

00861

lej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE ECONOMÍA

TESIS

RAÍCES TECNOLÓGICAS DEL SUBDESARROLLO ECONÓMICO DE
MÉXICO. EL PORFIRIATO, 1880-1910.

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ECONOMÍA

MAESTRANTE: JESÚS CASTILLO AGUIRRE

TUTOR: DR. LEONEL CORONA TREVIÑO*

EJEMPLAR UNICO

Enero de 2002.

*El Dr. Leonel Corona Treviño, es Profesor-Investigador de la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Economía de la UNAM y es Coordinador de la Especialidad de Economía de la Ciencia y la Tecnología.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A la universidad pública

A la Universidad Autónoma de Guerrero

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ÍNDICE GENERAL

	Página
PRESENTACIÓN	5
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I	
REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: FERROCARRILES Y ELECTRIFICACIÓN	12
CAPÍTULO II	
LAS POLÍTICAS DE INDUSTRIALIZACIÓN DOMINANTES DEL SIGLO XIX	26
CAPÍTULO III	
IMPACTO ECONÓMICO DE LOS FERROCARRILES Y LA ELECTRIFICACIÓN DURANTE EN EL PORFIRIATO, 1880-1910	41
CAPÍTULO IV	
RETARDO Y ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS	74
CONCLUSIONES	112
POST-SCRIPTIUM	
LOS FERROCARRILES Y LA ELECTRICIDAD. ALGUNAS NOTAS SOBRE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL	127
BIBLIOGRAFÍA GENERAL	141

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRESENTACIÓN

El presente Proyecto de investigación es iniciado como becario de la Dirección General Apoyo al Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México, entre 1995 y 1996, cuando cursaba los estudios del Programa de Maestría en Economía, con Especialidad en Economía de la Ciencia y la Tecnología, de la División de Estudios de Postgrado de la Facultad de Economía de la UNAM.

Originalmente este proyecto formó parte de un proyecto más general, titulado entonces "Historia Económica General de México 1521-1994", que coordinaba el Dr. Enrique Semo, donde participa el Dr. Leonel Corona Treviño, Coordinador de la Especialidad en Economía de la Ciencia y la Tecnología de la DEP-FE, en la parte de "Historia de la Ciencia y la Tecnología"¹. El Dr. Leonel Corona me invita a colaborar en una primera etapa de este trabajo, y del cual derivo el presente proyecto de investigación para mi tesis de grado, en el cual el Dr. Corona funge como tutor.

Por diversas circunstancias he demorado la terminación de este Proyecto de investigación. No obstante, desde 1999 he renovado esfuerzos y ánimos para continuarlo y culminarlo de manera exitosa. Para ello han sido decisivos los comentarios recibidos del Dr. Leonel Corona Treviño y, sobre todo, su siempre amable disposición para orientar mis avances.

Agradezco los valiosos comentarios de los doctores Enrique Rajchemberg, Teresa Aguirre, Esperanza Fújjagy y Sergio Sosa, pues enriquecieron sustancialmente el presente trabajo de Tesis. Pero los errores en que pude haber incurrido son de mi única responsabilidad.

¹ Parte que ha sido publicada. Ver Corona, Leonel, CONDICIONES HISTÓRICAS Y TECNOLÓGICAS DE MÉXICO ANTE LA GLOBALIZACIÓN, México, *Revista Informa*, septiembre-octubre, 1998, Núm. 5, ADIAT. Actualmente se encuentra en proceso de publicación en Carmona, Fernando (Coordinador), *México y el mundo: Ante el tercer milenio*, por el Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación nos proponemos contribuir a la explicación de las raíces tecnológicas del subdesarrollo económico de México durante el régimen de Porfirio Díaz, considerando el cambio tecnológico que representan la incorporación del ferrocarril, como un moderno medio de transporte, y las turbinas eléctricas aplicadas como fuerza mecánica, de tracción y, sobre todo, como alumbrado. Se analiza el período del Porfiriato, 1880-1910, porque es cuando se afianza el capitalismo en México, dando lugar al primer proceso de industrialización moderna, cuyo resultado es un importante crecimiento económico y de acumulación de capacidades productivas. En estos treinta años, además, se incorpora las nuevas y modernas técnicas de mecanización industrial.

Para tales efectos empleamos dos conceptos que consideramos nos permiten explicar el subdesarrollo económico en la etapa Porfirista, a saber, el *Efecto retardo* y el *Efecto vertical*. Por Efecto retardo entendemos el efecto de retraso en la incorporación de las innovaciones tecnológicas en las actividades productivas de nuestro país, respecto a otros países y respecto al tiempo que separa la difusión de tales innovaciones en el mundo y el tiempo que transcurre para que sean incorporadas en México. Este hecho implica llegar con retraso al proceso mismo de desarrollo industrial.

Mientras que por Efecto vertical entendemos el impacto que la construcción de ferrocarriles y de turbinas eléctricas tiene para el surgimiento de nuevas actividades directamente productivas, pues son inversiones que se extienden a todo el crecimiento de la economía en lugar de impactar sólo una actividad en específico.² Tal efecto es también conocido como de los encadenamientos o eslabonamientos productivos anteriores.

² Hirschman, Albert O., *La estrategia del desarrollo*, FCE, México, 1981, pp. 90-91. Este autor llama a las inversiones en ferrocarriles y carreteras como inversiones en capital social fijo. De él tomamos el concepto.



Con el empleo del concepto *efecto retardo* concluimos que el subdesarrollo económico es consecuencia del retraso en que se adoptan los cambios tecnológicos en México, pues provoca un retraso para estimular el tránsito hacia un sistema de producción donde predominen las relaciones capitalistas. El retardo tecnológico conduce a una desventaja productiva para impulsar el crecimiento endógeno de las industrias y la integración del mercado nacional. Se llega cuando las economías más industrializadas se han asignado las tareas más redituables, dentro de la división internacional del trabajo; economías que imponen, además, un patrón tecnológico mundial, en donde el resto de las economías sólo pueden impulsar el crecimiento de ciertas capacidades productivas adoptando las tecnologías que se fabrican en los países más desarrollados.

Sin embargo, más determinante en la configuración del subdesarrollo económico de nuestro país es el análisis de los encadenamientos productivos a partir del *efecto vertical*, pues en efecto, con la construcción de las capacidades tecnológicas que representan los ferrocarriles y las turbinas eléctricas no se desarrollan encadenamientos productivos hacia atrás, con otros sectores productivos que se establezcan como consecuencia de la construcción de ferrocarriles y turbinas de electricidad, proceso que comienza en una etapa cuando ya se ha construido el núcleo central de la red ferroviaria. Como resultado, no se genera un crecimiento económico autosostenido y de largo alcance.

Por lo tanto, nuestro objetivo central es explicar por qué, durante el Período de 1880-1910, no se generan los encadenamientos verticales que impulsen el desarrollo económico y la salida del atraso. Al respecto sustentamos que: i) hasta 1900 no hay una política ferroviaria que deliberadamente impulse la creación de empresas siderúrgicas y de otros sectores complementarios que se encadenen con las empresas constructoras de vías férreas; lo mismo se puede decir de las turbinas eléctricas; al contrario, la política de concesiones tiende a garantizar la libre importación de todo el equipo férreo hasta por un plazo de veinte años; la construcción de ferrocarriles, como consumidores de equipo fijo y rodante, se

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

realiza fuera de la ley común y bajo el régimen privilegiado de exención de impuestos; ii) así como no hay una política ferroviaria tampoco hay una política y una estrategia de desarrollo industrial. No hay una política que expresamente se proponga impulsar un sector industrial determinado porque se le identifiquen cualidades para detonar el conjunto de la economía. Las siderúrgicas, por ejemplo, se establecen en México como respuesta de los grupos financieros de Estados Unidos asociados con empresarios nacionales ante el aumento de los aranceles a los metales exportados a aquel país, lo que atrae a capitales de aquel país para establecer fundidoras en el noreste de nuestro país. Menos aún hay una política de transferencia de tecnología. iii) Cuando a principios del siglo XX se diseña una política deliberada de promoción de la industria y de construcción de ferrocarriles, el modelo agroexportador se encuentra en los límites, pues pierde dinamismo el sector exportador que había garantizado los recursos para la importación de maquinaria y equipo ferroviario y técnico en general; hay un programa y estrategia industrial pero la economía y su sector primario-exportador ha perdido capacidad para atraer los recursos financieros y las capacidades tecnológicas. iv) El sector siderúrgico y de los ferrocarriles, así como los iniciales encadenamientos productivos verticales que provocan, se concentra en la región noreste del país, cuyo centro gravitacional reside en la Ciudad de Monterrey; el desarrollo de esta región, reforzado con los ferrocarriles, responde fundamentalmente a la dinámica industrial del otro lado de la frontera, más que a la del resto de la república mexicana.

En estas condiciones, los ferrocarriles y la electricidad favorecen que los sectores de la producción y las técnicas se supeditan al impulso de un patrón de acumulación capitalista orientado al exterior, a partir de la constitución del sector primario-exportador, sector que tiene limitados efectos multiplicadores en el conjunto de la economía.

El principal efecto económico de los ferrocarriles y la electricidad es un efecto de carácter horizontal, porque favorece el crecimiento de las capacidades



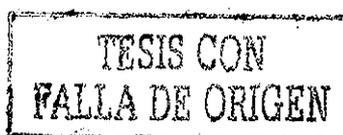
productivas. Los ferrocarriles hacen más barato el transporte de carga y de pasajeros; permiten el transporte de grandes volúmenes de carga; facilitan el transporte de la misma maquinaria y el equipo para las fábricas. Por su parte, el empleo de la electricidad permite jornadas más largas de trabajo, la sustitución de fuerza de trabajo por el empleo de motores eléctricos como fuerza mecánica, la posibilidad de una producción en masa, el alumbrado de minas y fábricas; pero, sobre todo, su empleo en la iluminación de grandes ciudades.

La mayoría de los estudios históricos del período 1880-1910 mexicano no centran su atención en forma específica en la acumulación de las capacidades tecnológicas, particularmente en la construcción de ferrocarriles y de turbinas de electricidad, pues estos elementos se consideran dentro de una explicación económica más amplia, en el campo de la historia económica.

Finalmente, como señala Albert O. Hirschman, "De igual modo que no existe una lista dada de 'prerrequisitos' para el desarrollo económico, es imposible definir un número fijo de factores de atraso. Lo que en cierto lugar y en un momento dado es un obstáculo para el progreso, puede resultar una ventaja bajo circunstancias distintas".³ Esto no es el caso de México, durante el período 1880-1910.

El presente trabajo de tesis tiene la siguiente estructura. En el CAPÍTULO I, "REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: FERROCARRILES Y ELECTRIFICACIÓN", se analizan los principales cambios tecnológicos que tienen lugar a lo largo del período de 1760 a 1930, situados en el contexto de la Primera y Segunda Revolución Industrial, sobre todo del transporte de ferrocarril y de las turbinas eléctricas. Ello, con el fin de marcar el contexto económico mundial en el que se da la transición al capitalismo en México y el Período de 1880-1910.

³ Hirschman, Albert O., Op. Cit., p. 21.



En el Capítulo II, "LAS POLÍTICAS DE INDUSTRIALIZACIÓN DOMINANTES DEL SIGLO XIX", damos cuenta de la etapa 1821-1880 y de los obstáculos que impiden el crecimiento industrial y ferroviario en una etapa temprana; así como del establecimiento de las bases institucionales para el desarrollo del capitalismo a partir de 1867. En el capítulo III, "IMPACTO ECONÓMICO DE LOS FERROCARRILES Y LA ELECTRIFICACIÓN DURANTE EL PORFIRIATO, 1880-1910", analizamos el impacto productivo de estas innovaciones tecnológicas para el crecimiento industrial, en la perspectiva de situar el efecto horizontal del cambio técnico en el Período.

En el CAPÍTULO IV, "RETARDO Y ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS", hacemos un ejercicio de análisis del capitalismo porfirista a partir de los Efectos Retardo y Vertical. Es decir, de que se trata de un proceso de industrialización que no remonta el subdesarrollo económico porque arrastra un rezago y una brecha tecnológica y productiva, respecto a los países de mayor desarrollo; y que tampoco impulsa encadenamientos productivos en profundidad, con efectos ampliados que impulsen el desarrollo económico en forma endógena y sostenida.

El siguiente apartado corresponde al de nuestras Conclusiones. Y, finalmente, incorporamos un Post-Scriptum titulado, LOS FERROCARRILES Y LA ELECTRICIDAD. ALGUNAS NOTAS SOBRE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL, en donde se da cuenta, grosso modo y a la luz del contexto actual, del desarrollo de estas capacidades tecnológicas a partir de 1930 en el contexto de una economía que invierte el modelo de desarrollo primario-exportador porfirista, pero que no reduce la brecha tecnológica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO I

REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: FERROCARRILES Y ELECTRIFICACIÓN

Introducción

En este Capítulo nos proponemos establecer el contexto económico y tecnológico internacional en el que se circunscribe el proceso de transición al capitalismo mexicano. No pasamos por alto la dinámica del capitalismo y de los cambios técnicos que trae consigo para incorporar vastas regiones del mundo a lo largo del siglo XIX. Del análisis de las revoluciones industriales, nos interesa rescatar los elementos que explican el desarrollo de los ferrocarriles y la electricidad y viceversa.

Revolución Industrial

La Revolución Industrial, en tanto un proceso continuo asociado al modo de producción capitalista, vive una etapa intensa de cambios técnicos y tecnológicos con trascendentes consecuencias en la producción, entre el último tercio del siglo XVIII y las primeras décadas del siglo XIX;⁴ se asocia con la invención de la máquina de vapor, con las mejoras en la fundición de hierro, y con el paso hacia la mecanización de la industria textil, industria que para el caso inglés es el principal detonante productivo. Consolida su auge en la época en que la máquina de vapor es adaptada para tirar los vagones sobre los rieles de hierro y acero; es decir, con la invención y la difusión del transporte de ferrocarril, cuyas vías y furgones de vapor comienzan a construirse en gran escala a partir del decenio de 1830.

La Segunda Revolución Industrial (1880-1920) se asocia a la sustitución del hierro por el acero, y al empleo del motor de combustión interna y de la electricidad como

⁴ Hay varios puntos de vista en torno al período durante el cual tiene lugar la Revolución Industrial. Así, por ejemplo, Douglass C. North considera que en cuanto a que se trata de "la aceleración de la tasa de innovaciones", sus orígenes se remontan mucho más allá de la cronología tradicional (1750-1830)". Ver North, Douglass C. *Estructuras y cambio en la historia económica*, Madrid, España, Ed. Alianza, 1994, p. 182.



nuevas fuentes de energía, cuyo pleno desarrollo se alcanza en el siglo XX. El acero y el sector de la metalurgia en general observa transformaciones primordiales, pues implica mejor calidad, eficiencia y productividad, al surgir los procedimientos electrometalúrgicos, el empleo de aluminio y el aumento de la importancia del cobre debido al auge de la producción de la electricidad.

El motor de explosión es la base de la expansión del transporte de automotor y de la aviación, que poco a poco sustituye al vapor de los barcos, las locomotoras y todos los tipos de calderas. Mientras que la electricidad como fuente de energía es utilizada en iluminación y como fuerza motriz, a partir del decenio de 1880. A finales del siglo XIX se construyen las primeras grandes centrales hidroeléctricas, que permite ser mejor aprovechada.

Las consecuencias de la electricidad y del motor de explosión son la disminución progresiva de la importancia de la máquina de vapor y de la energía generada a partir del carbón; una distribución más elástica de la energía favoreciendo la descentralización de las instalaciones industriales; el aumento de la importancia de las carreteras y del petróleo.⁵

De igual modo, en esta fase adquieren mayor relevancia las industrias químicas, con el surgimiento de las anilinas, de los abonos químicos y de las fibras artificiales; haciendo declinar el algodón por la competencia de las fibras artificiales y sintéticas. También adquiere importancia el petróleo como materia prima (petroquímica). Otras innovaciones asociadas a la segunda revolución industrial son la lámpara incandescente, la telegrafía sin hilos, fotografía, cine, máquina de escribir, caucho sintético y neumáticos, refrigeración industrial, y el comienzo de la industria electrónica.⁶

⁵ Cardoso, Ciro, *México en el siglo xix. 1821-1910. Historia económica de la estructura social*, Nueva Imagen, 1998, p. 260.

⁶ IBÍD.

El desarrollo del transporte del ferrocarril y de la electricidad se circunscriben dentro de un proceso amplio de grandes innovaciones tecnológicas que permiten el avance y el crecimiento de las capacidades productivas de países europeos y de los Estados Unidos, pues aumentan vertiginosamente la productividad del trabajo y acrecientan la producción en masa de bienes industriales y agrícolas.

No obstante, estos avances fundamentales de las capacidades tecnológicas les anteceden épocas de grandes progresos de la ciencia y de la propia técnica, por lo que no podemos considerar que las revoluciones industriales son una ruptura radical entre sí.⁷ Antes bien, todo este proceso de cambios tecnológicos pueden ser considerados como *uno sólo* donde en el siglo XVIII se descubre la clave de la producción, mientras que en el siglo XIX se encuentra la clave de la comunicación.⁸ En la Revolución Industrial Inglesa (considerada la primera revolución Industrial) se sustituye el trabajo artesanal por el manufacturero; en la Segunda Revolución Industrial se facilita la difusión generalizada de la industria con el surgimiento de la electricidad; mientras que en la Tercera, o la Revolución científico-tecnológica, “cambia las relaciones de la ciencia con las técnicas y la tecnología, primero en la producción –con la *automatización flexible* de los procesos de trabajo industriales-, y segundo, con la *integración* informática mediante las redes de telecomunicaciones, en los servicios, incluyendo los financieros”.⁹

En efecto, el aspecto tecnológico de la Revolución Industrial de los siglos XVIII y XIX-XX lo enfocamos como un proceso de continuidad, con un notable período de aceleración industrial de 1750 a 1792¹⁰. La Revolución industrial, en sus primeras fases, es de considerarse como una aceleración de un proceso iniciado en la Edad

⁷ Cipolla, Carlos M., Op. Cit. p. 199.

⁸ Bernal, John D. *La ciencia en la historia*, Ed. Nueva Imagen, México, 1992, p. 523.

⁹ Corona Treviño, Leonel, 'CONCEPTOS Y PROBLEMAS DE LA ECONOMÍA DE LA TECNOLOGÍA: BALANCE Y PERSPECTIVAS', en *Aportes*, Revista de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, No. 9, Sep.-Dic. de 1998, p. 129.

¹⁰ Derry, T. K. Y Trevor Williams, *Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (I)*, Vol. 2, México, Siglo XXI, 1971, p. 405.

Media, una vez que las técnicas existentes son llevadas hasta el límite, conoce el siglo XIX el desarrollo del ferrocarril y de barcos de vapor.¹¹

En esta perspectiva ubicamos los cambios tecnológicos, es decir, como parte del movimiento general de la economía, pues las innovaciones técnicas por sí mismas no marcan el ritmo del cambio. Éstas se originan como una respuesta a las necesidades económicas. La demanda de mercado es, en las primeras fases de la Revolución industrial, la causa principal, pues sólo cuando hay un mercado potencial lo bastante grande y una demanda lo bastante elástica como para justificar un aumento sustancial de la producción se abandonan los sistemas tradicionales y se aprovechan las posibilidades técnicas que se abren.¹² Es importante establecer, no obstante, que los cambios tecnológicos "tienen efectos superiores a los desbordantes sueños de inventores e innovadores",¹³ como es el caso del ferrocarril y de las máquinas de hilar.

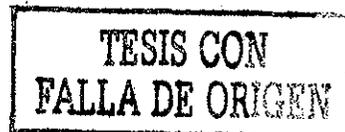
La Revolución Industrial inglesa del siglo XVIII

La Revolución Industrial Inglesa se enfoca principalmente al proceso del hierro, a la energía, al vapor, y a la industria textil del algodón (hierro-vapor-textil). Estos cambios tecnológicos se aplican en las minas de carbón, en el proceso del hierro mercantil, la energía de vapor y la mecanización de la industria de hilados y tejidos. La máquina de vapor alternativo constituye la principal máquina que proporciona energía, cuyos primeros modelos de Watt y de Newcomen datan de finales del siglo XVIII, concretamente a partir de 1776.

¹¹ "La ruptura real de la continuidad tecnológica no se produjo en el siglo XVIII sino en los albores de la Edad Media". Cipolla, Carlos M., (Editor), Op. Cit. pp. 198-99. En otra parte, se ha escrito que la revolución industrial se debe entender como una *continuidad* en cuanto al modo de producción capitalista pero que también representa una ruptura. Al respecto ver a Mori, Giorgio, *revolución industrial. Economía y sociedad en Gran Bretaña en la segunda mitad del siglo XVIII*, Barcelona, Ed. Crítica, 1987, p. 18.

