas y Nuevo México de publicar avisos invitando a los ferrocarrileros mexicanos que trabaja-

ban en esos estados norteamericanos a que regresaran al país. Muchos acudieron al llamado y fueron enviados con sus familias a El Paso, Texas. El 22 de marzo se dieron órdenes al cónsul en Los Ángeles, California, para que girara fondos con el fin de que vinieran a México mecánicos y paileros de primera.⁴¹ Dentro del país acudió personal de la compañía del Ferrocarril Sud-Pacífico, que aportó mecánicos y paileros empleados en el Departamento de Fuerza Motriz y Maquinaria.⁴²

Sin embargo este personal traído por el gobierno y acogido por la Unión de Conductores, Maquinistas, Garroteros y Fogoneros, una vez que pasó la huelga en abril de 1921, se enfrentó a la disposición del superintendente general de los FNM para examinarlos a fin de ver su capacidad para conservar el puesto, dándoles un plazo de 90 días para preparar su examen. Ante ello, Federico Rendón, presidente general de la Unión, salió en defensa de sus nuevos agremiados pidiendo que se les diera un plazo de hasta 120 días para presentar el examen según la “costumbre” que se había establecido desde el año 1912, cuando en el mes de abril hubo la huelga del personal norteamericano de los FNM. En esa oportunidad, una vez que se normalizó el servicio, se ordenó al personal mexicano hacer un examen, dándole un plazo de hasta 4 meses para prepararlo; algunos lo presentaron hasta 18 meses después de haber sido ascendidos, en tanto que los que no lo aprobaron se les dio el

tiempo necesario para estudiar y superarlo.⁴³ Es decir, guardando las formas, se hizo pasar a todos por el examen con el fin de ratificarlos en su cargo y nueve años más tarde se volvió a usar el mismo expediente. Sin embargo, en el caso de los maquinistas operaba la particularidad de que eran viejos en el servicio del ferrocarril, se habían formado mediante la vía “gremial” y a juicio de Rendón, “la Revolución los postergó”.⁴⁴

LOS PROBLEMAS DE LA PRODUCTIVIDAD Y DE LA FORMACIÓN DE UNA MANO DE OBRA CALIFICADA EN MÉXICO

Las escuelas ferrocarrileras se inscribieron dentro de los esfuerzos para formar una mano de obra calificada y productivamente eficiente destinada a trabajar en una actividad clave dentro de la economía mexicana. Sin embargo, la formación del personal ferroviario mexicano no se dio a partir de escuelas técnicas, sino que, por el contrario, su productividad se basó en gran parte en aprendizajes empíricos dados en la producción misma y, en menor medida, gracias al aporte extranjero y a la formación de mexicanos mediante escuelas “gremiales” a fines del porfiriato y durante el régimen maderista. De ahí que la formación “orgánica” y “gremial” se viera alterada por la Revolución e ingresara la mano de obra producto de los “derechos de carabina”. El efecto fue que los altos niveles porfirianos y maderistas se dieron

cuenta de que la compañía y las organizaciones ferrocarrileras controlaban el ingreso de la mano de obra, pero con la Revolución la productividad cayó hasta llegar a menos de un tercio en el año social 1916-1917. Estas cifras empezaron a remontarse con las medidas introducidas por los carrancistas sin llegar a los niveles porfirianos, niveles que apenas comenzaron a recuperarse con la entrega de FNM a la administración de los accionistas estadounidenses en 1926. En el plano sectorial el mayor peso del esfuerzo de recuperación lo llevaron los maquinistas, que es el grupo laboral que mueve los trenes y que desde los primeros años de la década de los veinte experimenta año con año un crecimiento mucho más fuerte que el total del personal, así como una mayor velocidad que la de los trabajadores de talleres. Ahí se registró una abultada categoría de “otros operarios del departamento mecánico”, que desde 1921 hasta 1930 constituyeron alrededor del 50 por ciento del personal de ese departamento y que serían un lastre muy fuerte para la productividad del ramo ferrocarrilero. Todo ello se aprecia en el cuadro 1.