¹² Deane, Phyllips, *La primera revolución industrial*, Barcelona, España, Ed. Península, 1972, p. 142.

¹³ Cipolla, Carlos M., Op. Cit., pp. 220, 224 y 231-33. Excepto con la electricidad, donde su invento engendra la necesidad, como señala este mismo autor, p. 246.



Las condiciones que permiten el descubrimiento de estas innovaciones son la escasez creciente de carbón de leña. El carbón disponible en Inglaterra, Norte de Francia, Bélgica, y la Zona del Rin, es un sustituto del carbón de leña, pero no es un sustituto satisfactorio para derretir el hierro o para los procesos subsecuentes usados para manejarlo y para hacer las barras del mismo. El uso del coque, derivado del carbón, deja un residuo en el hierro que hace al metal excesivamente quebradizo. Pero gracias a una nueva combinación, el maestro del hierro Abraham Darby, finalmente en Inglaterra se produce un hierro derretido al coque con valor comercial. El hierro de Darby permite hacer fundiciones de acero en plantas delgadas de alta calidad. El derretir con coque el hierro, se desplaza el proceso de fundición con carbón de leña en los años de 1750, y en 1760, el mercado de barras de hierro.¹⁴ Estos cambios terminan con la antigua dependencia respecto al carbón vegetal como materia prima indispensable. La industria siderúrgica se desplaza de los bosques a los yacimientos de carbón mineral donde se concentran otras industrias. Es en este proceso donde la máquina de vapor se hace económicamente rentable por primera vez en el mundo, cuando se aplica en las minas de carbón.

Los adelantos en el proceso de fundición del hierro permiten que su producción y consumo aumenten enormemente en la Gran Bretaña. De aproximadamente 25 mil toneladas de hierro que se producen y se consumen en 1720, se pasa a 68 mil toneladas en 1788, y a 1 millón 347 000 toneladas en 1838. En 1852, la producción es de 2 millones 701 mil toneladas. Como consecuencia, las minas de carbón se incrementan rápidamente a fin de satisfacer la demanda. El aumento en la producción y consumo del hierro colado se correlaciona con la disminución en sus precios. En 1728 el precio de la tonelada de hierro en lingotes es de 12 libras esterlinas; en 1802, el precio desciende a la mitad.¹⁵

¹⁴ AIRES, R. U., Op. Cit., p. 142-3. Ver también a Cipolla, Carlos M., Op. Cit., p. 220.

¹⁵ *Ibid.* p. 573. Ver también a Landes David, S., *Progreso tecnológico y revolución industrial*, Madrid, Ed. Tecnos, 1979, Tabla 1, p. 113.

La mejora en el proceso del hierro implica el surgimiento de otras innovaciones que se aplican en las minas de carbón, lo que hace económicamente rentable por primera vez a la máquina de vapor, quien originalmente es empleada en el bombeo de agua de las minas de carbón.¹⁶

Pero también el motor de vapor encuentra otras aplicaciones, como en la misma fundición del hierro. En el decenio de 1770 el motor de vapor de Watt comienza a ser empleado en este proceso de fundición. Al tener importantes mejoras, el hierro es empleado tanto para fabricar cañones como para la manufactura de los propios cilindros para los motores de vapor; así como en la fabricación de máquinas herramientas. Inicia la era de la fabricación de barras de hierro a costos bajos, donde a partir de 1800 Inglaterra figura en el primer lugar del mundo.

En el decenio de 1800 el motor de vapor se incorpora a los barcos y a la navegación marítima. El primer barco de vapor, el Clermont, es construido en 1807 en los Estados Unidos, con lo que comienza un lento proceso de suplantación de los barcos de vela como los de mayor predominancia en la navegación marítima.

El impacto principal de la energía de vapor se da en la industria textil de algodón inglesa. Con el desarrollo de la industria algodonera en Inglaterra se abren grandes oportunidades para sustituir el empleo de mano de obra por maquinaria. "Las grandes invenciones –el torno de hilar de Hargreaves, en 1764, el telar hidráulico de Arkwright en 1769, y la máquina tejedora intermitente de Crompton, en 1779- abrieron la primera brecha en las antiguas técnicas manuales, multiplicando primero la acción de la mano y utilizando, después, la fuerza mecánica en el proceso primario del hilado".¹⁷ El incremento en la producción, derivado del proceso de mecanización en la industria textil, dado el empleo de maquinaria a gran escala, acaba con la capacidad de los pequeños ríos próximos

¹⁶ Cipolla, Carlos M., Op. Cit., 212-213.

¹⁷ Bernal, John D., Op. Cit., p. 500.



a las fábricas, por lo que en el decenio de 1780 se da el paso a la adopción de la máquina de vapor de Watt para el movimiento de los telares.

En los primeros decenios del siglo XVIII, Inglaterra es importadora de algodón de la India y su industria doméstica se basa en unidades artesanales. Ello comienza a cambiar con el invento de la lanzadera de John Kay (1730), y la hiladora (1770). Pero los nuevos avances ocurridos desde la década de 1760 conducen pues a la mecanización de la hiladora y de la tejedora. Para 1813 hay en Inglaterra 2 mil 400 telares con energía de vapor y sólo 100 telares manuales. Para 1830 el número de telares con energía de vapor han aumentado a 85 mil en Inglaterra y a 15 mil en Escocia. Ello permite, a su vez, el aumento de la producción y de las exportaciones de algodón. Inglaterra importa 4 millones de libras de algodón en 1770, pero en 1833 la suma asciende a 300 millones. En 1835 Inglaterra produce el 60 por ciento de todos los productos de algodón consumidos en el mundo, en comparación con un 17 por ciento producido en Francia y sólo un 7 por ciento en los Estados Unidos.¹⁸ Estas innovaciones productivas y su hegemonía económica no pueden explicarse sin la simultánea conquista y hegemonía de Inglaterra en los mares, es decir, sin el predominio militar y naval. El uso creciente del vapor y de la maquinaria permite que Inglaterra aproveche las ventajas que derivan de su superioridad en la producción de hierro; la propia lucha por el control militar en los mares impulsa también las industrias textiles al suministrar uniformes y mantas a los ejércitos.¹⁹

En las inversiones financieras y en las innovaciones tecnológicas significativas en el siglo XIX, en el proceso del hierro, los motores de vapor y la manufactura textil, hay una marcada preponderancia de Inglaterra, país que es considerado en todo ese período como el *taller del mundo*.

¹⁸ Aires, R. U. Op. Cit., pp. 146-7. Ver también a Cipolla, M. Carlo, Op. Cit. pp. 202-3, y a Derry, T. K. Y Trevor Williams, *Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (i)*, Vol. 2, México, Siglo XXI, 1971, pp. 405-6.

¹⁹ IBID., pp. 415-16.

En síntesis, los avances en el fundido de hierro y el uso de la máquina de vapor determinan cambios decisivos en los métodos de producción, pues permite el crecimiento de los sistemas de fábricas en gran escala, como en el caso de la industria textil, para una producción en masa. De igual modo, una eficiente organización y creciente división social del trabajo hacen posible que el sistema manufacturero observe un aumento en la producción, dada la revolución que se observa en sus métodos de trabajo.

La Revolución Industrial Inglesa y el transporte del ferrocarril

La máquina de vapor por sí misma es un factor que marca el inicio de una etapa de grandes cambios en los procesos de mecanización industrial, y es la que provoca una revolución en los transportes, como es el caso del transporte de ferrocarril, cuando es colocada delante de los vagones tirados sobre rieles como fuerza de tracción.²⁰

El transporte del ferrocarril es precedido por una serie de avances técnicos en la extracción de minerales industriales y, sobre todo, en la fundición del hierro y en la invención de la máquina de vapor. "Originalmente, el ferrocarril proviene de las minas de hulla. La gran innovación de poner una máquina de vapor sobre ruedas para tener una *locomotora*, fue intentada con gran éxito en las minas de carbón".²¹

La máquina de vapor es probada primeramente en 1776 en Inglaterra, y para 1800 es ya empleada en las minas de carbón y de cobre; en fundiciones, en cervecerías y en los telares de algodón. Pero es a partir del decenio de 1820 que comienza a revolucionar el transporte de los ferrocarriles desde Inglaterra. En este país, la

²⁰ T. K., Derry. Y Trevor I. Williams. "Historia de la tecnología, Desde 1750 hasta 1900 (II)", Vol. 2, México, Ed. Siglo XXI, 1992, p. 402.

²¹ Bernal, John D. Op. Cit. p. 526.

primera fase de la construcción de ferrocarriles se da entre los decenios de 1830 y 1840.²²

Ello es posible gracias a que por estos años comienzan a fabricarse los vapores de alta presión. Trevithick es pionero en ello, y construye un motor de vapor compacto y potente que puede arrastrar los carros de un tren sobre las ruedas en una mina subterránea, y sustituir así a los caballos que arrastran unas carretas que ruedan en vías de madera. A Trevithick se le adjudica la idea de la combinación de la locomotora de vapor y los raíles que permite el transporte de mercancías pesadas, pero, sobre todo, desarrollar todo un servicio de pasajeros por ferrocarril, hecho que configura la historia del siglo XIX desde el tercer decenio.²³

Estos esfuerzos de Trevithick fructifican años después cuando se diseña la locomotora de vapor con las vías de acero, culminando con la histórica vía de ferrocarril de Stockton-Darlington construida entre 1818 y 1825. Este descubrimiento abre un conjunto nuevo de oportunidades para la construcción en gran escala de vías de ferrocarril.

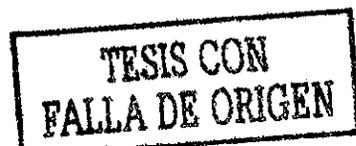
Con el desarrollo del transporte del ferrocarril, la revolución industrial alcanza una madurez; pero también este novedoso sistema de transporte es consecuencia de la producción industrial en gran escala, cuyas mercancías requieren de gran movilidad y ser transportadas en grandes volúmenes desde comienzos del siglo XIX.

La Segunda Revolución Industrial

A finales del siglo XIX aparecen un conjunto de cambios tecnológicos al lado de nuevas industrias, de objetos y métodos nuevos para la transformación de la

²² Derry, T. K. Y Trevor Williams, *Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (i)*, Vol. 2, México, Siglo XXI, 1971, p. 423-4.

²³ T. K., Derry. Y Trevor I. Williams. Op. Cit. p. 483.



naturaleza. Destacan los nuevos materiales, como el acero, considerado el prototipo de la transformación de la energía, con la domesticación de la electricidad, de la química y de nuevos dispositivos mecánicos.²⁴

El acero es considerado el rasgo más importante de la actividad técnica de finales del siglo XIX, dado que en este período se impulsa un proceso técnico de sustitución en la producción y consumo del hierro por el acero. La producción mundial de acero pasa de poco más de medio millón de toneladas en 1870 a casi 28 millones en 1900.²⁵ El acero hace posible la fabricación de herramientas, máquinas, de motores más pequeños, más ligeros, rígidos, más precisos y rápidos. Junto al acero surgen las aleaciones de los metales. Se descubren el ferro-manganeso, los aceros al cromo, al vanadio que derivan en las ferro aleaciones. De igual modo aparece el aluminio, la renovación del cobre ligada a la electricidad y con el cromo, y el níquel. También aparecen el cemento, la baquelita, el celuloide y las primeras gamas de fibras textiles artificiales como la viscosa y la fibrana.²⁶

Aún cuando el primer electrogenerador es probado en 1831, cuando se logra transformar el movimiento mecánico en corriente eléctrica, ésta empieza a contribuir directamente en la vida económica hasta el decenio de 1870, cuando es empleada en las comunicaciones telegráficas, en la galvanoplástica, en la iluminación, en la fuerza motriz; también en estaciones de ferrocarril, muelles, teatros, fundiciones de hierro y mercados; todo ello gracias al diseño y a la comercialización del primer generador electromagnético. El desarrollo de la electricidad se basa en investigaciones científicas, con muy escasa conexión con la demanda económica.²⁷

²⁴ Ait-El-Hadj, Snaï, *Gestión de la tecnología. La empresa ante la mutación tecnológica*, Barcelona, Addison-Wesley Iberoamericana, 1990., p., 43.

²⁵ Cipolla, Carlos M. (Editor), *Op. Cit.*, p. 244.

²⁶ La producción combinada de acero de Inglaterra, Francia, Alemania y Bélgica pasa de 25 000 toneladas en 1860 pasa a 191 332 000 para finales del siglo XIX. Ver Ait-El-Hadj, Snaï, *Op. Cit.*, p. 44-5.

²⁷ Cipolla, Carlo M., *Op. Cit.*, pp. 246-7.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La electricidad constituye un gran cambio tecnológico, junto al acero y al motor de combustión interna, en un período conocido como la Segunda Revolución Industrial, cuyo auge se extiende desde mediados del siglo XIX hasta la segunda década del siglo XX.²⁸

A finales del siglo XIX se vive una "edad de oro de la gran industria, período de gloriosos de Siemens, Renault, Ford, Lumière, Edison, Vanderbilt..."²⁹ La industria de la electricidad comienza su auge cuando sus aplicaciones alcanzan la construcción de motores eléctricos y su adaptación como fuerza mecánica en los procesos industriales; se consolida al construirse las primeras grandes centrales eléctricas. Estos eventos comienzan a tener lugar en países de Europa (Inglaterra, Francia y Alemania), en los Estados Unidos de América y Canadá.

Asimismo, en este período se asiste a una gran difusión de dispositivos de producción, de transformación y de transporte de la energía. A ello se orientan la regeneración de la máquina de vapor de turbina, los procedimientos de diferentes motores de combustión interna, la electricidad y los sistemas hidráulicos y neumáticos.

Al final del siglo XIX, la electricidad representa una forma extraordinaria de energía dadas las características de que se puede transmitir a gran distancia, de su conversión instantánea de calor, luz o movimiento o quedarse en su forma originaria para producir la fuerza electromagnética.³⁰ Cuando la electricidad es generada y distribuida para suministrar la luz, puede ser utilizada como energía y puesta a disposición de la industria y los transportes de vías eléctricas.

²⁸ Algunos autores consideran que la Primera Revolución Industrial tiene lugar en el período de 1760 hasta mediados del siglo XIX; y la Segunda Revolución Industrial, en el período de 1860 a 1930. Ver, por ejemplo, a AIRES, R. U. La próxima revolución industrial, Editorial Gernica, México, 1978, p. 141 y siguientes.

²⁹ Aït-El-Hadj, Snai, Op. Cit., p. 42.

³⁰ IBÍD., p. 48.

El desarrollo de la electricidad es favorecido y estimulado por la evolución de cuatro 'campos técnico-económicos': el alumbrado eléctrico que nace en el decenio de 1880 con la bombilla eléctrica incandescente; la electroquímica pesada, a partir de los procedimientos en la fabricación de aluminio, cianuro de sodio y sosa cáustica; el horno metalúrgico eléctrico que permite la fabricación de aceros especiales; y la energía motriz relacionada con la aparición de la tracción eléctrica de los tranvías, metros, trenes, pero sobre todo con la generación de los motores eléctricos en las máquinas y las fábricas.³¹ La industria del suministro eléctrico experimenta un boom en la década de 1880. Pronto la electricidad encuentra aplicaciones productivas tales como la máquina de coser (Singer), las aspiradoras eléctricas (Hoover) y las planchas eléctricas.

El telégrafo eléctrico es una de las primeras aplicaciones prácticas en gran escala de la nueva ciencia de la electricidad, desde 1840;³² le sigue el arco de luz (1850); la dinamo (generador) aparece en los años de 1860; el motor DC aparece en 1870; mientras que la luz incandescente se aplica en los años de 1880. Para finales del siglo XIX se han creado grandes empresas industriales en Alemania y los Estados Unidos.³³

Cuando se diseñan sistemas prácticos de distribución de energía eléctrica a larga distancia (desarrollados por empresas de Alemania, Estados Unidos y Suiza), hacia finales del decenio de 1890, se observan progresos acelerados en la electrificación de la industria. La oferta aumenta cuando se someten a la energía hidroeléctrica las Cataratas de Niágara, junto a otras fuentes hidroeléctricas. En 1899 existen 16 mil 891 motores eléctricos industriales en los Estados Unidos, con una capacidad total de 500 mil caballos de fuerza. Diez años más tarde el número de motores se incrementa en 20 veces, y llega a 3 millones 888 mil 854; y la capacidad instalada se incrementa en 10 veces, a 4 millones 817 mil caballos de

³¹ Ibid, p. 49.

³² "Las noticias significaban dinero, y el telégrafo eléctrico suministró el medio para obtenerlas con rapidez". Bernal, John, Op. Cit. p. 527.

³³ Aires, R. U. Op. Cit, pp. 160-61.

fuerza. En 1929 los motores eléctricos prácticamente han desplazado a los motores de vapor, a la energía de agua y a otros impulsadores primarios en las fábricas. Mientras que el costo de la electricidad disminuye rápidamente conforme las plantas generadoras crecen e incrementan su eficiencia. Para 1910, las principales ciudades de Europa Occidental y de Estados Unidos están electrificadas.

En suma, las turbinas eléctricas significan un nuevo impulso en el proceso de revolución industrial que empieza desde la segunda mitad del siglo XVIII; representando un nuevo auge que revoluciona las técnicas productivas a partir del segundo tercio del siglo XIX hasta bien entrado el siglo XX.

Por otra parte, a fines del siglo XVIII y principios del XIX tiene lugar la construcción de máquinas-herramienta derivadas del uso de máquinas movidas por energía mecánica; es decir, de las máquinas que transmiten la energía de vapor. Se trata de la fabricación de máquinas para hacer máquinas. Este proceso implica, además, el desarrollo de métodos para construir máquinas de precisión de toda clase, esenciales para la construcción de modelos de máquinas de vapor y de la maquinaria que ponen en movimiento. Los instrumentos topográficos de precisión resultan también necesarios para la construcción de canales, carreteras y líneas férreas.

Conclusiones

La Revolución Industrial es un proceso continuo cuyos orígenes datan desde los albores medievales. A partir de la segunda mitad del siglo XVIII se potencian las capacidades productivas que impulsan las innovaciones técnicas y tecnológicas. Se trata de la invención de la máquina de vapor, la fundición de hierro y el acero, y la mecanización de la industria textil. El desarrollo del transporte de ferrocarril y el empleo de electricidad como fuerza mecánica se explican como una consecuencia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de todo este proceso que se acelera desde la segunda mitad del siglo XVIII y se profundiza en el siglo XIX.

El proceso de la revolución industrial tiene lugar en países de Europa (Inglaterra, Francia y Alemania) y en los Estados Unidos de América. En consecuencia, los ferrocarriles como la electricidad se originan en esos países desde donde se difunden, dentro del contexto de la división internacional del trabajo, al resto de países del mundo, siendo un factor fundamental para el desarrollo del modo de producción capitalista.

En México, las principales innovaciones tecnológicas comienzan a introducirse en el decenio de 1840, a través de la importación de los motores de vapor y de los telares mecánicos, dando lugar a un proceso lento de sustitución de los procedimientos manuales y de máquinas de tracción animal o impulsadas por la fuerza muscular del operario, proceso que es interrumpido y que se vuelve a retomar de manera definitiva en el decenio de 1880, una vez que se han sentado las bases institucionales para el desarrollo del capitalismo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO II

LAS POLÍTICAS DE INDUSTRIALIZACIÓN DOMINANTES DEL SIGLO XIX

Introducción

En este capítulo nos interesa ubicar el proceso de gestación de las manufacturas modernas asociadas con las políticas implementadas para sentar las bases institucionales para estimular el crecimiento económico y la industrialización, es decir para el tránsito al capitalismo en México. Consideramos el Período de 1821 a 1880. En el análisis nos proponemos establecer las causas por las que la primera etapa de industrialización mexicana tiene un retraso histórico. Después de ello, damos cuenta de la implementación de las políticas institucionales liberales que se instrumentan una vez restaurada la república en 1867, políticas que están marcadas por la naturaleza de la lucha de los principales grupos económicos de poder por imponer un modelo de acumulación capitalista.

Las tendencias incipientes hacia el sistema de producción capitalista tienen antecedentes que se remontan al último cuarto del siglo XVIII, con el desarrollo de las primeras manufacturas, resultado de la implementación de las Reformas Borbónicas. El período de Porfirio Díaz representa la culminación un proceso de transición al capitalismo, una vez establecidas las condiciones de centralismo de poder (disperso en regiones) y configurado un nuevo prototipo de Estado, así como de nuevas estructuras económicas y nuevos propietarios; se trata de una etapa decisiva de la incorporación de las más modernas técnicas de producción industrial, del sistema de transporte de ferrocarril y de las turbinas eléctricas.

La herencia económica y política de la Colonia

Con las reformas borbónicas implementadas en el decenio de 1770, el bloque de poder hegemónico de la Nueva España sufre un duro golpe. Este bloque es integrado por el Consulado de Comerciantes, el Consulado de Mineros, los

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

hacendados y la Iglesia, pues el decreto de "comercio libre" rompe el monopolio del puerto de Cádiz para comerciar con las colonias y favorece el comercio libre entre las colonias. Las Reformas Borbónicas permiten una incipiente producción de textiles, cuero, muebles, jabón, alfarería, calzado, vinícola y tabacalera, entre otras, orientada a satisfacer la demanda de consumo interno. Con tales reformas surgen nuevos comerciantes; se trata de grupos regionales de comerciantes-hacendados que desde entonces comienzan a estar en pugna con los antiguos grupos económicos dominantes. En los últimos decenios del período colonial se configuran dos sectores de poder contrapuestos. Por un lado se encuentran los sectores mineros, comerciantes exportadores y la burocracia política, que son grupos hegemónicos ligados al sistema de dependencia; y por el otro la Iglesia, los hacendados, los comerciantes de provincia y el grupo industrial incipiente, quienes impulsan el mercado interno.³⁴

En medio de éstos conflictos de intereses estalla y culmina la Guerra de Independencia de México, y la construcción del nuevo Estado-nación comienza sin que exista un bloque de poder hegemónico estable, pues hay una lucha interna que se traduce en una inestabilidad política, que retrasa la reorganización productiva interna del país y, por tanto, la formación del capitalismo y la incorporación del transporte de ferrocarril y de otras técnicas de producción propias de la revolución industrial de la época.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para contextualizar el análisis de los aspectos tecnológicos del subdesarrollo económico mexicano en un nivel más amplio, es fundamental conocer los elementos que se heredan desde la Colonia, pues hasta el decenio de 1860 tales elementos obstaculizan al sistema de producción capitalista. Pero además, le imprimen una modalidad peculiar de acumulación que determina el ulterior subdesarrollo económico.

³⁴ Villoro, Luis. LA REVOLUCIÓN DE INDEPENDENCIA, en *Historia general de México*, El Colegio de México, México, 1987, pp. 594-597.

En los dos primeros decenios de vida independiente, tanto liberales como conservadores reconocen que el crecimiento de la economía puede lograrse en torno al impulso de la minería y los textiles, principales industrias productivas del país heredadas de la Colonia; y que tal crecimiento sólo puede alcanzarse si se incorporan en la producción técnicas modernas de mecanización industrial que eleven la productividad del trabajo y que hagan más competitivos los productos mexicanos respecto a los productos elaborados en los países de mayor avance industrial.

Las medidas institucionales promovidas desde el naciente estado nacional para estimular la industrialización se proponen desde un principio crear un moderno sistema de transportes y de comunicaciones, incorporando el novedoso transporte de ferrocarril que en Europa y los Estados Unidos comenzaba a cobrar auge. Este transporte facilitaría la introducción de todo un conjunto de equipos modernos para impulsar la industria nacional.

De la independencia a las reformas de 1854-1857

Una vez alcanzada la independencia, los grupos criollos de la oligarquía de la Nueva España suplantaron a los grupos oligarcas españoles. El poder pasó a manos del alto clero y del ejército, donde están representados los nobles criollos. El naciente Estado mexicano, que estos sectores encabezan, nace agobiado por la crisis financiera, dada la reducción de impuestos y alcabalas; el país se encuentra descapitalizado, dados los diez años de lucha. Esta situación se profundiza con el decreto de leyes para expulsar a los españoles de suelo mexicano, cuando éstos son los que disponen de capital y trabajo para impulsar el crecimiento económico. Todavía en 1843 a los extranjeros se les prohíbe venir a México, o se les imponen muchas restricciones, como la de que no se dediquen al comercio en menudeo, esto todavía rige en 1843. Las medidas contra la presencia de los extranjeros (españoles, sobre todo) y sus inversiones en México frenan el

desarrollo económico y social del país.³⁵ El gobierno es obligado a recurrir a las contribuciones, a los préstamos forzosos, pero sobre todo a la deuda externa, apenas para enfrentar los gastos del ejército y de la administración pública. "La deuda (...) inglesa ha sido contraída en Londres después de consumada nuestra Independencia y con el fin de que México comenzase a vivir como nación..."³⁶

Además de ello, a lo largo del decenio de 1820 se prohíbe todo comercio con la antigua metrópoli y la introducción de todos sus productos, aun cuando en México no se han establecido fábricas de ninguna clase, excepto las de hilar y tejer algodón y lana. Estas medidas proteccionistas atentan contra una economía que no tiene máquinas, que apenas conoce los más elementales y rudos instrumentos del trabajo; que se reduce a sólo ejercer una primitiva industria manual; que literalmente se encuentra desnudo y muerto de hambre; y que para conseguir su felicidad se prohíbe traer del extranjero los artículos de primera y más elemental necesidad que en México no se producen. También el comercio interno se encuentra plagado de obstáculos dado todo un sistema de tributación engorroso y costoso por derechos de consumo, alcabalas, peaje o impuesto, gabelas puramente locales y nacionales, impuestos de patente o licencia, e impuestos de circulación. Todo ello favorece el gran contrabando que se vive en el país, amén de la ausencia de un sistema de caminos transitables y seguros.³⁷

A estos obstáculos para el desarrollo económico mexicano desde los primeros años de vida independiente se suma la inestabilidad política, pues impide la construcción de las bases para el desarrollo del capitalismo en México. Por lo que hasta mediados del siglo XIX subsisten los rasgos precapitalistas en la economía que datan desde el período colonial.

³⁵ Macedo, Pablo, *Evolución mercantil, comunicaciones y obras públicas. La hacienda pública*, Facultad de Economía, UNAM, México, Colección Clásicos de la Economía Mexicana, 1989, pp. 45-6.

³⁶ Bulnes, Francisco, *La deuda inglesa*, Ed. Somex-Porrúa, México, 1990, p. 4.

³⁷ Macedo, Pablo, Op. Cit., p. 51 y 67.

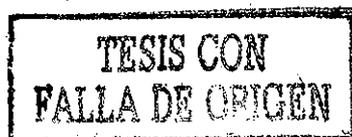


Para 1880 las relaciones de poder de los países de mayor desarrollo industrial en la economía mundial están afianzadas, y las estructuras típicas del capitalismo dependiente o periférico están ya suficientemente visibles y bien establecidas en México. Entre los decenios de 1820 y la primera mitad del de 1850 ello no ocurre porque las estructuras económicas y sociales heredadas de la Colonia siguen conservando sus rasgos esenciales, rasgos que intentan ser cambiados desde el último tercio del siglo XVIII. A lo largo de todos estos decenios hay una lucha entre los principales grupos económicos de poder por imponer al país medidas económicas de corte liberal; se trata de una lucha dada en llamar entre liberales y conservadores, o de doctrinarios y de pragmáticos.

Sin embargo, aun cuando entre 1821 y 1854 no se consuma la instauración del capitalismo en México, sí ocurren cambios de gran importancia económica. Destacan el fin del monopolio colonial del comercio exterior; disminución de la concentración del poder político y económico en la Ciudad de México; estancamiento de la producción de plata aun cuando permanece como el principal producto de exportación; eliminación parcial del grupo de españoles peninsulares que en la colonia detentan gran poder político y económico; dadas las leyes de expulsión promulgadas en la década de 1820, o por el retiro voluntario del país con sus capitales durante la guerra de independencia; y la constitución progresiva de un grupo de comerciantes-prestamistas de nuevo tipo que a partir del decenio de 1850 multiplican sus inversiones productivas".³⁸

Cuando en el decenio de 1830 la oligarquía centralista conquista el poder, Bustamante y Alamán se proponen industrializar fallidamente el país, subordinando las actividades productivas a la industria textil; ello, bajo una concepción colonial, es decir, subordinando la industrialización al impulso del sector minero y de la región agrícola del Bajío. El mecanismo consiste en la creación de un banco que capte y asigne capital para estimular la producción de telas baratas de algodón, lana y lino. Los recursos principales derivan de los

³⁸ Cardoso, Ciro, (Coordinador), *México en el siglo XIX*, Nueva Imagen, México, 1992, p. 52.



impuestos aplicados a las importaciones de telas de algodón crudo. Se trata de políticas expresas, impulsadas entre 1830 y 1840, que se proponen alcanzar los objetivos de industrialización nacional. En 1830 se crea el primer fondo de fomento industrial para auxiliar a los artesanos productores de textiles, que da origen al Banco de Avío. El naciente Banco realiza acciones para fomentar la industria nacional a través del crédito gubernamental otorgando préstamos a largo plazo a nuevas empresas industriales.³⁹ Aunado a ello, se promueven medidas prohibitivas de las importaciones y de exenciones fiscales para favorecer el crecimiento industrial.

Hasta la primera mitad del Siglo XIX "aquí y allá algún empresario tenaz, adoptando la tecnología en rápido desarrollo de los Estados Unidos y el Reino Unido, había logrado superar los fantásticos obstáculos e importar la maquinaria y los métodos de las grandes plantas extranjeras".⁴⁰

Sin embargo, los primeros pasos por promover la industria fabril no tienen todos los éxitos esperados porque las estructuras económicas dificultan disponer de la maquinaria necesaria en México, pues se tiene que depender de su importación junto con los repuestos requeridos y a los propios técnicos que las operan. Para 1850 la mecanización alcanza apenas a los textiles, pues se han instalado dos máquinas de vapor. Dado que se carece de carbón, predomina la energía hidráulica, animal y humana.

El mérito de estos esfuerzos pioneros de industrialización radica en que sientan un precedente importante que después es aprovechado para la industrialización y la acumulación de capital. La industrialización no prospera debido, entre otras razones, a la falta de transporte apropiado para acarrear la maquinaria, y porque afecta al bloque de usufructuarios improductivos del excedente económico

³⁹ Haber, H. Stephen, *Industria y subdesarrollo. La industrialización de México, 1890-1940*, México, Alianza Editorial, 1992, p.86.

⁴⁰ Vernon, Raymond, *Op. Cit.*, p. 17.

disponible de las corporaciones y porque afecta, además, a las pautas de acumulación dominantes de los hacendados.⁴¹

En el decenio de 1850 (entre 1854 y 1857), se decretan las reformas liberales que despojan a las comunidades de indígenas de sus tierras, más que a las propiedades de la iglesia. No obstante, las reformas ponen la primera base estructural para integrar un sólido bloque de propietarios (comerciantes hacendados) al margen de las ideologías liberales y conservadoras, cuyo punto de unión es su oposición a los bienes de la iglesia, ya sea porque deseaban comprar sus propiedades o porque desean eliminar su cadena de hipotecas contraídas con el alto clero. Con la Constitución de 1857, se pasa de la dominación espiritual a la dominación cultural. Pero, además, la política agraria liberal unifica a los terratenientes con la fracciones comerciales ligadas al comercio exterior y exterior del país, iniciándose con esto la formación del nuevo eje de poder que requería una economía agroexportadora.⁴²

La especificidad del capitalismo en nuestro país (con una génesis en la fracción de propietarios empresarios-comerciantes) consiste en reorganizar las zonas de producción y las vías de comercialización para insertar al conjunto del país en la nueva estructura capitalista mundial, y cuyo principal medio de acción y de control es el capital comercial. La ideología liberal, con su énfasis en el libre intercambio interno y externo, está ligada a los intereses de esta fracción de propietarios y al proyecto de nación que desean construir. A diferencia del capital industrial, el capital comercial no requiere ni impulsa modificaciones en las relaciones técnicas y en las relaciones sociales de producción.⁴³ Entonces, el liberalismo no sólo podía sino debía coexistir con una diversidad de formas de trabajo no asalariado, que van desde el peonaje acasillado hasta la simple y llana esclavitud.⁴⁴

⁴¹ Cardoso, Ciro, (Coordinador), *México en el siglo XIX*, Nueva Imagen, México, 1992, p. 45.

⁴² IBID.

⁴³ En condiciones de atraso o de falta de desarrollo de la producción "la mayor parte del capital dinerario ... se encuentra en manos de los comerciantes...". Marx, Carlos. *El capital*, Tomo III, Vol. 6, Ed. Siglo XXI, México, 1980, p. 355.

⁴⁴ Cardoso, Ciro, Op. Cit., p. 81-2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En consecuencia, entre 1854 y 1880 se da la lucha de clases que define las bases de la transición a un capitalismo subdesarrollado y dependiente. En ese lapso, en 1864, se crea el primer banco verdadero en México, sucursal de una sociedad inglesa; comienza la etapa de una ampliación y diversificación de las exportaciones agrícolas; comienza el aumento de la producción minera; y se instrumentan un conjunto de políticas económicas diversas y expresas que se orientan a fortalecer el desarrollo capitalista del país.

El contexto internacional

Los esfuerzos emprendidos para alentar el proceso de industrialización nacional, sobre todo desde el decenio de 1870, encuadran en un contexto internacional marcado por una etapa madura del capitalismo industrial que implica, entre sus características principales, la capacidad de realizar fuertes inversiones extranjeras, vía exportación de capitales más allá de sus fronteras, junto a la exportación de toda clase de mercancías industrializadas, incluyendo los furgones de ferrocarril para el transporte de grandes volúmenes de carga y de pasajeros; pero también los generadores electromagnéticos que comenzaban ya a comercializarse para ser aplicados como alumbrado y como fuerza mecánica en un gran número de ramas de la producción.

Desde el decenio de 1820, las economías de los Estados Unidos, Inglaterra y otros países europeos, se encuentran en un proceso sostenido de gran expansión productiva, resultado de la Revolución Industrial iniciada a partir de la segunda mitad del siglo XVIII. La revolución en la industria textil inglesa, el auge de la máquina de vapor y de su empleo como fuerza mecánica, el uso del carbón mineral como fuente de combustible, las mejoras en la fundición del hierro, y las primeras pruebas para revolucionar el transporte de ferrocarril se consideran innovaciones tecnológicas indispensables para el crecimiento económico. Los ferrocarriles resultan muy importantes como medios de transporte modernos para estimular e integrar los mercados nacionales y regionales con el comercio

internacional. Desde 1825, cuando se inaugura la primera línea de ferrocarril en Inglaterra con propósitos comerciales, este medio de transporte comienza a ser adoptado en el mundo como un medio fundamental para impulsar el crecimiento económico y la industrialización, pues se erige en una revolución en los transportes.

El capitalismo, y con él los ferrocarriles llegan a nuestro país bajo los principios del liberalismo económico. El liberalismo económico se sustenta en los principios de la libertad de producción y de comercio, del individualismo y su derecho a la propiedad privada. Estos principios son asumidos por la países europeos, empezando por Inglaterra, desde el decenio de 1840. El liberalismo económico es impuesto por diversos medios a otros países del orbe, como es el caso mexicano. La ley de los costos comparativos establece ventajas de la especialización de cada país en aquella producción para la que esté mejor equipado, conduciendo a la división internacional del trabajo que teóricamente traería ventaja para todos los países. La doctrina del liberalismo económico trae como consecuencia la subordinación de los países más atrasados respecto a los países que comienzan a erigirse en potencias industriales.

La burguesía industrial y comercial de Inglaterra comienza a imponerse sobre la clase de los terratenientes para la libre importación de granos a partir del decenio de 1840. En la década siguiente los países latinoamericanos establecen vínculos con los mercados de capitales europeos, favoreciendo en algunos países el crecimiento económico promovidos con capitales extranjeros.

La depresión económica europea y su "transformación radical" ocurrida entre 1820 y 1850 impiden que ocurran inversiones europeas exitosas en Latinoamérica a temprana edad como estados nacientes; pero además; la economía de Europa se encuentra en una fase de "equipamiento industrial y ferrocarrilero" que exige la disponibilidad de capitales. Sí, en cambio, los británicos pueden exportar productos manufacturados pero no dinamizar el crecimiento sostenido en otros

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

países como México desde los primeros años de su vida independiente.⁴⁵ Las primeras inversiones realizadas en la segunda parte de la década de 1820 en el sector de la minería no prosperan.

A lo largo de estos decenios el centro hegemónico del mundo se sitúa en Inglaterra. A principios del siglo XIX el capitalismo europeo se expande a través del mercado mundial, mediante los mecanismos comerciales y bancarios, y comienza a realizar inversiones de capital en pequeña escala. El control en nuestros países por parte de países como Inglaterra se da no controlando los procesos productivos locales sino el control de sus abastecimientos de productos primarios (agromineros), es decir, en el control de su red de comercialización. Este mecanismo pasa por la constitución de una "fracción nueva de propietarios, al *interior* del país, capaz de reorganizar bajo su control los centros de producción *internos* dedicados a la exportación y de establecer vínculos con la red de comercialización comandada por Inglaterra".⁴⁶

La implementación de bases institucionales en el Porfiriato

Las reformas liberales promulgadas en el decenio de 1850 comienzan a afianzarse a finales del de 1860. Los liberales contribuyen a crear un Estado moderno, regulado jurídicamente, sometido al poder de la sociedad civil y orientado hacia el progreso material. Para triunfar sobre la dictadura de Santa Anna, contra la reacción conservadora, y finalmente contra la intervención francesa, los liberales crean un ejército y estructuran el Estado como una república federal, representativa y democrática, con la división en los tres poderes. El Estado se erige como el supremo arbitrio y depositario del poder, y sujeto a la norma constitucional.⁴⁷

⁴⁵ Cardoso, Ciro, (Coordinador), Op. Cit., pp. 49-50.

⁴⁶ IBID.

⁴⁷ Rosenzweig, Fernando. *La evolución económica de México, 1870-1940*, Lecturas del Trimestre Económico, Vol. LVI, Núm. 1, México, Enero-Marzo de 1989, CFE. p. 17.



Para alcanzar el crecimiento económico y la industrialización, el Estado porfirista diseña y aplica un conjunto de medidas legales, derivadas de la reforma liberal, que permitan la creación de condiciones institucionales relativas a la apropiación de los recursos naturales. Continúa el proceso de apropiación privada de la tierra, su desamortización y reapropiación de los bienes de la iglesia y comunales aplicando las leyes de baldío y de deslinde de baldíos y colonización que se realiza entre 1863 y 1894. En 1892 se decreta la transformación de los recursos de la minería y del subsuelo de propiedad pública a propiedad privada a perpetuidad.

De igual modo, destacan medidas como la emisión de circulante y el desarrollo del sistema financiero y la apertura y regulación del comercio exterior. Pero además, prohíbe los monopolios, suprime los privilegios especiales para la industria, impide que los estados interfieran en el comercio interno (abolición de las barreras comerciales internas) y prohíbe la esclavitud y el trabajo forzado, con el fin de liberar fuerza de trabajo asalariada.⁴⁸ Asimismo, entre 1880 y 1896 se establece un nuevo sistema hacendario que centraliza las decisiones de economía y gasto como la abolición de las alcabalas y la reorganización de un nuevo sistema impositivo que concentra poder económico y político en el gobierno federal. Se centraliza la acuñación de moneda metálica, se crea una dependencia federal que interviene en la economía; se adopta un nuevo código de comercio; y se crea un sistema de información geográfico y económico.

Lo anterior conduce a un proceso de concentración de recursos naturales y financieros, complementado con fuertes inversiones extranjeras de capital en dinero, maquinaria y equipo, y en recursos humanos calificados para operar las modernas máquinas.

⁴⁸ Vernon, Raymond. JUÁREZ Y DÍAZ, en Cárdenas, Enrique (Compilador). *Historia Económica de México*, Lecturas del Trimestre Económico, FCE, No. 64, Vol. I, p. 19.

Las condiciones institucionales fortalecidas en el período 1880-1910 favorecen la introducción de cambios tecnológicos que propician una creación y concentración de modernas plantas industriales junto a una moderna infraestructura de transportes de ferrocarril y, para el decenio de 1880, de fuentes generadoras de energía eléctrica aplicadas a todo tipo de producción.