Por ello se puede afirmar que el esfuerzo de recuperación de la productividad recayó sobre ciertos grupos que fueron susceptibles de racionalizar su actividad al momento de devolverse FNM a la iniciativa privada. Así, la incorporación de maquinistas antiguos en 1921 explica el incremento de la velocidad de recuperación de la productividad. La recuperación después de la

CUADRO 1

*Indicadores de productividad del personal de los
Ferrocarriles Nacionales de México, 1908-1930*

Años	Ton. de carga de flete comercial por puesto de trabajo	Miles de ton-km por puesto de trabajo*	Miles de ton-km por puesto de trabajo en los talleres de mantenimiento	Miles de ton-km por maquinista
1908-09	218.6	75.8	-	-
1909-10	-	77.9	-	-
1910-11	219.0	78.7	-	-
1911-12	207.7	74.2	-	-
1912-13	229.4	77.6	-	-
1916-17	65.9	-	-	-
1917-18	115.7	39.1	139.3	-
1920-21	79.9	29.6	101.0	1,530.0
1921-22	98.8	38.0	126.5	2,591.9
1922-23	131.6	49.0	143.4	2,978.8
1923-24	132.4	51.7	146.9	3,374.1
1924-25	149.1	56.4	166.2	3,845.8
1925-26	-	60.0	180.2	4,736.3
1927	-	101.2**	356.2	9,864.9
1928	166.8	71.0	-	-
1929	171.1	80.0	-	-
1930	160.7	78.2	262.9	7,119.5

* Para calcular la productividad hemos adaptado la medición que hace Ferrocarriles Nacionales de México, basada en dividir el número de puestos de trabajo por las unidades de tráfico, mismas que son la suma de las toneladas-kilómetro con los pasajeros-kilómetro. En el presente caso, como sólo disponemos de datos para la carga, hemos dividido el número total de puestos de trabajo por las toneladas-kilómetro (ton-km.), unidad que se elabora multiplicando las toneladas de carga por la distancia media recorrida por ésta, y con la cual se mide el rendimiento del tráfico.

** Las cifras de 1927 son mayores porque el año social comprendió desde el 1º de julio de 1926 al 31 de diciembre de 1927, debido a que desde esa fecha se cambió la antigua medición que abarcaba desde el 1º de julio al 30 de junio del año siguiente; entonces se computaba desde enero a diciembre de cada año.

Fuente: Elaborado con base en FNM, informes entre el 30 de junio de 1909 y el 31 de diciembre de 1936; Ferrocarriles Nacionales de México, *Series estadísticas 1992*, (México, s/f), pp. 54-55.

Revolución no se dio mediante la formación de una nueva mano de obra en escuelas técnicas, sino a través del expediente de incorporar personal que se había ido de los Ferrocarriles Nacionales hacia empresas de menor tamaño o a los Estados Unidos, lo cual desincentivó la necesidad de crear escuelas como las que promovían el Estado y los gremios.

La relación de los ingenieros con la tecnología del ferrocarril, al igual que

la de los trabajadores, no fue la mejor, ya que se perdió la oportunidad de vincular la construcción y operación del ferrocarril con la formación y el adiestramiento de ingenieros, dadas las especiales características que tuvo la construcción ferroviaria en México. No se dio mediante un proceso orgánico, debido a que el mejor espacio de prácticas fue durante muchos años una sola línea, la del Ferrocarril Mexicano, con un lento proceso de construcción que

pasó por diversas dificultades. Otra razón fue que gran parte de la red se construyó masivamente en un corto tiempo por empresas extranjeras que impusieron restricciones laborales. A todo ello se agrega el hecho de que en 1914, cuando se logra nacionalizar el personal de los ferrocarriles, este medio ya no era el polo adecuado para la formación de cuadros técnicos, debido al lento crecimiento que se venía experimentando desde principios del siglo, el deterioro que produjo la Revolución y también la declinación del ramo frente a actividades más modernas e intensivas en capital y tecnología como la industria, la minería y el petróleo.