Desde el decenio de 1830 se reconoce en México que para promover la industrialización se debe estar bien atento e informado "sobre los adelantos [técnicos] en el extranjero". La industrialización es impensable sin la adopción de maquinaria moderna y de la enseñanza técnica necesaria.⁴⁹ Esto es un imperativo, dado que la tecnología dominante a principios del siglo XIX en nuestro país es la propulsada por energía de sangre (humana y animal), en mayoría, y muy poca impulsada por las fuerzas de la naturaleza,⁵⁰ es decir, se trata de una técnica muy atrasada que impide la competitividad con los productos fabricados en el extranjero. Para la incorporación desde el exterior de los adelantos técnicos en la producción nacional es indispensable la construcción de un moderno sistema de transportes y de comunicaciones.

Para el decenio de 1880 se establecen las primeras empresas capitalistas de corte claramente fabril que operan en los sectores textil, papel, tabaco y aguardiente. También existen empresas de fabricación de aceites, almidón, cerillos, cepillos, artículos de piel, porcelana, jabón, hilados y tejidos, y vidrio, entre otras. Junto a estas actividades industriales operan los talleres artesanales de imprenta, muebles, carruajes, platería y joyería, herrerías, paletterías y otras. No obstante, en 1880 la economía nacional sigue gravitando en torno a la agricultura, el comercio y la minería.

⁴⁹ Garza, Gustavo. *El proceso de industrialización en la ciudad de México, 1821-1970*, El Colegio de México, 1985, pp. 81-83.

⁵⁰ Ortiz Hernán, Sergio, *Los ferrocarriles de México. Una visión social y económica*, Dirección General de Ferrocarriles en Operación, SCT, p. 16.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El régimen de Porfirio Díaz comienza por instrumentar medidas que den certidumbre a las inversiones privadas nacionales y extranjeras. A estos últimos les otorga todo tipo de concesiones ventajosas; fortalece los lazos económicos con países europeos; y forja una estabilidad política a cualquier costo.⁵¹ Al capital extranjero y nacional se le otorgan todas las facilidades para invertir en la construcción de ferrocarriles y para la importación de plantas eléctricas. Grandes corporaciones industriales situadas en los Estados Unidos y en otros países de Europa se encargan de construir las vías férreas y de importar los generadores eléctricos.

Aún cuando se logra un desarrollo industrial importante, el crecimiento económico del Porfiriato se basa en el auge de la exportación de productos minero-metalúrgicos y agrícolas, con el agravante de que en el sector agrícola los agentes muestran poco interés por introducir innovaciones tecnológicas e industrializarlo, pues sus ganancias dependen principalmente de factores relacionados con la abundancia de recursos naturales, disponibilidad de mano de obra barata, la implantación de medidas proteccionistas por parte del gobierno y, ciertamente, debido a las características de la economía internacional que impone a nuestro país, en la división internacional del trabajo, el papel de exportador de materias primas e importador de bienes industrializados y de inversión.

Conclusiones

La identificación de las causas del subdesarrollo económico mexicano nos conduce al estudio de la etapa histórica que viene del último cuarto del siglo XVIII hasta el decenio de 1880, pues en este período se establecen los gérmenes que determinan la naturaleza peculiar de nuestro país para el tránsito hacia el capitalismo.

⁵¹ Katz, Friedrich. "MÉXICO: LA RESTAURACIÓN DE LA REPÚBLICA Y EL PORFIRIATO, 1867-1910" en Bethell Leslie ED. *Historia de América Latina*, Vol. 9, Ed. Cambridge University Press-Gítica, Barcelona, 1992, p. 31.

Aún cuando desde los primeros decenios de vida independiente, se define impulsar el desarrollo económico nacional a través de un proceso de industrialización a partir de la minería y los textiles, al país le depara un largo y tortuoso camino para alcanzar la construcción del nuevo Estado-nación, en tanto se configurara un bloque de poder hegemónico estable que garantizara la inestabilidad política y impulsara una reorganización productiva interna del país. Ello se logra con las reformas liberales promulgadas entre 1854 y 1867, que toman forma de un conjunto de medidas institucionales que determinan la instauración del capitalismo.

Desde decenio de 1840 los países europeos de mayor desarrollo industrial, donde Inglaterra es el centro hegemónico, expanden el capitalismo al mundo a través del mercado mundial, mediante los mecanismos comerciales y bancarios, comenzando a realizar las primeras inversiones de capital en pequeños montos más allá de sus fronteras. La economía mexicana se vincula al mercado mundial a través de la exportación de los productos primarios, principalmente agromineros e importando productos manufacturados y maquinaria. La industrialización porfirista es favorecida por las condiciones imperantes en la economía mundial, donde los países desarrollados se encuentran arribando a la fase imperialista y se disponen a absorber las zonas no desarrolladas de la tierra.

En nuestro país se ha fortalecido un grupo nuevo de propietarios que organizan y controlan los centros de producción nacionales que exportan y establecen las relaciones de comercialización con los países de mayor desarrollo industrial.

Esta forma específica de la vinculación de nuestra economía con el mercado mundial le da un carácter particular a la forma de acumulación de capacidades tecnológicas del país a lo largo del período de 1880-1910, pues el crecimiento económico implica introducir procedimientos modernos de mecanización industrial que permitan aumentar la productividad del trabajo y hacer más competitivos los productos mexicanos en el exterior, aún cuando éstos fueran agrícolas y mineros.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Este proceso implica un entorno institucional para liberar recursos naturales, financieros y humanos, y que estimulen la inversión tanto extranjera como nacional. La inversión fluye a sectores productivos como textiles, minería y electricidad, pero también a la construcción de vías ferroviarias.

Cuando la construcción de vías y la importación masiva de furgones de vapor alcanza un proceso irreversible, a partir del decenio de 1880, comienza simultáneamente a importarse una fuente de energía mecánica y de alumbrado, la electricidad.

CAPÍTULO III

EL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS FERROCARRILES Y LA ELECTRIFICACIÓN EN EL PORFIRIATO, 1880-1910

Introducción

En el crecimiento económico observado durante el período de 1880 a 1910, tiene gran relevancia el cambio tecnológico derivado de la incorporación de las locomotoras de vapor en el sistema de transporte moderno de mercancías y pasajeros, y – en menor medida- de las plantas de generación de electricidad como fuerza mecánica y como fuente de alumbrado público y privado. Es evidente, además, que este auge productivo no se explica sin la instrumentación y profundización de los cambios institucionales liberales que se decretan entre los decenios de 1850 y 1860; tampoco sin las políticas de promoción industrial que se implementan entre 1830-1840, cuyos resultados representan las raíces de la industria moderna de México, pues junto a la formación de fábricas empiezan a incorporarse las innovaciones técnicas de la revolución industrial.

Consideramos que los ferrocarriles y la electricidad tienen en la economía esencialmente un efecto horizontal, pues los encadenamientos productivos se generan hacia delante; es decir, como servicios de transporte y alumbrado impulsan el crecimiento de los sectores industriales productores de bienes de consumo, pero sin desarrollar el sector de los bienes de producción, pues éste aparece en el decenio de 1900, cuando el modelo de 'desarrollo hacia fuera' muestra signos de agotamiento. Bajo esta perspectiva, en este Capítulo analizamos el crecimiento de las capacidades técnicas y productivas, y de la propia economía nacional.

Consideramos las principales ramas agromineras de exportación que son beneficiadas por la introducción de estos cambios tecnológicos como la minería y las agroexportadoras (algodón, azúcar, henequén, café); así como las nuevas



actividades que se derivan del propio auge productivo, como la industria química, siderurgia, petróleo, la propia industria eléctrica y el sector de infraestructura productiva de transportes como los ferrocarriles y puertos. De igual modo se considera el sector de los textiles, de alimentos y bebidas que atienden la demanda de consumo interno.

En este Capítulo no pretendemos hacer una revisión exhaustiva del crecimiento económico en el período de nuestro estudio, más bien pretendemos hacer notar el efecto de los ferrocarriles y la electricidad para dinamizar el crecimiento industrial y la consolidación misma del capitalismo, al favorecer la integración económica del país y la difusión de las industrias, y la incorporación más intensa de las modernas técnicas de mecanización industrial en las actividades productivas.

El contexto internacional

En el Capítulo anterior hemos considerado los elementos internos de carácter histórico que anteceden al Porfiriato, sobre todo en la perspectiva de explicar los obstáculos que impiden el proceso de industrialización y de instauración del capitalismo en una fase temprana. Subrayamos la etapa de 1854-1867, como una etapa decisiva, pues en ella se establecen las bases institucionales para el auge del capitalismo en el Período de nuestro estudio, 1880-1910.

Antes del análisis del impacto de los ferrocarriles y la electricidad en el crecimiento económico del Período 1880-1910, es importante incorporar los elementos de contexto internacional que propician las condiciones exógenas para la transición al capitalismo en México, y que marcan las características de un capitalismo dependiente y subdesarrollado, y así como de la forma como se incorporan las técnicas productivas y las innovaciones tecnológicas, y sus efectos en el crecimiento económico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

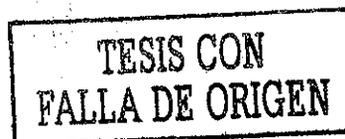
Desde el decenio de 1870 el desarrollo del capitalismo mundial se distingue por asumir dos características fundamentales: la concentración económica y la expansión imperialista. La concentración económica se deriva de un costo creciente de la maquinaria en la fase de la segunda revolución industrial (a diferencia de los telares mecánicos de la primera), que exige inversiones más elevadas; también de las crisis periódicas; de la competencia entre firmas, de la caída de las ganancias, de los monopolios, y del control de precios y de mercados. En consecuencia, esta concentración implica mayor capacidad para emprender grandes inversiones a grandes empresas, que ofrecen mejores garantías.⁵²

Las transformaciones tecnológicas de la segunda revolución industrial provoca necesidades de abastecimiento de materias primas que se vuelven estratégicas y que Europa no dispone, o las dispone en cantidades insuficientes como el petróleo, cobre, fosfatos y el estaño, entre otros. Del mismo modo, la baja en las tasas de interés y en los beneficios industriales de las inversiones a largo plazo, dada la intensa acumulación de capitales durante todo el siglo XIX, aumenta y flexibiliza el sistema de crédito, drenando cantidades crecientes de capitales; pero que cuando termina la etapa decisiva de la expansión de los ferrocarriles en Europa y los Estados Unidos la demanda de capitales disminuye. Por el contrario, en las áreas no industrializadas del mundo existe una demanda fuerte y sostenida de créditos: los gobiernos solicitan empréstitos, existen muchas oportunidades de inversión en puertos, ferrocarriles; y para construir centrales eléctricas. Las actividades de una economía de exportación en estos países demanda créditos de largo plazo.⁵³

Por su parte, la expansión imperialista se traduce en fuertes medidas de proteccionismo por parte de países de Europa y Estados Unidos para conseguir, proteger y conservar mercados. Esto acarrea, entre 1873-1896, dificultades económicas para estos países, lo que obliga a un proceso de unificación del

⁵² Cardoso, Ciro. *México en el siglo xix 1821-1910. Historia económica de la estructura social*, Nueva Imagen, 1988, p. 262.

⁵³ Cardoso, Ciro, Op. Cit., pp. 262-63.



mercado mundial, dada la aparición de consorcios internacionales y acuerdos entre grupos monopolistas.

A la lucha por los mercados, se agrega el proceso de exportación de capitales (y ya no sólo de productos manufacturados), pues en el interior de la economías de mayor desarrollo hay una tendencia a la baja de la tasa de ganancia. Las inversiones extranjeras pueden ser inversiones directas en el exterior; empréstitos a gobiernos extranjeros o préstamos a corto plazo en los mercados financiero y monetario extranjeros. Los movimientos de dinero preparan el movimiento de mercancías, pues los empréstitos se vinculan con gran frecuencia a facilidades comerciales: las inversiones en ferrocarril y otros sectores exigen cuantiosas importaciones de materiales, combustibles y personal técnico. Las inversiones europeas y de Estados Unidos en el mundo en 1914 observan el siguiente comportamiento: el 43 por ciento, es capital británico; el 20, capital de Francia; el 13, capital de Alemania y el 7 por ciento tiene como origen capital de Estados Unidos. Por su parte, estas inversiones tienen el siguiente destino. El 27 por ciento, se canaliza a Europa; el 24, Estados Unidos; 19 por ciento, América Latina; y el 30 por ciento, hacia el resto del mundo. Se trata de países en proceso de industrialización (Rusia, Estados Unidos) o de economías de exportación de rápida expansión, como el caso de México.⁵⁴

La evolución económica de los países industrializados crea las condiciones para una integración en profundidad de los países de América Latina al mercado mundial, a través de una división internacional del trabajo entre países industriales y países productores de alimentos y materias primas. Se genera una corriente de capital extranjero que se invierte en ferrocarriles y comunicaciones, puertos, empresas comerciales, plantaciones, bancos; y empréstitos gubernamentales; y los países industriales pasan a ejercer un control total de los circuitos comerciales del mundo. La economía de América Latina muestra una gran sensibilidad a la coyuntura financiera y comercial de los países industriales. En México este

⁵⁴ Cardoso, Ciro, Op. Cit., pp. 262-63.

proceso se traduce en el impulso de una economía orientada a la exportación, cuya especialización se realiza en función de los recursos naturales disponibles y la mano de obra: productos agrícolas tropicales y minerales.⁵⁵

El crecimiento económico

Las raíces de la industria moderna mexicana comienzan en 1840, cuando surgen las nuevas fuerzas económicas con la fundación de pequeñas fábricas de telas de algodón y lana, de papel, vidrio, talleres de fundición y ferrerías, que aprovechan las enseñanzas de la revolución industrial europea al incorporar los primeros motores de vapor y los husos y los telares mecánicos. Estas fábricas son un antecedente de las modernas industrias que ya se percibe durante los años de la República Restaurada y, sobre todo, al comenzar el gobierno de Porfirio Díaz. Las manufacturas artesanales dan estímulo y sostén a diferentes renglones de la actividad primaria. Las ramas manufactures que surgen posteriormente tienen antecedentes en las artesanales de donde hacen acopio de experiencia técnica, en donde se cultivan y disciplinan las aptitudes de una mano de obra que posteriormente pueden asimilar las nuevas técnicas fabriles. Con la restauración de la República en 1867 son abolidas las viejas trabas coloniales a la libertad mercantil.⁵⁶

A lo largo del Porfiriato las garantías institucionales para la inversión privada se profundizan. El Estado otorga ventajosas exenciones fiscales hasta por 30 años a todo tipo de inversionistas con el fin de crear y fortalecer las industrias. En 1887 se modifica la legislación comercial para impulsar las corporaciones industriales y mineras bajo la modalidad de sociedades anónimas. Estos cambios, que reducen los requisitos para la integración de tales sociedades, posibilitan paulatinamente la constitución de empresas de gran tamaño, como las empresas siderúrgicas y las

⁵⁵ Cardoso, Ciro, Op. Cit., pp. 264-267.

⁵⁶ Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957, pp. 312-13.

propias compañías de ferrocarriles, pues demandan grandes cantidades de capital.

A principios del decenio de 1880 existen más de tres mil establecimientos industriales en el país que emplean máquinas modernas; se trata de la industria de alimentos, de los textiles, de ferrerías y de otras relativas a la construcción.⁵⁷

Los sectores productivos que impulsan el crecimiento económico de México durante el período de 1880 a 1910 son fundamentalmente los que se orientan al mercado externo, donde la minería ocupa el lugar más relevante; pero también prospera el sector manufacturero gracias al ensanchamiento del mercado interno, como el textil, en donde el consumo de telas por habitante muestra una tendencia de ascenso en el Período.⁵⁸ De igual modo, los cultivos comerciales observan altas tasas de crecimiento. Ejemplos de ello son los cultivos de henequén, el caucho, el azúcar, el guayule, el café, tabaco, trigo y la cochinilla, entre otros. Estos cultivos tienden también a satisfacer una demanda externa. Mientras tanto, la agricultura de granos volcada hacia el mercado interno (maíz, frijol) registran tasas de crecimiento negativas.

Por otra parte, el auge económico logrado con el cambio tecnológico del ferrocarril y la electricidad integra regiones de especialización productiva. En el noreste se forman regiones en torno a las compañías fundidoras; en Puebla y Veracruz, en torno a los textiles; en La Laguna, respecto a los extensos cultivos de algodón; en la península de Yucatán, por las plantaciones del henequén, entre otras regiones no menos importantes que se integran durante el período. Se conforma también, por aquellos años, la región petrolera del Golfo. Mientras que la Ciudad de México se constituye como el principal centro de las actividades industriales del país.

⁵⁷ Cosío Villegas, Daniel, p. 311.

⁵⁸ IBÍD., pp. 318-319.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Al concentrarse en la Ciudad de México las principales inversiones en electricidad (dado que se termina con la antigua dependencia de la fuerza hidráulica) se convierte en un fuerte polo de atracción para el crecimiento industrial, contra la marginación de otras regiones del país para alcanzar niveles de industrialización.⁵⁹

Entre 1878 y 1911 el volumen físico de la producción se duplica, a una tasa acumulativa del 3.6 por ciento;⁶⁰ lo mismo sucede, entre 1877 y 1910, con el producto por habitante. La tasa media porcentual del crecimiento del producto interno bruto, entre 1895 y 1910, es de 2.9.⁶¹

El efecto horizontal del cambio tecnológico

El desarrollo industrial del Período de 1880 y 1910 implica la asimilación de las innovaciones tecnológicas en diversas ramas de la producción en las que se forma el nuevo proletariado industrial, dado los nuevos procedimientos en el uso del trabajo, y del empleo de nuevos materiales. La necesidad de producir en una escala más amplia para satisfacer una demanda creciente, exige en la industria manufacturera aumentar y concentrar la capacidad productiva, a modernizar la maquinaria y las instalaciones. Este proceso se presenta en las principales industrias tradicionales, como la textil, la azucarera, la tabacalera, la de papel, la de productos químicos y otras de bienes de consumo e inversión que existen desde los comienzos del Porfiriato. Las nuevas industrias que surgen a finales del siglo XIX, como la de fierro y acero, cemento y calzado, se establecen empleando la maquinaria y los procedimientos fabriles más modernos de su tiempo.⁶²

Hasta el decenio de 1840, el problema de la energía en la industria se resuelve con el empleo de ruedas hidráulicas que aprovechan la corriente de los ríos; un avance importante se da cuando posteriormente se emplean turbinas hidráulicas,

⁵⁹ Garza, Gustavo, Op. Cit., p. 113.

⁶⁰ Cosío Villegas, Op. Cit., p. 325.

⁶¹ Rosenzweig, Fernando, *La evolución económica de México, 1870-1940*, Lecturas del Trimestre Económico, Vol. LVI, Núm. 1, México, Enero - Marzo de 1989, FCE, p. 24 y ver Cuadro de la p. 25.

⁶² Cosío Villegas, Op. Cit., pp. 421 y 126.



que multiplican la fuerza motriz gracias al sistema de engranes; junto a este sistema, se emplean los motores de vapor, cuyo uso comienza a generalizarse, ya a finales del siglo XIX, cuando se explotan los primeros yacimientos carboníferos de Coahuila. "La falta de combustible, fuerte y resistente obstáculo contra el que lucha la industria del país".⁶³ También el petróleo surge como fuente de energía por estos años, sin adquirir todavía relevancia para el desarrollo industrial. La energía eléctrica comenzaba a ser utilizada, pues en 1902 de 121 mil caballos de fuerza instalados, la energía eléctrica aporta sólo el 15 por ciento del total; mientras que los motores de vapor contribuyen con el 58 por ciento y el 26 a plantas hidráulicas.⁶⁴

Entre 1877 y 1889, cuando aún es limitada la inversión extranjera, las fábricas textiles aumentan su producción sin ampliar la capacidad instalada en husos y telares; el recurso habitual es emplear un mayor número de obreros. De este modo, si aumenta en un tercio la fuerza del trabajo la producción se acrecienta en un 10%. Pero de 1889 a 1911, cuando aparecen las grandes sociedades anónimas con la participación de inversionistas y créditos externos, aumenta en forma notable la cantidad media de maquinaria por fábrica; el número de telares se duplica, el de husos crece en más del 80%; y el total de obreros sube sólo en un 35%; con todo ello, la producción media por fábrica sube en 55%.⁶⁵

Las innovaciones introducidas en el campo de la producción industrial en México se caracterizan por ser de impulso tecnológico, dado que es más determinante la oferta tecnológica del transporte de ferrocarril y de turbinas eléctricas existente en los países de Europa y los Estados Unidos que la demanda existente en nuestro país. Dado que los ferrocarriles y la electricidad se incorporan para impulsar el crecimiento industrial a partir de ofrecer el servicio, el impacto tecnológico es principalmente de efecto horizontal, más que vertical.

⁶³ Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957, pp. 422-23.

⁶⁴ IBÍD. p. 426.

⁶⁵ IBÍD. pp. 322-23.

En el Período, la producción comienza un proceso de cambio del taller artesanal a la fábrica, y de mercados locales y regionales a los nacionales, donde las empresas familiares son desplazadas (sin ser sustituidas completamente) por modernas formas de organización y administración empresarial, las sociedades anónimas. La producción de acero, cemento, cerveza, telas de algodón, papel, vidrio, dinamita, jabón, cigarros, agroindustrias y sus derivados, pasan a ser dominadas por grandes corporaciones empresariales. Estas corporaciones introducen modernos cambios tecnológicos para una producción en masa y satisfacer una demanda creciente.

Del mismo modo, se introducen máquinas automáticas para envolver y elaborar cigarros, puros y rapé; máquinas trituradoras y desfibradoras de pencas de maguey y henequén, máquinas para destilar los productos de madera, aparato para extraer la trementina, máquinas para extraer el caucho del guayule y separar impurezas, así como nuevos procedimientos de fabricación de mieles del azúcar.

En los procesos de mecanización industrial figuran los aportes de inventores mexicanos a lo largo del período de 1850 a 1910. Se trata de incipientes desarrollos de tecnologías propias que se patentan para distintas actividades industriales. Se patentan invenciones de aplicación en las industrias minera, textil, azucarera, tabacalera, de las fibras de henequén, de la tortilla, de la extracción y procesamiento del guayule y otras resinas. Se llega, incluso, a exportar tortilladoras al sur de los Estados Unidos y a Centroamérica.⁶⁶ Más aún, en la actualidad una industria netamente nacional es la "tecnología en la automatización de la elaboración de tortillas de maíz y el proceso de nixtamalización para la elaboración de la masa (...)" y las tortillas.⁶⁷ Sin embargo, estos aportes no se circunscriben en un proceso de creación de capacidades científicas y tecnológicas

⁶⁶ Mulas del Pozo, Pablo (Coordinador), Jesús Álvarez y Otros, *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, Academia de la Investigación Científica-Academia Nacional de Ingeniería-FCE, México, 1995, p. 83.

⁶⁷ Rébora Monrui, Frankz Erick y Otros, "PANAROMA INTEGRAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN MÉXICO", en *Archipiélago*, Revista Cultural de Nuestra América, No. 24, Enero-Febrero del 2000, p. 27.

propias, pues las técnicas incorporadas en la producción son las importadas por las compañías de capital extranjero que priorizan las de sus países de origen. Pero la industrialización se da esencialmente importando tecnología del exterior.

El cambio tecnológico permite el crecimiento productivo de importantes industrias. En la industria textil, por ejemplo, se favorece con el empleo de la energía eléctrica, pues le permite jornadas de trabajo más largas, un mejor control de la temperatura, la disminución de los riesgos de incendios, y la reducción del tiempo y de los costos de producción.

Las turbinas eléctricas, al aumentar las capacidades productivas del país, tienen un impacto tecnológico significativo en la industria de consumo final. El aumento de estas capacidades en la industria textil se da entre 1889 y 1911. La disponibilidad de energía eléctrica permite la renovación de la maquinaria para hilar con nuevos telares y husos de alta velocidad y menor mano de obra.

Del mismo modo, la aplicación de la electricidad y el sistema de cianuración (y la técnica de flotación) para el beneficio de los metales en la minería conllevan a que ésta deje de basarse en la tracción animal y en el trabajo manual del minero con barretas, picos y palas, y en el sistema de patio, basado en la utilización del mercurio para el beneficio de los metales preciosos, que son los únicos que interesan; pues el nuevo procedimiento de cianuración hace rentable la extracción de otros metales industriales como el plomo y el cobre⁶⁸ y el antimonio. En 1910 se perfecciona la técnica de flotación para el beneficio del zinc. Este cambio tecnológico deja atrás el nivel técnico colonial basado en la tracción animal y el trabajo manual del minero, y los sustituye con medios de transporte modernos y con el empleo de plantas de energía eléctrica para la electrificación de minas, fábricas y el propio alumbrado público de ciudades.⁶⁹

⁶⁸Rosenzweig, Fernando, Op. Cit., p. 34.

⁶⁹IBÍD., Op. Cit., p. 34.



Pero este proceso se impulsa básicamente a través de fuertes inversiones extranjeras, que fluyen a nuestro país gracias a la importancia de los cambios estructurales internos realizados y profundizados a lo largo del Período 1880-1910. Con tales inversiones irrumpen las nuevas capacidades tecnológicas y productivas. Para 1910 el monto de estas inversiones asciende a casi 3 mil 500 millones de dólares; de las cuales el 38 por ciento provienen de los Estados Unidos; el 29 por ciento de Gran Bretaña; y el 27.5, de Francia; las inversiones de Alemania y Holanda representan el 2.0 por ciento. Otros países tienen el 2.5 por ciento. Las inversiones estadounidenses se orientan (por orden de importancia) a la minería, a los ferrocarriles y a los bienes raíces; Inglaterra invierte en petróleo, pero también en bienes raíces y ferrocarriles; mientras que las inversiones francesas se canalizan a la banca, la industria y el comercio.⁷⁰ En un plano más general, dos son los sectores que concentran los mayores porcentajes de la inversión extranjera: la construcción de ferrocarriles atrae el 33.2 por ciento, seguido por la minería y metalurgia quienes concentran el 24.1 por ciento del total de las inversiones extranjeras. Las inversiones de Estados Unidos, por ejemplo, se concentran en ferrocarriles (61 por ciento); en minas y metalurgia (24); deuda pública (4.9); en bienes raíces (3.6); bancos (3.3 por ciento); mientras que el resto se invierte en petróleo, industria, comercio y servicios públicos.⁷¹

Finalmente, el cambio tecnológico se incorpora en las actividades industriales en un país en el que aún no existen recursos humanos calificados para asimilar creativamente los conocimientos que implican las nuevas máquinas-herramienta adoptadas, pues apenas comenzaba el proceso de proletarización de la fuerza de trabajo. Muchas de las nuevas empresas son creadas por extranjeros residentes en México. Tal es el caso de la Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, establecida en los primeros años del decenio de 1900⁷². Lo mismo sucede en la industria textil con el equipo importado: "A menudo eran tan complicadas que el

⁷⁰ Garza, Gustavo, Op. Cit., p. 132.

⁷¹ Hansen, Roger D., *La política del desarrollo mexicano*, Siglo XXI, México, 1978, ver cuadro 2.2 de la p. 25. Ver también a Cardoso, Ciro, Op. Cit., p. 271.

⁷² Hansen, Roger D., Op. Cit., pp. 28-9.

obrero mexicano tenía problemas graves para ajustarse a su velocidad y a lo complicado de su funcionamiento. La introducción de nueva maquinaria fue una de las razones que se dieron de la necesidad de supervisores extranjeros".⁷³ Inevitablemente, los recursos humanos capacitados para operar las modernas técnicas de mecanización industrial tienen que venir también del exterior, aunque para el primer decenio del siglo XX hay una clase obrera en condiciones de operar las máquinas, como es el caso de los furgones de vapor.

Los sectores dinamizadores del crecimiento

Los ferrocarriles y la electricidad no impulsan por igual al conjunto de los sectores económicos. En efecto, la minería resulta ser el sector que registra las tasas más altas de crecimiento productivo a lo largo del período 1880-1910, sobre todo, a partir de 1895. De 1895 a 1910, la producción de oro pasa de 1 200 kilogramos a 42 mil 200; la de plata, de mil 100 toneladas a 2 mil 400, en el mismo lapso. Los metales industriales también observan un importante aumento en su producción. Para este mismo período, el cobre pasa de 6 a 48 mil toneladas; el plomo, de 30 a 124 mil toneladas.⁷⁴ Sin duda, para atender la creciente demanda de insumos industriales en México como en el exterior.

La minería resulta atractiva a las inversiones extranjeras con la ley de 1892, que establece que el subsuelo deja de ser propiedad pública para ser propiedad privada perpetua, junto a las riquezas que contenga; por lo que más atrae a las inversiones y la que más se moderniza, incentivando la construcción de líneas férreas. Así, por ejemplo, en 1908, de 44 líneas de ferrocarril existentes, 21 se dedican al transporte de minerales. Esto es, de un total de 22 822 km de vía, 3 749 pueden ser llamados ferrocarriles mineros, aunque la mayoría de ellos transportan minerales.⁷⁵ Pero ahora, aún cuando la producción de oro y plata son

⁷³ Cárdenas, Enrique, Op. Cit., p.168.

⁷⁴ Rosenzweig, Fernando, Op. Cit., p. 33.

⁷⁵ Bernstein, M. D., "LA MODERNIZACIÓN DE LA ECONOMÍA MINERA" en Cárdenas, Enrique, Op. Cit., p. 230.

importantes, lo son también los metales industriales no ferrosos como el cobre, plomo y zinc, metales que antes del Porfiriato sólo se producen en pequeña cantidad.

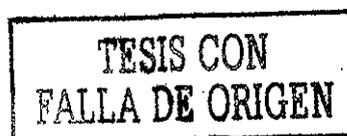
El transporte en ferrocarril resulta adecuado en la minería al manejarse con mayor rapidez los grandes volúmenes de cargas a tarifas bajas. Al ser los ferrocarriles una industria de costos decrecientes, los minerales se transportan casi al costo, porque se cuenta con ellos para pagar los costos fijos. La minería aporta más al tráfico de ferrocarril por los movimientos que tienen que hacerse para transportarlos de un lugar a otro y a grandes distancias.

Asimismo, los ferrocarriles permiten el transporte de grandes volúmenes del carbón mineral a un bajo costo hacia las nuevas plantas fundidoras, situadas en la zona fronteriza con los Estados Unidos, y hacia las plantas industriales localizadas en el centro del país.⁷⁶ Las propias compañías mineras construyen las líneas alimentadoras de ferrocarril. Las fundiciones dependen por completo de los ferrocarriles. Ello tanto es así que las grandes plantas centrales de minerales de exportación se construyen sólo después de completar la construcción de la red de ferrocarriles. Para la minería los ferrocarriles abren sectores muy remotos; reducen las tarifas de carga para suministros de minerales; posibilitan la introducción de maquinaria grande y pesada en zonas alejadas; llegan a rincones donde las grandes fundiciones pueden obtener incluso minerales de baja ley.

El empleo de nuevas fuentes de energía

Por ello, el uso de nuevas fuentes de energía en la industria tiene que esperar a que concluya la construcción de ferrocarriles, a un período posterior a 1880, después del cual comienzan a emplearse como combustibles el carbón mineral y el petróleo. El carbón empieza a sustituir a la leña desde 1890 en las grandes fábricas; también en los ferrocarriles y en las nuevas plantas siderúrgicas de

⁷⁶ Rosenzweig, Fernando, Op. Cit. p. 34.



Monterrey. Su explotación a gran escala se da en los yacimientos carboníferos de Coahuila, cuya producción pasa de 200 mil toneladas, en 1891, a un millón 300 mil en 1910. Los ferrocarriles del norte y las plantas siderúrgicas resultan ser las mayores consumidoras del carbón; mientras que en el centro del país –dado el alto costo de transporte por la gran distancia que separa al centro con el norte–, es más rentable importarlo desde el extranjero por Tampico o Veracruz, o sustituirlo por energía hidroeléctrica o petróleo. Del mismo modo, en 1901 comienza la extracción del petróleo el que, a su vez, es un sustituto del carbón como combustible para los motores de vapor de los ferrocarriles. En ese año se extraen 10 mil barriles; pero diez años después, la extracción alcanza los 3 millones 600 mil barriles; mientras que en 1915 el volumen de petróleo extraído es de 33 millones. Como en el resto de los productos primarios, la producción de petróleo tiene como destino principal su exportación, mientras que en el interior, la demanda principal proviene de las locomotoras de ferrocarril.⁷⁷

Los ferrocarriles posibilitan el establecimiento de una industria de la minería de carbón y la importación de carbón estadounidense y británico; pero además rebajan el costo de exportación de los productos minerales y la importación de materiales e insumos extranjeros.

Pero también la minería impulsada por la instalación de plantas de energía eléctrica, la que es empleada en el bombeo de agua y en el tratamiento y fundición de los minerales; también para el movimiento de elevadores, malacates y en equipos de perforación, lo que permite aumentar los niveles de productividad. De igual modo, la electricidad favorece el empleo del sistema de cianuración para el beneficio de los metales y la extracción rentable de los minerales industriales como el cobre y el plomo.⁷⁸

⁷⁷ Rosenweig, Fernando, Op. Cit., pp. 34-35.

⁷⁸ IBÍD, p. 34.



En la industria textil el cambio tecnológico derivado del uso de la electricidad se traduce en magníficos resultados económicos al aumentar la productividad por trabajador. Para los decenios de los años de 1920-30, su coeficiente producto-trabajo se eleva de 0.273 en 1923 a 0.431 en 1932, gracias a un mayor uso de maquinaria eléctrica por las empresas textiles.⁷⁹

La utilización de máquinas eléctricas en la industria textil disminuye considerablemente el número de tejedores manuales y de las pequeñas empresas que carecen del capital necesario para adquirir la nueva maquinaria. Así, por ejemplo, entre 1895 y 1900 el número total de hilanderos y tejedores disminuye de 60 mil a 52 mil; el grupo de artesanos se reduce, en el mismo período, de 41 mil a 26 mil. No obstante, las manufacturas fabriles tienen que coexistir con las manufacturas artesanales pues éstas nunca desaparecen completamente.

La concentración económica

El proceso de concentración del capital industrial ocurre casi paralelo al de su formación a lo largo del Porfiriato.⁸⁰ Entre 1889 y 1911 surgen las grandes sociedades anónimas quienes concentran el capital en las principales industrias y en un grupo de inversionistas cada vez menor. Así, por ejemplo, en 1911 cinco empresas son dueñas de 14 de las 145 fábricas textiles de algodón, con las que controlan una tercera parte de toda la capacidad instalada.⁸¹ La expansión de la monetización de la economía y del crédito, el incremento de la circulación monetaria, de los depósitos y los créditos bancarios favorecen este proceso, al grado de que de un solo banco que existe en 1880, se pasa a más de 20 en 1910.⁸²

⁷⁹ Garza, Gustavo, *Op. Cit.*, p. 113.

⁸⁰ Cosío Villegas, *Op. Cit.*, p. 460.

⁸¹ *IBÍD.*, *Op. Cit.*, p. 338.

⁸² Cardoso, Ciro. *México en el siglo XIX 1821-1910. Historia económica de la estructura social*, Ed. Nueva Imagen, México, 1988, p. 270.

En los grandes establecimientos fabriles el número total de ocupados pasa de 19 mil a 26 mil, de 1895 a 1900; y en 1910 el personal ocupado en ellas alcanza los 32 mil, contra sólo 8 mil operarios artesanos⁸³. Grandes fábricas, como la CIDOSA, Río Blanco, la Constancia y la Compañía Industrial Veracruzana, que utilizan tanto la energía hidroeléctrica como la maquinaria europea y estadounidense más moderna de la época, dominan la industria textil. La planta de Río Blanco es considerada técnicamente como la más moderna de México y se cree que es comparable y aun superior a las inglesas de la época.⁸⁴ Los grandes complejos industriales textiles, como las dos compañías de Orizaba controlan, en la primera década de este siglo, el 20 por ciento de la producción textil nacional.

Pero también, en otros sectores industriales son las grandes empresas (monopólicas) las que dominan la producción. En el sector de acero, domina la Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey; en la producción de papel una sola empresa domina la producción, la Compañía de las Fábricas de Papel San Rafael y Anexas; la manufactura nacional de vidrio es también dominada por una sola empresa, la Vidriera de Monterrey; la Compañía Industrial Jabonera de La Laguna, en manufactura de jabones; de igual modo, con la Compañía Nacional Mexicana de Dinamita y Explosivos; mientras que en la producción de cigarros tres son las empresas que dominan totalmente el mercado: la Compañía Manufacturera El Buen Tono, la Cigarrera Mexicana y La Tabacalera Mexicana; en la industria del cemento tres empresas producen el cemento del país: Cementos Hidalgo, Cementos Cruz Azul y Cementos Tolteca, empresas que producen el 47 por ciento, dado que el resto del cemento es importado; la industria cervecera es dominada por tres empresas: la Cervecería Cuauhtémoc, la Cervecería Moctezuma y la Compañía Cervecera de Toluca y México; en la industria textil, seis son las más importantes empresas, la Compañía Industrial de Orizaba, S. A. (CIDOSA), la Compañía Industrial veracruzana (CIVSA), la Compañía Industrial de Atlixco, la Compañía Industrial de San Antonio Abad, la Compañía Industrial

⁸³ Cárdenas, Enrique, Op. Cit., p. 83.

⁸⁴ IBÍD., p. 173.

Manufacturera, y la Compañía Industrial de Guadalajara,⁸⁵ industria cuyas inversiones corresponden a los mismos personajes empresariales.

En el período de Porfirio Díaz el proceso de concentración industrial alcanza a otras empresas que logran procesos de integración económica y productiva. Así sucede, por ejemplo, con el surgimiento de la industria del vidrio. La industria de la cerveza y de envases de vidrio vive un rápido proceso de mecanización con nuevas fuentes de energía, y un proceso de concentración productiva. Las primeras fábricas de cerveza se instalan alrededor de 1865 en México y en Toluca, pero a partir de 1890 surgen otras en varias ciudades para abastecer el mercado local, entre las que merece destacar la Cervecería Cuauhtémoc de Monterrey y la de Orizaba. La cervecería Cuauhtémoc de Monterrey disminuye los costos de producción fabricando localmente los cascos de las cervezas que hasta esa época se importan del exterior. Para 1909, después de organizarse en sociedad, esta empresa cervecera introduce máquinas automáticas de patente americana para sustituir la técnica del soplado en la fabricación del vidrio.

El proceso de concentración económica trae consigo la disminución del personal ocupado, como consecuencia de la modernización técnica, tal es el caso de las ramas textiles, tabaco, química, cuero y platería, entre otros. En ellas, el personal ocupado disminuye de 20.1 a 13.5 por ciento, entre 1895 y 1910. En las ramas del vestido y calzado, alimentos y bebidas, material para construcción, alfarería, loza y vidrio, el personal ocupado apenas aumenta en el mismo período. En estas últimas ramas, que producen básicamente bienes de consumo pero que absorben más de la mitad de la fuerza de trabajo del sector manufacturero, los cambios técnicos observados son limitados, a pesar de los establecimientos modernos que surgen en el período, como los molinos de trigo y las cervecerías. Por el contrario, hay fuertes aumentos de personal ocupado en las ramas industriales de la madera, artes mecánicas y productos metálicos, artes gráficas, obreros y fabricación de vehículos, pues se trata de industrias nuevas que surgen ante una

⁸⁵ Haber, H. Stephen, Op. Cit., pp. 64-79.

demanda nueva y más amplia. Por ejemplo, el personal ocupado aumenta de 35 mil a 56 mil, entre 1895 y 1910, en la fabricación de productos metálicos; los mecánicos aumentan de 5 mil 700 a 23 mil, en el mismo período.⁸⁶

El desarrollo del sector agroexportador

Durante el período de 1880-1910 tiene auge la producción de materias primas industriales orientada a la exportación. Se trata de los cultivos de algodón, caña de azúcar, henequén, café, plátano roatan, jitomate, tabaco y trigo, entre otros. De igual modo, estos cultivos comerciales son estimulados por la construcción del transporte de ferrocarril. El algodón, de una producción aproximada de 25 mil toneladas cosechadas en 1900, alcanza las 30 mil, en 1910, y deja de ser importado. El cultivo de la caña de azúcar pasa de una producción promedio de un millón de toneladas entre 1895 y 1892, a 2.5 millones, entre 1905 y 1910, mientras que la producción de azúcar pasa de 55 mil toneladas a 122 mil, en el mismo período. La producción de henequén pasa de 40 mil toneladas anuales en 1880, a aproximadamente 100 mil en 1910. El café tiene una producción anual de 20 mil toneladas en 1900, y en 1910 se producen 46 mil. Incluso, el cultivo de jitomate adquiere importancia como producto de exportación, pues de 5 mil toneladas en 1900, alcanza las 15 mil en 1910.⁸⁷

El aumento de esta producción agrícola es resultado de la introducción de modernas técnicas de producción. En la industria azucarera la introducción de maquinaria centrífuga supera los rendimientos del trapiche. En el procesamiento de la caña, las caídas de las aguas son sustituidas por las máquinas de vapor como fuentes de energía; se introducen las procesadoras de efecto múltiple, las evaporadoras al vacío se expanden sobre las formas tradicionales de transporte la red de vías "Decauville". Se introducen reguladores de presión de las mazas, bandas para transportar la caña y el sistema de presado por más de un molino,

⁸⁶ Cosío Villegas, Daniel, Op. Cit., pp. 404-405. Ver Cuadro IX.