NOTAS

- ¹ México fue el único país latinoamericano en recibir antes de 1914 flujos simultáneos y sostenidos de inversiones británicas y estadounidenses, y el único en obtener fondos para sus ferrocarriles en forma casi homogénea en dos mercados de capitales. En ese sentido, el caso mexicano es sólo comparable al de Canadá, primer país en recibir cuantiosas inversiones británicas y norteamericanas (Riguzzi, 1995: 159-160).
- ² La información consultada en el Archivo General de la Nación, fue la del grupo documental Presidentes Álvaro Obregón-Plutarco Elías Calles (AGN.OC), en el Archivo Histórico de la Secretaría de Educación Pública se consultó el grupo documental Departamento de Educación Técnica, Industrial y Comercial (AHSEP.DETIC), y en el Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México se revisó el grupo documental Escuela Nacional de Inge-

nieros (AHUNAM.ENI). En el caso de los impresos fueron utilizados los informes anuales de la compañía de los Ferrocarriles Nacionales de México (FNM.IN).

- ³ Esto se anota como algo muy definido en la India hacia mediados de la década de 1850, en donde los puestos de dirección y mecánicos calificados eran para europeos, y los más bajos para los hindúes; sin embargo las demandas del tráfico ampliaron el campo de trabajo para los trabajadores locales (Sangwan, Satpal, 1988: 223-224).
- ⁴ Kumar, 1996: 195. A este respecto es interesante anotar que a fines del siglo XIX se dio un fuerte debate en ciertos círculos dirigentes de la India y del gobierno colonial, sobre los esfuerzos necesarios para la industrialización y el papel central que ocuparía el vastísimo sector artesanal para la transmisión de tecnologías y conocimientos productivos desde Europa, lo cual implica)ba una fuerte respuesta cultural local, no pasiva, frente al desafío británico. Sobre ello véase, Raina y Habib, 1993: 87-117.
- ⁵ Decreto expedido por Benito Juárez, presidente de la República, el 28 de noviembre de 1867 (AHUNAM.ENI, caja 8, exp. 28: 684).
- ⁶ Ministro de Fomento a la Compañía del Ferrocarril Mexicano, 21 de enero de 1871 (AHUNAM.ENI, caja 13, exp. 1: 31-32v).
- ⁷ José Cendejas y otros al director de la ENI, 1o. de marzo de 1871 (AHUNAM.ENI, caja 24, exp. 2: 10bis).
- ⁸ Ministro de Fomento, Colonización, Industria y Comercio al oficial mayor encargado del Despacho de Justicia e Instrucción Pública, 15 de abril de 1872. *Ibid.* 27 de abril de 1872 (AHUNAM.ENI, caja 24, exp. 2: 10bis).
- ⁹ Antonio del Castillo, director de la ENI al secretario de Fomento, 30 de agosto de 1886 (AHUNAM.ENI, caja 31, exp. 11: 160).
- ¹⁰ Antonio del Castillo al secretario de Fomento, 11 de noviembre de 1886; secretario de Fomento a Braulio Martí-