⁸⁷ Rosenzweig, Fernando, Op. Cit., p. 24 y ver Cuadro de las pp. 28-29.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

aunque hay pocas desfibradoras. Los cambios técnicos más significativos se desarrollan en el proceso de elaboración del azúcar y, en particular, en la mecanización de la fase de purga con centrifugas.

El crecimiento industrial porfirista trae consigo el surgimiento del proletariado industrial, cuyo número de obreros, entre 1895 y 1900, aumenta de 692 mil 697 a 803 mil 294.⁸⁸

El surgimiento de nuevas ramas de la producción

Un hecho tecnológico muy importante ocurrido durante nuestro período de estudio es el desarrollo de la industria química y de sus primeras aplicaciones en diversas actividades productivas. Este hecho no sólo implica un salto hacia la adopción de técnicas de mecanización, sino la incorporación de los propios conocimientos científicos para la transformación interna de las materias primas. Las aplicaciones químicas en las actividades industriales demandan de manera más directa conocimientos más especializados sobre las propiedades de las sustancias. Así comienza en México un incipiente proceso de industrialización de la ciencia aplicada. En Alemania este proceso había logrado expandirse con la explotación de los avances de la química orgánica de la industria de los tintes entre 1858 y 1862. A partir de entonces, las industrias comienzan a invertir directamente recursos financieros en investigación y desarrollo (R&D) para establecer las reacciones químicas a gran escala antes de llegar a la producción comercial.

Los principios basados en la ciencia se vinculan, en esta primera etapa, con las necesidades del mejorar los procesos de beneficio de los metales. El uso de del proceso químico del sistema de cianuración revoluciona la industria de la plata, pues abarata su extracción como la del oro, sistema que es apoyado por energía para operar molinos de molido fino. Junto a las fundiciones, este proceso convierte

⁸⁸ Katz Friedrich, "MÉXICO: LA RESTAURACIÓN DE LA REPÚBLICA Y EL PORFIRIATO. 1867-1910", en Bethel Leslie, *Historia de América Latina*, Vol. 9, Ed. Cambridge University Press, Critica Barcelona, 1992, p. 61.

en obsoleto el beneficio de patio. Los costos bajan porque el mineral puede extraerse en masa y no se tiene que recuperar a mano meticulosamente, siendo pequeñas las pérdidas, todo el oro se recupera y la cianuración resulta un proceso mucho más baratos. Los tanques del molino de San Francisco, en Pachuca, introducidos en 1910, para la agitación del lodo mineral con cianuro, representan un diseño que copian las plantas de todo el mundo.⁸⁹ El proceso de cianuración de los minerales de plata se difunde entre 1900 y 1903.

Pero también son empleados productos químicos como los ácidos, bases, sales, para la preparación de ácidos de nítrico, clorhídrico, sulfúricos en la industria de los textiles, papel, jabones, pinturas, barnices, pólvora y explosivos, fósforos y velas de cera, entre otros. Se trata de industrias más especializadas que se desarrollan en los principales centros fabriles.⁹⁰

Establecimiento de las primeras plantas siderúrgicas

La industria siderúrgica, el sentido moderno del término, surge en México en el decenio de 1890, cuando se establecen varias compañías fundidoras en el norte del país, como la Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey, la Compañía Minera Fundidora y Afinadora de Monterrey, la Fundidora de Hierro y Manufacturas (que se dedica principalmente a la producción de maquinaria y refacciones), la Gran Fundición Nacional Mexicana (después convertida en American Smelting and Refining Company, ASARCO), la Compañía Fundidora de Hierro y Manufacturera de Monterrey. Esta última es considerada la primera industria de Monterrey que produce máquinas y refacciones.⁹¹

El año de 1903, cuando la Compañía Fundidora de Hierro y Acero de Monterrey inicia sus operaciones de producción de hierro y acero, es considerado el final de

⁸⁹ Bernstein, M. D., "LA MODERNIZACIÓN DE LA ECONOMÍA MINERA" en Cárdenas, Enrique, Op. Cit., p. 263.

⁹⁰ Cosío Villegas, Daniel, Op. Cit., p. 372-73 y 393.

⁹¹ Cárdenas, Enrique, Op. Cit., pp., 96.

la primera fase del período de industrialización y el inicio de otra etapa más madura. La Compañía Fundidora produce básicamente para abastecer la demanda de las compañías constructoras de ferrocarriles y de puertos, aunque indirectamente la producción se orienta hacia los mercados externos de Estados Unidos e Inglaterra. Esta Compañía emplea altos hornos Siemens-Martin tan modernos como los de Pittsburg, Estados Unidos.⁹²

La construcción de plantas siderúrgicas en México es estimulada por la demanda de artículos de hierro y acero en las vías férreas, en la construcción de edificios, y en las industrias de fabricación de clavos, de metal en láminas de fierro y de otros productos que demandan las actividades industriales.⁹³

La construcción de la red de ferrocarriles en la dirección norte-sur y este-oeste convierte a Monterrey en el principal centro de comunicaciones de gran importancia en el país. Pero también, con el establecimiento de las fundidoras, el Estado de Nuevo León se constituye en el polo de atracción de las actividades industriales regionales que integra a los estados de Durango, Coahuila, Tamaulipas, San Luis Potosí, Aguascalientes y Chihuahua, estados donde cobra gran auge las actividades mineras y metalúrgicas de todo el país.

Del mismo modo, durante el Porfiriato comienza la industria del cemento, la que en 1910 alcanza la cifra de 60 mil toneladas de producción. Por otra parte, la industria del acero produce en lingotes 68 mil toneladas, para ese mismo año.⁹⁴

Las industrias básicas comienzan a establecerse en México importando desde Europa y los Estados Unidos la ingeniería y las máquinas-herramienta. Por esta razón, la tecnología importada se fabrica atendiendo a las necesidades de un consumo masivo existente en sus países de origen, situación que no existe en

⁹² Lo mismo sucede con las fábricas de CIDOSA, con equipos idénticos a los Nueva Inglaterra. Ver Haber, H. Stephen, Op. Cit., p. 84.

⁹³ Cosío, Villegas, Op. Cit., p. 378.

⁹⁴ Rosenzweig, Fernando, Op. Cit., ver cuadro de la p. 43.



nuestro país. Las máquinas, en consecuencia, no producen a toda su capacidad, a lo sumo hasta un 50 por ciento, habiendo una subutilización de la capacidad instalada y ocasionando pérdidas a las empresas. El mantener altos niveles de capacidad ociosa, por ejemplo, en las industrias de cemento, de acero y hasta en las industrias de bienes de consumo, aumenta los costos unitarios de producción,⁹⁵ y no vuelven competitivos a nuestros productos. Esto no sucede en los países europeos y en Estados Unidos donde el equipo opera a toda su capacidad, pues hay un mercado interno muy amplio y en completa expansión.

El desarrollo de la ciencia aplicada

La ciencia mexicana⁹⁶ a partir de la segunda mitad del siglo XIX inicia un proceso de recuperación. Se reestructura la Escuela de Minas y se crea la Escuela Nacional de Agricultura y Oficios. A partir de 1847 se reestructura también el plan de estudios del Colegio de Minería con la idea de formar hombres capaces de "dirigir con acierto la explotación de las minas". Se introducen, entonces, materias de botánica, zoología y paleontología; y se otorga un mayor presupuesto. Al Colegio de Minería se transforma en una escuela politécnica.

Por otro lado, en los decenios de 1830 y 1840 se crean las primeras sociedades científicas, tales como la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la Academia de Medicina, la Sociedad de Filoiátrica, la Sociedad Científica Antonio

⁹⁵ Stephen H. Haber, Op. Cit., pp. 47-51.

⁹⁶ En este inciso se consultó la siguiente bibliografía: Bernal, John D., *La ciencia en la historia*, Ed. Nueva Imagen, México, 1992. Corona, Leonel. *CONDICIONES HISTÓRICAS Y TECNOLÓGICAS DE MÉXICO ANTE LA GLOBALIZACIÓN*, México, Revista *Informa*, septiembre-octubre, 1998, Núm. 5, ADIAT. De Gortari, Eli. *DEL SABER Y LA TÉCNICA EN EL MÉXICO ANTIGUO. Complemento del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos*. Nueva Época, 3, México: UNAM, 1987. Moreno, Roberto. *ENSAYOS DE HISTORIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN MÉXICO. Serie Historia de la Ciencia y la Tecnología*, 2; México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, 1986. Paillés Hernández, María De La Cruz. *SEGUNDA EXPEDICIÓN CIENTÍFICA MEXICANA*, en *La Antropología en México*, México, INAH, 1987, 15 Vols. Sánchez Flores, Ramón, *Historia de la tecnología y de la invención en México. Introducción a su estudio y documentos para los anales de la técnica*, México, FCE BANAMEX, 1980. Sánchez Valdés, María Teresa y Raúl Reissner, *EL DESPUNTE DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (1862-1867)*, Vol. 1, en *La antropología en México*, INAH, 1987. Trabulsee, Elías, *Ciencia y tecnología en el nuevo mundo*, FCE COLMEX, MÉXICO, 1994.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Alzate y la Sociedad Científica Alejandro Humboldt. Estas sociedades marcan la gestación de las nuevas comunidades científicas que trascienden al porfiriato.

También surge un grupo de mexicanos ilustrados (intelectuales modernos) que al mismo tiempo son prósperos empresarios industriales, impulsores de la ciencia y la técnica modernas, y altos funcionarios del Estado. Melchor Ocampo, por ejemplo, después de un viaje de estudio y de observación en Europa, introduce en su hacienda los métodos más avanzados en administración, organización productiva, especies e instrumentos; así como un laboratorio y una abundante bibliografía técnico-científica y de economía política clásica.

Se generalizan las escuelas de artes y oficios y favorecen la formación de una generación de nuevos empresarios y de trabajadores. Se trata de fomentar la formación de un espíritu científico que permita una racionalidad. Se pretende orientar a la ciencia hacia las actividades industriales, para lo cual se difunden materiales impresos sobre agricultura, artes y un conjunto de disciplinas científicas que hablan de las virtudes de la sociedad industrial, y que dan cuenta de los adelantos y experimentos de la ciencia y de la técnica europea y norteamericana.

De igual modo, en la segunda mitad del siglo XIX se fundan instituciones pioneras de la ciencia astronómica y médica mexicanas. En 1861 se crea el Instituto Geológico de México; en 1863 se crea el Observatorio Astronómico Nacional; y en 1877 el Observatorio Meteorológico. También se inician las participaciones de científicos mexicanos en eventos científicos internacionales, en congresos y observaciones.

Se da una intensa actividad científica particularmente en el área de la antropología. Esta antropología impulsa básicamente un trabajo de la localización y el rescate de documentos que ayudan a dar conocimiento e interpretación de la historia de México. De igual modo, se reúnen cuantiosos volúmenes de obras

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

escritas y se organizan bibliotecas; se estudian códices, y se define la arqueología como medio para confirmar la historia escrita.

También se realizan estudios sobre las lenguas indígenas y se publican apuntes para un catálogo de escritores en lenguas indígenas de América. Se publica, además, el *Atlas geográfico de la República Mexicana* en el que se da cuenta de las riquezas naturales de nuestro país. Se escribe, también, un silabario del idioma mexicano para aprender el idioma náhuatl.

Se crea la Comisión Científica, Literaria y Artística de México; la Comisión Científica de México se establece en París y agrupa a las más grandes figuras de la comunidad científica de Francia. También se realizan intercambios científicos y de publicaciones entre estas instituciones.

Se fortalecen el Museo Nacional y la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, desempeñando una importante labor en el campo de las ciencias del hombre. En 1865 el Museo Nacional se convierte en centro de influencias científicas europeas, impulsando una educación vinculada a la investigación y difusión de la historia. La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística colecciona datos geográficos y estadísticos sobre los territorios mexicanos; elabora un mapa del país, y se relaciona muy estrechamente con la Comisión Científica, Literaria y Artística de México y la Comisión Científica de México.

Para favorecer directamente el desarrollo de las técnicas industriales, el porfiriato crea bases para constituir escuelas preparatorias técnicas, escuelas superiores de ingeniería mecánica y eléctrica, y de construcción, que son la antesala para fundar el futuro Instituto Politécnico Nacional. Pero al porfiriato puede atribuirse el proceso de institucionalización de la ciencia en México. Cuando en Europa y los Estados Unidos la ciencia ha estrechado vínculos directos con las empresas productivas, y se habla ya de la "industrialización de la ciencia", en la

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

industrialización porfirista México recién comienzan a vivir un proceso de institucionalización bajo la concepción positivista.

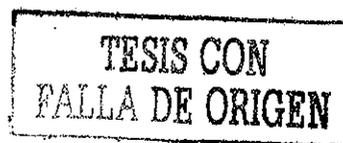
La ciencia heredada por la industrialización porfirista se orienta a diferentes campos del saber, particularmente hacia el reconocimiento y explotación de los recursos naturales. Las instituciones que han logrado sobrevivir están representadas por las Escuela de Minas, Nacional de Agricultura, y de Agricultura y Veterinaria. Pero las instituciones de mayor relevancia para la creación de industrias son el Instituto de Geología, el Museo Nacional y la Sociedad de Geografía y Estadística.

El mérito del porfiriato en las ciencias, más que sus logros, es el haber concentrado los recursos humanos, financieros y materiales del país en la refundación, en 1910, de la Universidad Nacional de México, quien en 1929 se constituye en un organismo autónomo, la actual UNAM, resultado de reorganizar y modernizar el conjunto de la educación superior del país en aquellos año.

El intenso proceso de difusión de conocimientos, técnicas y tecnologías en México en los decenios anteriores a 1910 es acompañado por importantes esfuerzos científicos. No obstante, estos esfuerzos no vinculan directamente a las ciencias con las fábricas y a las actividades productivas más importantes, pues el cambio tecnológico se adopta del exterior, junto a los técnicos e ingenieros, a excepción de las actividades de la minería, que es la primera actividad que en México exige del conocimiento interno de las sustancias, desde la perspectiva de la química como disciplina científica. "La investigación lenta y metódica de los fenómenos naturales es la madre del progreso industrial."⁹⁷

Se hacen esfuerzos por construir ferrocarriles con recursos nacionales a partir de financiamiento público. Se construye una línea de 51 kilómetros de longitud

⁹⁷ Derry, T. K. Y Trevor Williams, Op. Cit., p. 405.



empleando ingenieros, ayudantes, empleados y obreros de origen mexicano, uniendo Tehuacan-Esperanza.⁹⁸

Los ferrocarriles y la electricidad

La contribución de los ferrocarriles para el crecimiento económico porfirista es decisiva para impulsar el comercio; además de facilitar el aumento de las exportaciones e importaciones, eslabonan los mercados del país al convertirlos de locales en nacionales y darles una "trabazón" nacional.⁹⁹ La era del ferrocarril mexicano comienza en 1873 cuando se concluye la línea que une a la Ciudad de México con el Puerto de Veracruz. La vías de ferrocarril se multiplican a lo largo y ancho del país de manera acelerada. En 1870 hay sólo 354 km; en 1880, 1 062; pero en 1890 la cifra se ha multiplicado a una extensión de 7 mil 480 km; en 1900, se duplica a 13 mil 540; y en 1910 la extensión de vías férreas tendidas supera los 19 mil kilómetros.¹⁰⁰ Así se transita del dominio de la arriería de mulas y burros en el transporte hacia el dominio de los caminos de hierro.

En México, las principales líneas de ferrocarril son financiadas esencialmente por inversionistas extranjeros, mientras que las pequeñas líneas se financian por inversionistas nacionales y por los gobiernos de los estados. Los Estados Unidos aportan la mayor cuota de inversión en ferrocarriles con el 41.3 por ciento, seguido por Inglaterra con el 40.6 por ciento.¹⁰¹

Los ferrocarriles permiten que las empresas eleven sustantivamente las cuotas de su producción dado que disminuyen los costos de transporte. Por ejemplo, el costo

⁹⁸ Ortiz Hernán, Sergio, Op. Cit., p. 88.

⁹⁹ Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México: El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957.

¹⁰⁰ Ortiz Hernán, Sergio, Op. Cit., p. 179.

¹⁰¹ Hansen, Roger D., *La política del desarrollo mexicano, Siglo XXI*, México, 1978, p. 27.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

por el transporte de una tonelada de textiles de algodón de la capital de Querétaro a la Ciudad de México, disminuye de 61 dólares, en 1877, a sólo tres, en 1910.¹⁰²

El volumen del servicio ferroviario crece con rapidez entre 1890 y 1910. Entre 1890 y 1900 el número de pasajeros transportados se duplica de 5 a 10 millones, mientras que la carga se multiplica por tres, al pasar de 2.7 a 7.5 millones de toneladas. En 1910 el número de pasajeros es casi de 18 millones, y la carga ha aumentado a 14 millones de toneladas.¹⁰³

Los ferrocarriles favorecen la transportación de la misma maquinaria moderna empleada en la industria minera y en otros sectores de la producción. Antes del empleo del nuevo transporte, las empresas mineras tardan hasta 12 meses en recorrer –por ejemplo– un trayecto de 550 km, de Veracruz a Pachuca. Por lo tanto, los ferrocarriles abaratan el costo del equipo moderno que es empleado en distintas ramas de la producción, disminuyen los riesgos e incertidumbres para el cumplimiento de contratos y por los tiempos de espera.¹⁰⁴

Durante la industrialización del período 1880-1910 se incorpora la energía eléctrica en fábricas y minas como fuente de energía mecánica. Las plantas de electricidad, movidas con vapor, antes de que se construyan las centrales eléctricas, se importan de los Estados Unidos y Europa.

En 1879 se instala la primera planta termoeléctrica en una fábrica textil de Hayser y Portillo en León, estado de Guanajuato. Mientras que la primera planta hidroeléctrica con capacidad de 22 KW es inaugurada en 1889, en Batopilas, Chihuahua. A partir de 1992, las plantas o turbinas generadoras de electricidad comienzan a difundirse a los centros mineros, como en las minas Santa Ana de

¹⁰² Haber, H. Stephen, *Industria y subdesarrollo. la industrialización de México, 1890-1940*, México, Alianza Editorial, 1992, p. 30.

¹⁰³ Rosenzweig, Fernando, Op. Cit., pp. 38-9.

¹⁰⁴ Haber, H. Stephen, Op. Cit., p. 32.



San Luis Potosí; la mina El Boleo, en 1897; y a las explotaciones mineras de Real del Monte, en Pachuca.¹⁰⁵ En la industria textil la nueva tecnología es empleada en telares y husos eléctricos de alta velocidad, quienes sustituyen a la vieja maquinaria movida por agua, vapor, caballos o seres humanos.¹⁰⁶ De igual modo, la electricidad es aplicada en los molinos de harina; en la producción de hielo; la refinación de azúcar; el empacado de carnes y en la fabricación de las cervezas y sus insumos industriales.

El empleo de electricidad en las minas disminuye los costos. Así, por ejemplo, en El oro, Estado de México, los costos de fabricación bajan de 0.296 pesos a 0.110 pesos por tonelada con el uso de la electricidad en lugar del vapor; y los peones ya no tienen que llevar cargas de 100 kilos por las escaleras bajo temperaturas sofocantes, pues las cabrias levantan las cargas; mientras que los abanicos de ventilación hacen más soportables a las minas.¹⁰⁷ Los motores eléctricos permiten la transmisión y la utilización de la electricidad en todos los rincones de una mina para la iluminación, bombeo y desagüe, izar, transportar y mover compresores de aire y maquinaria de fabricación; así como para el movimiento de elevadores, malacates y equipos de perforación. Todo ello permite grandes ahorros al reducir los costos de energía por caballo de fuerza.¹⁰⁸ Si en 1880 sólo algunas minas del norte del país cuentan con plantas generadoras de electricidad, treinta años después la gran mayoría de las minas más importantes están electrificadas.

De su empleo en minas y fábricas textiles, la electricidad pronto se generaliza para fabricar una gran variedad de productos, como materiales de construcción, cigarros y puros, productos de hierro y acero, ladrillos, hielo, jabón, llantas de automóvil, zapatos, muebles, productos químicos, harinas, hule, alcoholes y cerveza. Así por ejemplo,¹⁰⁹ en las fábricas de cigarros de la Ciudad de México y

¹⁰⁵ Rodríguez Y Rodríguez, Guillermo, "EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO", en Resendiz-Núñez, Daniel, Op. Cit., p. 16.

¹⁰⁶ Haber, H. Stephen, Op. Cit., p. 77.

¹⁰⁷ Bernstein, M. D., Op. Cit., pp. 255-56.

¹⁰⁸ IBID, p. 255.

¹⁰⁹ Gustavo Garza, Op. Cit. p. 121.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Guanajuato, el 70% de su equipo mecánico es eléctrico; y cerca del 85% del papel es producido en fábricas que usan sólo fuerza eléctrica. Ello deriva en un aumento de la productividad en todas las ramas de la producción tanto industriales como extractivas.

La misma generación de la electricidad se vuelve toda una industria con altas tasas de crecimiento. En 1900 la capacidad instalada es de 18 mil kilovatios; pero en 1910 la capacidad es ya de 99 mil. Pronto la electricidad, generada cien por ciento con tecnología importada, se orienta a satisfacer la naciente demanda de consumo público y doméstico.¹¹⁰

POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA EN MÉXICO EN 1889

Zonas	KW instalados	Porcentaje del total
Norte	65.52	7.85
Golfo	53.70	6.42
Pacífico Norte	17.47	2.08
Pacífico Sur	19.50	2.34
Centro	681.70	81.31
Total nacional	837.89	100

Fuente: Rafael Arizpe, *El alumbrado público en la Ciudad de México*, Tip. y Lit. La Europa, México, 1990. Citado por De la Garza Toledo, Enrique, Javier Melgaza y Otros, "HISTORIA DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO", UAM-Iztapalapa, México, 1994. P. 19.

En el cuadro anterior mostramos la distribución del potencial eléctrico por regiones en el país, durante los primeros años del desarrollo de la industria eléctrica. Observamos que en la región Centro se concentra el mayor porcentaje de la capacidad instalada (81.31 por ciento), y muy lejos se sitúan las regiones del Norte y Golfo; mientras que la región del Pacífico Sur se ubica en el penúltimo lugar, con apenas el 2.34 por ciento.

No obstante, en los decenios de 1880 y 1890 la electricidad tiene mayor demanda para el alumbrado tanto público como privado, aun cuando en principio esta demanda es satisfecha con el sobrante de la electricidad de las plantas industriales, pues desde 1881 se comienzan a instalar en la Ciudad de México y

¹¹⁰ Rosenzweig, Fernando, Op. Cit., p. 35.

en otras grandes ciudades del país lámparas incandescentes para el alumbrado público. La electricidad se expande a consumidores comerciales y particulares, a servicios municipales y de transportes.

La electricidad es también utilizada en los transportes de tranvías eléctricos en la Ciudad de México. En 1906 hay 264 kilómetros de vías eléctricas. En los tranvías eléctricos, hace más productivo el trabajo de sus operarios, a la vez que emplea menos trabajadores que los furgones movidos con máquinas de vapor.

De una oferta de electricidad suministrada por pequeñas plantas generadoras privadas, la demanda creciente propicia la formación de empresas eléctricas independientes apoyadas en la capitalización de las fuentes de energía y de las concesiones que se adquieren a costos muy bajos. De 1887 a 1911 se organizan más de 100 empresas de luz y fuerza motriz, en donde adquieren preponderancia las empresas del capital extranjero, como la Mexican Light and Power Company, la Puebla Light and Power Company, la Chapala Hydroelectric and Irrigation Company, la Guanajuato Power and Electric Company y la Río Conchos Electric Power and Irrigation Company. Estas grandes compañías se constituyen entre 1902 y 1906, con capital de origen británico, canadiense y norteamericano; y operan en las grandes concentraciones industriales, mineras y urbanas,¹¹¹ pero muy lejos de las zonas rurales.

Estas transnacionales se convierten en productoras y distribuidoras del servicio de energía eléctrica en el país; quienes, además, poseen el dominio tecnológico, produciendo y comercializando directamente sus innovaciones, obteniendo grandes ganancias económicas. De 1890 a 1905 todas las pequeñas empresas que se forman para servir a las poblaciones del interior y las capitales de los estados son propiedad de mexicanos. Pero la inversión de capital nacional pronto es desplazada por los capitales extranjeros, sobre todo por los de origen

¹¹¹ La electrificación del medio rural comienza en 1952 y la unificación de frecuencias en todo el país se realiza de 1974 a 1979. Ver Resendiz-Núñez, Daniel (Coordinador). *El sector eléctrico en México*, CFE-FCE, México, 1994, p. 221.

anglocanadienses y estadounidense, y por la inversión alemana, que a finales del siglo XIX es de gran importancia en el sector eléctrico.

Para finales del Porfiriato, la inversión total de las compañías eléctricas en el país se estima en 140 millones de dólares. A lo largo del período la presencia de inversionistas mexicanos en el sector tiende a decrecer mientras que la de los inversores extranjeros tienden hacia el efecto contrario.

REPÚBLICA MEXICANA: PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CAPACIDAD INSTALADA SEGÚN SU ORIGEN, 1879-1951

Años	Plantas generadoras			Capacidad instalada (kw)		
	Total	Para servicio público	Para servicio mixto privado	Total	Hidroeléctrica	Termoeléctrica
					Porcentajes	
1879	1	-	1	2	0.0	100.0
1889	60	14	46	938	9.5	90.5
1899	235	58	177	31 039	38.8	61.2
1911	-	-	-	165 000*	-	-
1926	388	273	115	392 396	63.3	36.7

Fuente: Garza Gustavo, *El proceso de industrialización en la ciudad de México, 1821-1970*, El Colegio de México, 1985, p. 118, Cuadro V-6. No se incluye aquí el cuadro completo.

(*) Dato tomado de Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957, p. 426.

En el cuadro anterior se muestra el vertiginoso crecimiento del sector eléctrico en cuanto al aumento de su capacidad instalada. De 1889 a 1899 el crecimiento es muy notable. En 1911 se calcula una capacidad instalada de 165 mil kw (dato que no aparece en el Cuadro), lo que indica que el mayor auge en el empleo de energía eléctrica ocurre durante los decenios de 1890 y 1900.

La energía eléctrica, que se encuentra dando sus primeros pasos, tiene especial relevancia, pues si el país se encuentra mal preparado para una revolución industrial que se base en el carbón y el vapor, con la Segunda Revolución industrial tiene mejores posibilidades de tecnificación empleando la electricidad y el petróleo.

El desarrollo del capitalismo dependiente

Las condiciones institucionales que propician el crecimiento económico del Porfiriato derivan de la aplicación de disposiciones de la reforma liberal y de la creación de nuevas leyes para la apropiación de los recursos naturales. Continúa el proceso agrario de desamortización y reapropiación de los bienes eclesiásticos y comunales, que si bien aumenta el número de pequeñas y medianas propiedades, fortalece los intereses latifundistas.

El crecimiento de las capacidades productivas y tecnológicas de la economía mexicana durante el Porfiriato configuran el clásico capitalismo dependiente de desarrollo hacia fuera, pues el crecimiento es volcado al exterior en cuanto al destino del grueso de las ganancias; y se dinamizan mucho más aquellos sectores de la infraestructura y de la producción ligados directamente a la exportación.

El crecimiento porfiriano es extremadamente heterogéneo y contradictorio, pues si bien se logra dar un salto hacia la tecnificación, este proceso resulta discriminatorio: moderniza de manera impresionante los transportes y las comunicaciones (ferrocarriles y telégrafos); la minería (en todas las etapas del proceso productivo); de ciertas ramas industriales (como el surgimiento de un principio de la industria pesada, importación de maquinaria altamente desarrollada, el empleo de energía eléctrica); algunos aspectos de la agricultura de exportación (procesos de beneficio de algunos productos tropicales, en ciertos casos la irrigación); pero no la agricultura de granos volcada hacia el mercado interno y muchos sectores artesanales.

Conclusiones

El impacto productivo de la infraestructura tecnológica de los ferrocarriles y de la energía eléctrica se da en la industrialización de bienes de consumo y, en menor medida, en la creación del complejo minero metalúrgico. Tal infraestructura se

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

desarrolla en México importándose del exterior. Además de impulsar el desarrollo de las industrias orientadas al mercado interno, como textiles tabaco, vidrio, cervezas y otros, los cambios tecnológicos desarrollan las industrias del sector agro-exportador. El auge del sector exportador de bienes primarios de origen agrícola y minero, promovido fundamentalmente con inversiones provenientes del exterior, explica la parte más sustancial del auge productivo y económico del período de Porfirio Díaz, 1880-1910.

Los ferrocarriles ayudan a suprimir las alcabalas internas e integrar los mercados locales con grandes manchas regionales que tienden a fusionar un verdadero mercado nacional. Hay regiones que no se vinculan al conjunto nacional, como el Pacífico Sur, aun cuando en estas regiones se localizan las zonas más densamente pobladas (excepto comparadas con la región Centro).

Por su parte, el comercio internacional pasa de exportaciones básicamente de plata a la de los minerales industriales, agropecuarias y extractivas. Por el lado de las importaciones, disminuye la importancia de productos acabados de consumo y aumenta la importación de maquinaria, herramientas, bienes intermedios y las materias primas, aunque también se importan alimentos. El comercio exterior se orienta ahora hacia los Estados Unidos vía ferrocarril.

Las nuevas técnicas productivas entran a nuestro país vía fuertes inversiones extranjeras, principalmente de países europeos, de Estados Unidos y Canadá (en la industria de la electricidad).

Nuestro país queda, como resultado de la naturaleza de la industrialización porfirista, en el contexto de la división internacional del trabajo como productor y exportador de materias primas y dependiente de la demanda del mercado exterior.

CAPÍTULO IV

RETARDO Y ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS

Introducción

Desde la perspectiva tecnológica consideramos que dos hechos impiden el desarrollo económico endógeno y autosostenido de México durante el Período de 1880-1910: el retraso con que se adoptan los ferrocarriles y las turbinas eléctricas, que hemos denominado *Efecto retardo*, y la ausencia de encadenamientos productivos hacia atrás que pudieron establecerse con la construcción de ferrocarriles y de turbinas de eléctricas, situación que también hemos denominado *Efecto vertical*, para referirnos a los encadenamientos o eslabonamientos hacia atrás.

En este capítulo analizamos la dinámica de la transición al capitalismo durante el Porfirismo a partir de estas dos características, para cuyos efectos dividimos la exposición en dos incisos. Con el propósito de aproximarnos a la explicación del subdesarrollo económico a partir del concepto del Efecto retardo, en el primero hacemos un análisis comparativo de la incorporación de los ferrocarriles y la electricidad en tres países: Estados Unidos, Inglaterra y México. Mientras que en el segundo inciso, analizamos el nivel de encadenamientos productivos que derivan de la construcción de vías férreas y de turbinas eléctricas, es decir, el efecto vertical. En el capítulo V completamos el estudio de las causas tecnológicas del subdesarrollo económico, analizando las causas por las cuales no se establecen los encadenamientos productivos hacia atrás.

FERROCARRILES Y ELECTRICIDAD. ANÁLISIS COMPARATIVO: MÉXICO, ESTADOS UNIDOS E INGLATERRA

Dado que en este trabajo nos interesa explicar las causas del subdesarrollo a partir del análisis de la incorporación de nuevas capacidades tecnológicas (ferrocarriles y electricidad) durante el Período 1880-1910, en este inciso hacemos



un análisis comparativo de nuestro país respecto a Inglaterra y Estados Unidos. Pretendemos distinguir la brecha tecnológica y la ventaja productiva que deriva del adelanto de estos países respecto a México en el empleo y la producción misma de los ferrocarriles y de las turbinas eléctricas, así como de la capacidad de exportar estas máquinas hacia los países que comienzan un proceso de inserción en la división internacional del trabajo durante el último cuarto del siglo XIX.

No hacemos una historia detallada de la construcción de ferrocarriles y de turbinas eléctricas en los países de nuestra referencia, sino más bien intentamos evidenciar la intensidad temprana con la que en aquellos países se construyen los ferrocarriles y turbinas de electricidad y los efectos que tiene para el desarrollo del conjunto de sus economías.

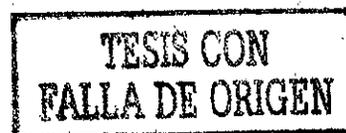
El retraso en la construcción y en el empleo del sistema de transportes de ferrocarril significa en sí mismo una desventaja productiva para impulsar el crecimiento de las industrias mediante la integración del mercado nacional y la circulación de mercancías en todo el país. Con ello se retrasa el proceso de industrialización, anticipándose al proceso de división internacional del trabajo que imponen los países de mayor desarrollo industrial a los países menos avanzados.

Los ferrocarriles en Europa y los Estados Unidos

La primera máquina de vapor en el mundo cubre la línea de Pen-y-Darran, arrastra 10 toneladas de mineral y 70 pasajeros a una velocidad de 8 km por hora, y es patentada en Inglaterra en 1769. La locomotora propiamente dicha es probada en 1804,¹¹² inventada por el británico Richard Trevithick. De mejor eficacia es la locomotora diseñada en 1814 por otro británico, George Stephenson.¹¹³ El primer ferrocarril abierto al público tiene lugar en Europa en 1805, y es tirado todavía por

¹¹² Cipolla, Carlos M. (Editor), *Historia económica de Europa (3). La revolución industrial*, Barcelona, España, Ed. Ariel, 1983, p. 213.

¹¹³ Ortíz Hernán, Sergio, *Los ferrocarriles de México. Una visión social y económica*, México, SCT, Dirección General de Ferrocarriles en Operación, p. 37.



animales, los que son sustituidos por la locomotora de vapor en el transcurso de la década de 1820. En 1825 se inaugura la primera línea pública de ferrocarril del mundo, que cubre los 39 kilómetros de distancia entre las localidades inglesas de Stockton y Darlington. En 1830 se inaugura la línea Manchester-Liverpool, cuyas máquinas alcanzan una velocidad de 45 kilómetros por hora. En la década de 1840 algunas locomotoras en Inglaterra corren a velocidades medias superiores a los 80 kilómetros por hora.¹¹⁴ Para entonces se han tendido en ese país más de 10 mil kilómetros de vías férreas; la revolución en los transportes se encuentra en pleno auge en el mundo.

La expansión más intensa de los ferrocarriles de vapor por el mundo observa un vertiginoso desarrollo entre 1840 y 1880, pasando de 2 millones a 28 millones de máquinas ferroviarias instaladas en todas las latitudes del orbe.¹¹⁵ En el siguiente Cuadro se muestra el proceso de construcción de ferrocarriles en los tres países de nuestra referencia. Observamos que en 1840 México no cuenta aún con vías de ferrocarril, mientras que en Gran Bretaña hay mil 349 km construidos; y en Estados Unidos, más de 4 mil 500 km. En 1870 la situación sigue siendo desfavorable para nuestro país; mientras que en Gran Bretaña la red ferroviaria supera los 25 mil kilómetros, y en Estados Unidos la red se aproxima a los 86 mil kilómetros, en México apenas se han construido 354 km, y aún no logra unir la Ciudad de México con el Puerto de Veracruz. El crecimiento del tendido de vías férreas comienza hasta el decenio de 1880, cuando en los países de nuestra referencia se han consolidado ya los núcleos principales de la red de ferrocarriles.

¹¹⁴ Derry, T. K. Y Trevor Williams, *Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (I)*, Siglo XXI, México, Vol. 2, pp. 549-553.

¹¹⁵ Derry, T. K. Y Trevor Williams, *Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (II)*, Siglo XXI, México, Vol. 3, p. 487.

DESARROLLO FERROVIARIO EN ALGUNOS PAÍSES*
(Kilómetros de vías abiertas al tráfico)

Año/ País	1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900	1910
Gran Bretaña	1 349	10 654	16 785	25 009	28 863	32 303	35 171	37 637
Estados Unidos	4 538	14 516	49 293	85 937	135 814	259 736	312 626	389 623
México	-	13.6****	-	354	1 062	7 480	13 540**	19 280***

Fuente: Elaboración con base a datos citados en Ortiz Hernán, Sergio. *Los ferrocarriles de México. Una visión social y económica*, SCT, Dirección General de Ferrocarriles en Operación, México, 1976, p. 179. Aquí no transcribimos toda la tabla donde figuran veinte países más (JCA).

(*) Como señala Sergio Ortiz Hernán al presentar los datos anteriores, las cifras no pretenden ninguna exactitud, persiguen propósitos comparativos y para estimar el coeficiente de desarrollo ferrocarrilero.

(**) Cifra tomada de Coatsworth, John H., *Crecimiento contra desarrollo: el impacto económico de los ferrocarriles en el porfiriato, I*, MÉXICO, ED. SEPSETENTAS 271, 1976, CUADRO II-3, p. 48.

(***) Cifra tomada de Ortiz Hernán, Sergio. Op. Cit. p. 181. Esta cifra no coincide con la del cuadro C.

(****) Ver Ortiz Hernán, Sergio. Op. Cit. p. 51.

En el cuadro siguiente se presentan algunos indicadores sobre la densidad de las vías construidas respecto a la extensión territorial y el número de habitantes. Así, en México es baja la proporción entre km de ferrocarril construidos por cada 100 kms de extensión territorial; para el indicador de los kms de vías por cada 10 mil habitantes, el dato puede parecer favorable a México. Hay que considerar, sin embargo, que la población mexicana en 1913 es cercana a los 15 millones de habitantes, contra 5 millones 639 mil de Gran Bretaña,¹¹⁶ es decir, un poco menos de un tercio de nuestra población. Si guardáramos las proporciones, el dato para México sería de alrededor de 45 km de ferrocarril por 100 mil habitantes, en lugar de 17.1.

DENSIDAD RELATIVA DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA EN 1913 EN
MÉXICO, ESTADOS UNIDOS Y GRAN BRETAÑA

	Kilómetros de ferrocarriles por 100 kilómetros cuadrados	Kilómetros de ferrocarriles por 10 000 habitantes	Kilómetros de ferrocarriles a fines de 1913
México	1.3	17.1	25 492
Estados Unidos	4.4	42.3	410 918
Gran Bretaña	12.0	8.3	37 717

Fuente: Tomado de Madisson, Angus. *La economía mundial en el siglo xx*, FCE, México, 1992. Cuadro IV. 5, p. 61.

¹¹⁶ Ver Madisson, Angus, *La economía mundial en el siglo xx*, FCE, México, 1992. Cuadro C-1 y C-4, pp. 185 y 189.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los ferrocarriles tienen su propio origen en las necesidades del tráfico de mercancías pesadas, especialmente del carbón mineral, pero su desarrollo en Inglaterra, en los primeros años de vida de la locomotora, recibe un estímulo fundamental del tráfico de viajeros, que en los tiempos de su auge -en la mitad de la década de 1840- proporciona alrededor de dos tercios de las ganancias.

En el primer Cuadro, observamos el crecimiento vertiginoso de las vías férreas durante la segunda mitad del siglo XIX. Pues tal desarrollo está asociado a la creciente demanda; mientras que el número de viajeros transportados, aumenta de 73 millones a mil 142 millones al año. El peso total de las mercancías transportadas aumenta también enormemente, pues pasa de 20 millones de toneladas transportadas en 1860 a 235 millones en 1880; y a 425, en 1900.¹¹⁷

De igual modo, el tendido de vías férreas de los Estado Unidos aumenta desde una longitud de 14 mil 516 km en 1850 y unos 49 mil 293 en la víspera de la Guerra de Secesión; a 135 mil 814 km en 1880, y a 312 mil 626 en 1900. Esta última cifra es cerca de 47 mil km superior a la longitud de vías de toda Europa.¹¹⁸

LOS PRIMEROS FERROCARRILES EN ALGUNOS PAÍSES (Comparación cronológica)

Países y años	Ferrocarriles o Líneas
Inglaterra, 1825	Stockon-Darlington
1830	Liverpool-Manchester
Estados Unidos, 1830	De Carolina del Sur
Francia, 1832	St. Etienne-Río Loira
Alemania, 1835	Nuremberg-Furth
Bélgica, 1835	Bruselas-Malinas
Cuba, 1837	La Habana-Güines
Austria, 1838	Viena-Florisdori-Deutsch Wagram
Holanda, 1839	Amsterdam-Harlem
España, 1845	Barcelona-Mataró
Dinamarca, 1847	Copenhague-Roskilde
Brasil, 1850	De Maná
Chile, 1850	De Cipiapó

¹¹⁷ Derry, T. K. y Trevor Williams, Op. Cit., p. 561.

¹¹⁸ IBÍD., pp. 561-62.