- nez y otros, 12 de noviembre de 1886 (AHUNAM.ENI, caja 30, exp. 6: 18 y 21); Antonio del Castillo al secretario de Fomento, 10 de diciembre de 1887 (AHUNAM.ENI, caja 30, exp. 8: 24).
- ¹¹ Director de la ENI al secretario de Fomento, 20 de noviembre de 1889; Representante del Ferrocarril Interoceánico de México al general Carlos Pacheco, secretario de Fomento, 28 de noviembre de 1889; jefe de la Sección de Buques de Guerra del Departamento de Marina al secretario de Fomento, 29 de noviembre de 1889 (AHUNAM.ENI, caja 31, exp. 4: 244, 252, 261); C.S. Stanhope, vicepresidente del Ferrocarril Nacional Mexicano al general Carlos Pacheco, secretario de Fomento, 5 de diciembre de 1890 (AHUNAM.ENI, caja 31, exp. 15: 281).
- ¹² *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, tomo II, núm. 13, 15 de septiembre de 1897, pp. 373, 376.
- ¹³ Director de la ENI al secretario de Instrucción Pública y Bellas Artes, 22 de marzo de 1906 (AHUNAM.ENI, caja 25, exp. 47: 268); informe rendido por la dirección de la ENI correspondiente a 1906 (AHUNAM.ENI, caja 8, exp. 19: 549).
- ¹⁴ Trabajos correspondientes al año escolar de 1908 a 1909 (AHUNAM.ENI, caja 8, exp. 21: 582).
- ¹⁵ (AHUNAM.ENI, caja 3, exp. 33: 250).
- * A pesar de que la palabra locomotivas es un galicismo empleado por locomotoras, se respetó el término en virtud de que era el título de una de las especialidades que se impartía en la ENI (nota del corrector).
- ¹⁶ Daniel Palacios al ministro de Fomento, 10 de junio de 1890 (AHUNAM.ENI, caja 3, exp. 33: 251 y 253).
- ¹⁷ Informe de la Sección al ministro de Fomento, 20 de julio de 1890 (AHUNAM.ENI, caja 3, exp. 33: 255).
- ¹⁸ Las materias del programa eran: aritmética, álgebra hasta ecuaciones de primer grado, geometría elemental, trigonometría plana, elementos de física, elementos de mecánica, conocimiento práctico de los materiales de construcción empleados en las máquinas y herramientas utilizadas para armar y desarmar las locomotoras. También deberían tener conocimiento práctico y detallado de las máquinas de vapor, especialmente de las locomotoras cuyos sistemas fueran los más modernos, y conocimiento del trabajo práctico y el manejo de las máquinas de vapor en general. Asimismo, se estudiaban los reglamentos y disposiciones relativos a la marcha de los trenes en las vías férreas, dibujo lineal, dibujo de máquinas, nociones de francés, nociones de inglés, práctica en los talleres de ferrocarriles, maestranzas, fundiciones y establecimientos industriales.
- ¹⁹ Decreto que crea la Escuela Práctica de Maquinistas, 18 de diciembre de 1890 (AHUNAM.ENI, caja 3, exp. 33: 261).
- ²⁰ Solicitud del director de la Escuela Nacional de Ingeniería dirigida a la Maestranza Nacional, Fábrica de Armas y Fundición Nacional, 11 de marzo de 1891; *Id.* al secretario de Hacienda, 11 de marzo de 1891; *Id.* al representante del Ferrocarril Mexicano y Ferrocarril Central Mexicano, 12 de marzo de 1891; Representante del Ferrocarril Nacional Mexicano al secretario de Fomento, 19 de mayo de 1891; F. de Castillo, representante de la Cía. Limitada de Ferrocarriles del Distrito Federal, 16 de junio de 1891 (AHUNAM.ENI, caja 31, exp. 15: 295).
- ²¹ *Revista de la Instrucción Pública Mexicana*, tomo II, n.º 13, 15 de septiembre de 1897, p. 373.
- ²² Práctica de alumnos de la Facultad de Ingeniería en yacimientos minerales (AHUNAM.ENI, caja 30, exp. 6: 52).
- ²³ Prácticas de los alumnos de la Facultad de Ingeniería en el año escolar de 1917 a 1918 (AHUNAM.ENI, caja 30, exp. 7: 65).
- ²⁴ Ignacio Avilés al director de la Facultad de Ingeniería, 2 de abril de 1923 (AHUNAM.ENI, caja 30, exp. 9: 163).
- ²⁵ Valentín Gama, director de la Facultad de Ingeniería al rector de la Universidad Nacional de México, 30 de noviembre de 1923 (AHUNAM.ENI, caja 30, exp. 15: 77); Informe de labores escolares

- de la Facultad de Ingeniería de julio a octubre de 1923, dirigido al secretario de la Universidad Nacional de México, 21 de noviembre de 1923. (AHUNAM.ENI caja 8, exp. 25: 625-628).
- ²⁶ Adolfo Prieto, consejero de la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey a Mariano Moctezuma, director de la Facultad de Ingeniería, 26 de abril de 1919 (AHUNAM.ENI, caja 31, exp. 26: 634); A. Rodríguez del Campo, secretario de la Universidad Nacional de México a Adolfo Prieto, 30 de junio de 1919 (AHUNAM.ENI, caja 31, exp. 26: 650); representante de la American Smelting & Refining Co, Mexican Department, al ingeniero A. Rodríguez del Campo, 7 de julio de 1919 (AHUNAM.ENI, caja 31, exp. 26: 679).
- ²⁷ Adolfo Prieto, presidente de la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey a Plutarco Elías Calles, 1º de febrero de 1927 (AGN.OC, exp. 424-C-15).
- ²⁸ Elaborado con base en: Ferrocarriles Nacionales de México, Informes anuales del 30 de junio de 1909 al 30 de junio de 1925.
- ²⁹ Federico Rendón, presidente general de la Unión de Conductores, Maquinistas, Garroteros y Fogoneros a Álvaro Obregón, 29 de abril de 1921 (AGN.OC, exp. 407-F-1).
- ³⁰ FNM.IN, 8o. informe al 30 de junio de 1916, p. 17.
- ³¹ FNM.IN, 8o. informe al 30 de junio de 1916, pp. 18-19.
- ³² Heriberto Toscano y otros a Álvaro Obregón, 11 de enero de 1924 (AGN.OC, exp. 242-F1-F-25).
- ³³ Calculado a partir de: Listas completas de los maquinistas y fogoneros de camino, maquinistas y fogoneros de patio, proveedores, pasa-carbones de las diversas divisiones del sistema, que secundaron la huelga del veinticinco de febrero de 1921, figurando por orden de antigüedad en el servicio (AGN.OC, exp. 104-F1-L-1).
- ³⁴ Á.Obregón a Ramón P. De Negri, presidente del Consejo Directivo de los FF.CC. Nacionales de México, 14 de febrero de 1921 (AGN.OC, exp. 104-F1-D-1).
- ³⁵ Reglamento para la Escuela de Ferrocarrileros, 15 de marzo de 1922 (AHSEP.DETIC, caja 72, exp. 25: 1-5).
- ³⁶ Informe del estado actual de la construcción del edificio de la Escuela de Ferrocarrileros por su director W. Massieu, 8 de agosto de 1922; *Id.* al director de la Enseñanza Técnica, Industrial y Comercial, 9 de agosto de 1922; *Id.* 26 y 27 de octubre de 1922 (AHSEP.DETIC, caja 95, exp. 7: 1-8).
- ³⁷ Expediente sobre la Escuela de Ferrocarrileros, año 1923 (AHSEP.DETIC, caja 95, exp. 8, 3 folios).
- ³⁸ Ángel Moreno, presidente de la Comisión Permanente de la Tercera Gran Convención del Departamento de Fuerza Motriz y Maquinaria de los Ferrocarriles Nacionales de México y Anexos a José Vasconcelos, secretario de Educación Pública, 24 de octubre de 1923 (AHSEP.DETIC, caja 56, exp. 21: 1-3).
- ³⁹ Jefe del Departamento Escolar al director de la Escuela Normal para Maestros, 27 de noviembre de 1923; *Id.* 29 de diciembre de 1923 (AHSEP.DETIC, caja 56, exp. 21: 4 y 5).
- ⁴⁰ Circular núm. 253 de 17 de mayo de 1923 de Ernesto Ocaranza Llano, director general de los Ferrocarriles Nacionales de México (AGN.OC, exp. 823-F-2).
- ⁴¹ Alberto Pani, secretario de Relaciones Exteriores de México a los cónsules mexicanos en California, Texas y Nuevo México, 17 de febrero de 1921; cónsul en Los Ángeles a Álvaro Obregón, 24 y 25 de febrero de 1921; telegrama dirigido a Álvaro Obregón por 27 maquinistas y fogoneros desde Los Ángeles, Cal. 14 de marzo de 1921; F. Pérez a Álvaro Obregón, 22 de marzo de 1921; cónsul en Los Ángeles a Álvaro Obregón, 1 de abril de 1921; *Id.* 31 de mayo de 1921 (AGN.OC, exp. 104-P-13; exp. 407-F1-H-1; exp. 407-F-1).
- ⁴² Informe sobre la situación actual de los ferrocarriles por la pasada huelga, 19 de mayo de 1921 (AGN.OC, exp. 104-F1-L-1).
- ⁴³ Federico Rendón, presidente general de la Unión de Conductores, Maquinis-

tas, Garroteros y Fogoneros a Álvaro Obregón, 29 de abril de 1921 (AGN.OC, exp. 407-F-1).

- 44 Rendón a Obregón, 29 de abril de 1921 (AGN.OC, exp. 407-F-1).

ARCHIVOS

- AGN.OC Archivo General de la Nación. Fondo Presidentes. Álvaro Obregón/Plutarco Elías Calles, México, D.F.
- AHUNAM.ENI Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo Escuela Nacional de Ingenieros, México, D.F.
- FNM.IN Ferrocarriles Nacionales de México, informes anuales.

BIBLIOGRAFÍA

Alzati, Servando

- 1946 *Historia de la mexicanización de los Ferrocarriles Nacionales de México*, sin editor, México.

Bazant, Mílada

- 1982 “La república restaurada y el porfiriato”, en Francisco Arce Gurza et al., *Historia de las profesiones en México*, El Colegio de México, México.

- 1984 “La enseñanza y la práctica de la ingeniería durante el porfiriato”, en *Historia Mexicana*, vol. xxxiii, núm. 3, enero-marzo.

Cárdenas, Enrique

- 1995 “Una interpretación macroeconómica del siglo xix en México”, en *El Trimestre Económico*, vol. lxxii (2), núm. 246, abril-junio.

Clark Schloming, Gordon

- 1974 “*Civil-Military Relations in Mexico, 1910-1940: A Case Study*”, tesis doctoral en Ciencia Política, Columbia University.

Coatsworth, John

- 1984 *El impacto económico de los ferrocarriles durante el porfiriato. Crecimiento contra desarrollo*, Era, México.

Ebergenyi, Ingrid

- 1986 *Primera aproximación al estudio del sindicalismo ferrocarrilero en México, 1917-1936*, Instituto Nacional de Antropología e Historia-Dirección de Estudios Históricos (Cuaderno de trabajo núm. 49), México.

Ferrocarriles Nacionales de México

- 1916 *Octavo Informe (al 30 de junio)*, Ferrocarriles Nacionales de México, México.

Guajardo, Guillermo

- 1995 “El desarrollo del sistema ferroviario y la formación de ingenieros en México, 1867-1926”, en Ma. Luisa Rodríguez-Sala y José Omar Moncada Maya (coords.), *La cultura científico tecnológica en México. Nuevos materiales multidisciplinarios*. Instituto de Investigaciones Sociales-Universidad Nacional Autónoma de México, México.

- 1996 “Hecho en México: el eslabonamiento industrial ‘hacia adentro’ de los ferrocarriles, 1890-1950”, en Sandra Kuntz y Paolo Riguzzi (coords.), *Ferrocarriles y vida económica en México, (1850-1950)*, El Colegio Mexiquense/UAM-Xochimilco/Ferrocarriles Nacionales de México, Zinacantan-tepec, Estado de México.

Hall, Linda B.

- 1981 *Álvaro Obregón. Power and Revolution in Mexico, 1911-1920*. College Station, Texas A&M University Press.

Horrell, Sara

- 1996 “Home Demand and British Industrialization”, en *The Journal of Economic History*, vol. 56, núm. 3, septiembre.

Inkster, Ian

- 1985 “Hypotheses: Patterns in the Economic and Social History of Steam Intellect Prior to 1914”, en Inkster, Ian (ed.), *The Steam Intellect Societies-Essays on Culture, Education and Industry circa 1820-1914*, Department of Adult Edu-

- cation, University of Nottingham, Nottingham.
- 1991 *Science and Technology in History. An Approach to Industrial Development*, Rutgers University Press, New Brunswick (NJ).
- Kumar, Deepak
1996 "The 'Culture' of Science and Colonial Culture, India 1820-1920", en *The British Journal for the History of Science*, vol. 29 (2a parte), núm. 101.
- Kuntz, Sandra
1995 *Empresa extranjera y mercado interno. El Ferrocarril Central Mexicano, 1880-1907*, El Colegio de México, México.
- Leal, Juan Felipe y José Woldenberg
1980 *Del Estado liberal a los inicios de la dictadura porfirista, Siglo XXI*, México.
- Lorey, David E.
1993 *The University System and Economic Development in Mexico since 1929*, Stanford University Press, Stanford (CA).
- Morus, Iwan Rhys
1996 "Manufacturing Nature: Science, Technology and Victorian Consumer Culture", en *The British Journal for the History of Science*, vol. 29 (4a. parte), núm. 103, diciembre.
- Parlee, Lorena
1981 "Porfirio Díaz, Railroads and Development in Northern Mexico: A Study of Government Policy Towards the Central and National Railroads, 1876-1910", tesis doctoral en Historia, University of California, San Diego.
- Raina, Dhruv y S. Irfan Habib
1993 "The Unfolding of an Engagement: 'The Dawn' on Science, Technical Education and Industrialisation: India, 1898-1912", en *Studies in History*, vol. 9, núm. 1, enero-junio, pp. 87-117.
- Riguzzi, Paolo
1995 "Inversión extranjera e interés nacional en los ferrocarriles mexicanos, 1880-1914", en Carlos Marichal (coord.), *Las inversiones extranjeras en América Latina, 1850-1930. Nuevos debates y problemas en historia económica comparada*, El Colegio de México/Fondo de Cultura Económica, México.
- Roderick, G.W. y M.D. Stephens
1985 "Mechanics' Institutes and the State", en Ian Inkster (ed.), *The Steam Intellect Societies-Essays on Culture, Education and Industry circa 1820-1914*, Department of Adult Education, University of Nottingham, Nottingham.
- Sanderson, Michael
1995 *Education, Economic Change and Society in England, 1780-1870*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Sangwan, Satpal,
1988 "Indian Response to European Science and Technology 1757-1857", en *The British Journal for the History of Science*, vol. 21 (2a. parte), núm. 69.
- Schloming, Gordon Clark
1974 "Civil-Military Relations in Mexico, 1910-1940: A Case Study", tesis doctoral en Ciencia Política, Columbia University.
- Sinclair, Bruce
1985 "The Empire of Reason: Expertise and the Mechanics' Institutes in the United States", en Ian Inkster (ed.), *The Steam Intellect Societies-Essays on Culture, Education and Industry circa 1820-1914*, Department of Adult Education, University of Nottingham, Nottingham.
- Vasconcelos, José
1960 "Cómo se forma un ferrocarrilero", en *Ferrocarriles*, vol. xxxvii, núm. 6, junio.
- Yanes, Emma
1991 *Vida y muerte de Fidelita, la novia de Acámbaro. Una historia social de la tecnología en los años cuarenta: el caso de los Ferrocarriles Nacionales de México*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México.