LOS PRIMEROS FERROCARRILES EN ALGUNOS PAÍSES
(Comparación cronológica)
(Continúa)

México, 1850	Veracruz-El Molino
Perú, 1851	El Callao-Lima
Canadá, 1853	Portland-Montreal (1ª Sección)
India, 1853	Bombay-Thana
Colombia, 1855	Aspinwall-Panamá
Egipto, 1856	Alejandro-El Cairo
Argentina, 1857	Buenos Aires-Sureste

Fuente: ORTIZ HERNÁN, SERGIO. "LOS FERROCARRILES DE MÉXICO. UNA VISIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA", SCT, Dirección General de Ferrocarriles en Operación, México, 1976, Cuadro II, p. 178.

En el Cuadro anterior se establece una comparación cronológica de la construcción de los primeros ferrocarriles en un grupo más amplio de países. Como es de esperar, los países de Europa y Estados Unidos son los pioneros en la construcción de las primeras líneas completas de vías ferroviarias, vías que potencian el crecimiento industrial interno, el que constituye el motor del comercio y no al revés, el comercio el motor del crecimiento¹¹⁹

Los ferrocarriles en México

La política ferroviaria en México se define una vez restaurada la República, después de 1867, en donde la construcción de vías férreas resulta más conveniente sobre cualquier otro medio de comunicación. En el proyecto de construcción de vías se proponen participar el gobierno federal, los gobiernos de los Estados y las empresas particulares; aunque hasta entonces estas últimas no han dado resultados satisfactorios.¹²⁰

En la construcción de ferrocarriles se pueden distinguir dos etapas. En la primera, de 1880 a 1898, la política ferroviaria consiste en "otorgar liberalmente, casi con prodigalidad, concesiones de ferrocarriles con subvención a todo el que las pedía, sin tasa ni medida, y pudiera decirse también que sin orden ni concierto", en la que el gobierno generalmente subordina sus ideas, en cuanto a trazos de líneas y

¹¹⁹ Senghaas, Dieter. *Aprender de Europa*, Ed. Alfa, Barcelona/Caracas, 1985, p. 77.

¹²⁰ Cpsío Villegas, Daniel. *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957, p. 489.

TESIS CON
"FALLA DE ORIGEN"

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

otros conceptos, a las ideas de las empresas respectivas.¹²¹ Así, por ejemplo, para incentivar a las inversiones privadas, el gobierno federal otorga todo tipo de estímulos, como concesiones por 99 años, sin pago alguno y libres de gravámenes; además, se les otorgan franquicias y subsidios pecuniarios. Las compañías pueden gozar del derecho de expropiación por causa de utilidad pública para establecer sus vías, de estaciones, almacenes y depósitos; tienen libertad casi absoluta de importar el material fijo y rodante, la ocupación gratuita de terrenos de propiedad nacional y de los materiales de construcción que exista en ellos y se les exime del pago de toda clase de impuestos por largos períodos. De igual modo, en este período no se sigue un sistema uniforme y bien definido en todas materias, pues se autorizan vías de anchura variable; habiendo concesiones con subvención y sin ella; subvenciones en efectivo, en vales de tierras nacionales, en bonos de seis por ciento, entre otros.¹²²

La construcción de ferrocarriles adquiere un gran auge con esta política, pues fluyen a este sector las inversiones extranjeras, particularmente, las norteamericanas. Entre 1880 y 1884 se construyen dos grandes líneas que unen a Estados Unidos, a través de la frontera norte, con la capital de nuestra República. Las concesiones ya no solo se encomiendan a especuladores, sino a grandes grupos financieros dispuestos a realizar la construcción de vías en plazos cortos. Uno de los grupos financieros se organiza en Boston como el Ferrocarril Central Mexicano, quien adquiere la concesión para construir la vía de México a Paso del Norte, pasando por Querétaro, Celaya, Salamanca, Irapuato, Guanajuato, Silao, León, Aguascalientes, Zacatecas y Chihuahua, con un ramal que enlaza a Guadalajara. Otra concesión, organizada en Denver, es la Compañía Constructora Nacional Mexicana, que construye una vía que une a México con Manzanillo, pasando por Toluca, Maravatío, Acámbaro, Morelia, Zamora y la Piedad; esta Compañía construye otra línea, la México a Laredo, que la desprende de la

¹²¹ Macedo, Pablo. Evolución mercantil, comunicaciones y obras públicas. La hacienda pública, Facultad de Economía, UNAM, México, Colección Clásicos de la Economía Mexicana, 1989, p. 205 y 208.

¹²² IBÍD., pp. 204-206.

anterior, entre Maravatío y Morelia y ligando las ciudades de San Luis Potosí, Saltillo y Monterrey.¹²³ Por ello, las vías férreas se incrementan en este lapso, de mil 086 km en 1880, a 5 mil 744 km en 1884. Para fines del decenio de 1890 hay 12 mil 801 km. En 1910 la extensión supera los 19 mil 205 km. (Ver Cuadro siguiente).

En México la construcción de ferrocarriles comienza en 1850, "cuando corre la primera locomotora a lo largo de 13.6 km, en el tramo de Veracruz a los llanos de El Molino".¹²⁴ La fecha del 16 de septiembre de 1850 "debe reputarse como memorable, porque en ella se inició nuestro secular sistema de comunicaciones, aunque en reducidísima y miserable escala, el cambio que... había de convertirse en uno de los más importantes, acaso en el mas importante, de los factores de nuestro progreso".¹²⁵ Sin embargo, el verdadero sistema comienza hasta 1873, cuando se inaugura la primera línea completa, Veracruz-Ciudad de México.

El retraso en la adopción del ferrocarril en México respecto a Inglaterra es de aproximadamente cuatro décadas. Cuando en nuestro país comenzaba, en 1880, la construcción de ferrocarriles en gran escala, la red de ferrocarriles británica y norteamericana había sido concluida, con gran importancia para el transporte de mercancías y pasajeros.

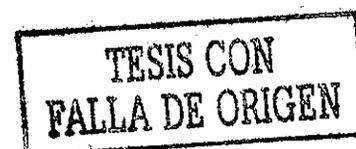
LA EXPANSIÓN DE LOS FERROCARRILES BAJO CONCESIÓN FEDERAL, 1873-1910

Años	Totales (Kilómetros)	Construido durante el año (Kilómetros)	Crecimiento Anual (%)
1868*	273	-	-
1869*	347	209	-
1872*	556	16	-
1973	572	-	-
1974	586	14	2.4
1875	662	76	13.2
1876	666	4	0.6
1877	684	34	5.1

¹²³ Macedo, Pablo, Op. Cit., p. 203.

¹²⁴ Formalmente, la primera concesión para la construcción del primer ferrocarril, el México-Veracruz, se otorga el 22 de agosto de 1837 a Francisco de Arrillaga. Ver Ortiz Hernán, Sergio. Op. Cit., p. 45. Pero la primera locomotora corre en la fecha indicada. Ibid., p. 51.

¹²⁵ Macedo, Pablo. Op. Cit., p. 197.



LA EXPANSIÓN DE LOS FERROCARRILES BAJO CONCESIÓN FEDERAL, 1873-1910
(Continuación)

1878	749	65	9.5
1879	893	144	19.2
1880	1 086	193	21.6
1881	1 661	575	52.9
1882	3 583	1 922	115.7
1883	5 308	1 725	48.1
1884	5 744	436	8.2
1885	5 866	122	2.1
1886	5 942	76	1.3
1887	7 680	1 738	29.2
1888	7 709	29	0.4
1889	8 308	599	7.7
1890	9 558	1 250	15.0
1891	9 864	306	3.2
1892	10 300	436	4.4
1893	10 465	165	1.6
1894	10 585	120	1.1
1895	10 605	20	0.2
1896	10 864	259	2.4
1897	11 530	666	6.1
1898	12 095	565	4.6
1899	12 469	374	3.1
1900	13 540	1 071	8.6
1901	14 448	908	6.7
1902	15 060	62	4.2
1903	16 038	978	6.5
1904	16 447	409	2.6
1905	16 858	411	2.5
1906	17 435	577	3.4
1907	17 993	558	3.2
1908	18 538	545	3.0
1909	18 967	429	2.3
1910	19 205	238	1.3

Fuente: Tomado de John H. Coatsworth, "Crecimiento contra desarrollo: El impacto económico de los ferrocarriles en el Porfiriato, I", México, Ed. SepSetentas 271, 1976, p. 48. Cuadro II-3.

La construcción de líneas férreas mexicanas es realizada por inversionistas extranjeros, lo que determina que la red ferroviaria esté sujeta a las normas tecnológicas internacionales, sobre todo, norteamericanas. Desde 1884 las compañías norteamericanas —como la Internacional, Nacional, Central y Sud Pacífico— conectan a México con la frontera de Estados Unidos. Estas compañías cuentan con normas técnicas establecidas desde mediados del siglo XIX, mediante acuerdos y criterios comunes para manejar un pool de patentes e

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

información tecnológica, alcanzar una homogeneidad tecnológica y cubrir mayores mercados derivadas de la eliminación de rupturas entre una compañía y otra.¹²⁶

De este modo, comienza una etapa de dependencia tecnológica.

SISTEMA FERROVIARIO EN EL AÑO DE 1910



Fuente: Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957.

Las turbinas eléctricas

La energía eléctrica tiene aplicaciones industriales dada su utilidad como fuente de calor y de luz, y como fuente de energía mecánica. Desde principios del Siglo XIX se realizan importantes pasos para producir corriente eléctrica continua mediante

¹²⁶ Guajardo Soto, Guillermo, "HECHO EN MÉXICO: EL ESLABONAMIENTO INDUSTRIAL 'HACIA ADENTRO' DE LOS FERROCARRILES, 1890-1950", En Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi. *Ferrocarriles y vida económica en México (1850-1950). Del surgimiento tardío al decaimiento precoz*, El Colegio Mexiquense, FNM, UAM-X, 1996, pp. 235-237.

una batería o acumulador. Así, el italiano Alessandro Volta comprueba que al sumergir placas de dos metales en una solución ácida, se produce una tensión eléctrica entre tales placas. De este modo se origina la construcción de la primera pila, la pila de Volta. En 1860, el francés Platé manufactura una batería con placas de plomo que es posible recargar de ácido. Siete años después, otro francés, Leclanché, añade una pasta de harina y escayola al líquido, creando la pila seca.

Por su parte, la transformación de la fuerza mecánica en energía eléctrica comienza a experimentarse a principios del decenio de 1830, cuando el inglés Michael Faraday demuestra que la rotación de un disco de cobre entre los polos de un imán produce electricidad, creando la dinamo, un generador de corriente continua de electricidad a partir del empleo de máquinas de vapor. La dinamo marca el inicio de las aplicaciones de la electricidad en la industria, y los generadores electromagnéticos son dispuestos para su venta y compra al público. A finales del decenio de 1850, en Inglaterra se diseñan nuevos procedimientos de generación de electricidad, y las dinamos son empleados para alimentar las lámparas de arco de los faros, con las cuales se iluminan calles y edificios. Así principia el uso de la electricidad en gran escala,¹²⁷ siendo una de las innovaciones tecnológicas mas importantes de la Segunda Revolución Industrial, desde la segunda mitad del siglo XIX hasta bien entrado el siglo XX.

A diferencia de otras innovaciones técnicas, donde sus descubrimientos se asocian a descubrimientos empíricos, el nacimiento y desarrollo de la industria eléctrica es consecuencia directa de investigaciones científicas.¹²⁸ La transición de la electricidad como ciencia experimental a la electricidad como industria de plena utilidad comienza en Europa y los Estados Unidos a partir de la segunda parte del siglo XIX.

¹²⁷ Derry, T. K. y Trevor Williams. *Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (II)*, V Vols., México, Ed. Siglo XXI, 1997, Vol. 3, pp. 902-3.

¹²⁸ *IBÍD.*, p. 893.

La generación eléctrica en México comienza en el decenio de 1880, cuando ya en Inglaterra, los Estados Unidos y Canadá, se construyen las primeras centrales, lo que les permite la distribución de electricidad en alto voltaje. La electricidad, asimismo, pasa de la generación única mediante generadores termoeléctricos a la generación en plantas hidroeléctricas.

EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO EN KW

	1879	1889	1899	1911
MÉXICO	2	938	31 039*	165 000**

Fuente: Elaboración propia con datos de:

* Página electrónica www.energia.gob.mx/frame7html.

** Reséndiz-Néñez, Daniel (Coordinador), *El sector eléctrico en México*, CFE / FCE, México, 1994, p. 254.

Las turbinas eléctricas propician el surgimiento de grandes industrias que le son complementarias. Para el caso de la distribución de la electricidad, surge la industria de cables, de los transmisores o distribuidores la energía eléctrica del lugar de su generación al de su consumo; la industria productora de transformadores; la industria de la producción de aislantes y la industria de las propias bombillas incandescentes. Todo ello convierte a la electricidad en toda una industria de grandes proporciones, pues en la década de 1900 tan sólo el creciente uso de las lámparas eléctricas implica su producción en millones de unidades, propiciando un proceso de desarrollo industrial.

Las compañías eléctricas comienzan a crearse en el decenio 1880, siendo la Edison & Swan United Electric Light Company Limited, la primera, que adquiere el monopolio en los Estados Unidos de la fabricación de lámparas incandescentes. Tales lámparas se instalan en edificios, vagones de trenes, en barcos y en los hogares. De igual modo, la electricidad encuentra aplicaciones en el transporte subterráneo de grandes ciudades como el metro. En el Metro no sólo se emplea la electricidad para su alumbrado, sino para movilizar las locomotoras eléctricas.¹²⁹

¹²⁹ Derry, T. K. y Trevor Williams, *La historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (I)*, 5 Vols., Ed. Siglo XXI, México, 1997, Vol. 3, p. 557.

Las grandes compañías se constituyen bajo los auspicios de los propios fundadores de la industria eléctrica en el mundo: Thomas Edison, Joseph Swan, George Westinghouse, Elihu Thompson, Charles Parsons, Sebastián Ferranti, Werner Siemens, Charles Brown, Walter Boveri, Gustav de Laval, Esher Wyss y Jonas Wenström.¹³⁰

Los países de mayor desarrollo industrial de Europa y los Estados Unidos disponen de recursos financieros y técnicos, y sus empresas son estimuladas a incursionar en la industria de generación y venta de energía eléctrica en países de naciente industrialización.¹³¹ Aprovechan, además, su ventaja en la capacidad de innovación, pues cuentan con recursos humanos con experiencia y calificación, con instalaciones e instrumentos para realizar actividades de investigación y desarrollo, y estructuras gerenciales y organizativas que favorecen la innovación tecnológica.

En México el uso de la electricidad comienza a tener importancia en la década de 1890, sobre todo, para el alumbrado. Su empleo, como fuerza de tracción en tranvías eléctricos, ocurre en 1898. Pero desde la década de 1880 la electricidad es utilizada en el alumbrado público, y sólo hasta finales de los años de 1890 adquiere notoriedad en las actividades industriales. Para finales de esa década hay en el país 65 poblaciones con alumbrado eléctrico público; hay 177 plantas de energía para el alumbrado eléctrico privado, 14 plantas hidroeléctricas y 5 de vapor.¹³² Una de las primeras centrales que operan en el país es la central hidroeléctrica Necaxa (en el Estado de Puebla), con capacidad de 115 000 KW. La capacidad instalada de generación eléctrica en el país, en 1911, es de 165 000 kw, para abastecer básicamente a las principales ciudades del centro y algunas partes del norte de la República.¹³³ Es de observar que mientras en Inglaterra y

¹³⁰ Fajnzylber, Fernando (Selección), *Industrialización e internacionalización en América Latina*, Lecturas de El Trimestre Económico No. 34, FCE, México, 1981, p. 327.

¹³¹ Resendiz-Núñez, Daniel Op. Cit., pp. 252-53.

¹³² Garza Toledo, Enrique y Otros, *Historia de la industria eléctrica en México*, T.I, UAM, México, 1994, pp. 17-19.

¹³³ Resendiz-Núñez, Daniel, Op. Cit., p. 254.

Estados Unidos, la electricidad pronto encuentra aplicaciones en la industria, en México se orienta básicamente a atender la demanda de alumbrado.

El descubrimiento del motor eléctrico es una importante innovación tecnológica, en el contexto de la Segunda Revolución Industrial, con un impacto en la producción dado que permite la aplicación directa de la electricidad en el aumento de la productividad de la fuerza de trabajo empleada en las industrias de bienes de consumo y de capital. El motor eléctrico tiene la ventaja de manejarse en cualquier sitio donde se pueda hacer llegar un cable de conducción eléctrica. Desde principios del siglo XX los diseñadores de máquinas-herramienta incorporan los motores eléctricos como parte integral de la máquina.

La electricidad como energía mecánica es utilizada sin problemas en las nuevas innovaciones tecnológicas, pues en sus primeros estadios de desarrollo no puede competir, en términos de coste, con las máquinas de vapor. La electricidad observa mayor eficacia en el alumbrado público por la existencia de un corto período culminante de consumo tanto en el día como en el año. A partir de 1900 aumenta el uso de la electricidad para tracción, pues las locomotoras eléctricas de nuevo tipo tienen hasta mayor eficacia que las locomotoras de vapor. Un factor importante para el crecimiento de la industria eléctrica es el logro de una capacidad para su generación, distribución y consumo a largo de las veinticuatro horas del día.

En síntesis, el retraso en la incorporación de los ferrocarriles para impulsar el crecimiento industrial, deriva en una desventaja productiva y una brecha tecnológica; tal rezago industrial, que a fines del siglo XIX se encuentra asimilando los avances de la Primera Revolución Industrial, no permite aprovechar oportunamente el empleo de la electricidad y otros avances tecnológicos de la época para impulsar las capacidades productivas de mayor complejidad productiva. Cuando en Estados Unidos se vive el auge de la Segunda Revolución Industrial (SRI), en México se comienzan a impulsar los procesos que caracterizan

a la Primera Revolución Industrial, encimados a los factores tecnológicos de la SRI.

Consecuencias del Efecto retardo

Un efecto del retardo en la construcción de vías férreas y turbinas eléctricas en la economía nacional –como se ha dicho en líneas arriba-, es el retardo mismo para estimular el crecimiento industrial y la integración del mercado, en un contexto de condiciones estructurales de atraso económico y de las manufacturas modernas que con grandes dificultades se abren paso desde la década de 1860. La dimensión interna del atraso representa serios problemas, tanto desde el punto de vista de las causas como de las consecuencias que acarrea para el subsecuente desempeño industrial de nuestro país. Somos de los últimos países occidentales en incorporar el transporte más importante de la época, aun cuando en nuestros ferrocarriles se introduzcan los últimos mejoras tecnológicas, como rieles de acero, frenos de aire y enganches automáticos en los carros.

A diferencia de otros países de Europa, Norteamérica e, incluso, de Latinoamérica (en Argentina, Brasil, Chile y Perú hay más de mil km de vías construidas a principios en la década de 1870), la construcción de ferrocarriles en México tiene lugar durante un largo proceso que no se extiende sustancialmente en cuarenta años, aún cuando la primera concesión se otorga en 1837. En 1877 la red ferroviaria mexicana muestra un considerable retraso, pues apenas cuenta con 570 km, como se observa en el cuadro siguiente.

FERROCARRILES CONSTRUIDOS EN 1877 (EN KILÓMETROS)

Argentina	Brasil	Chile	Perú	México
2 262	2 388	1624	2 030	570

Fuentes: Mitchell (1993), cuadro F1, p. 534; Secretaría de Comunicaciones (1837-1894). Citado por Riguzzi, Paolo. "LOS CAMINOS DEL ATRASO: TECNOLOGÍA, INSTITUCIONES E INVERSIÓN EN LOS FERROCARRILES MEXICANOS, 1850-1900", en Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi (Coordinadores), *Ferrocarriles y vida económica de México (1850-1950)*, El Colegio Mexiquense-FNM-UAM-x, México, 1996. P. 33

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por otra parte, el efecto retardo significa una desventaja productiva y una brecha tecnológica para nuestro país; por el contrario, los países exportadores de capitales, manufacturas y de las propias innovaciones tecnológicas, como los Estados Unidos e Inglaterra, mantienen permanentemente una delantera en los altos niveles de productividad y competitividad en el comercio de los conocimientos y tecnologías, que les permite superávit comerciales y rentas tecnológicas a su favor.

La tecnología ferroviaria se adopta y financia en México, al igual que en el resto de Latinoamérica, a través de empresas y capitales extranjeros; y las pequeñas líneas que se enlazan a las líneas troncales se construyen con inversiones nacionales y con recursos de los gobiernos de los estados. Este fenómeno, común en el siglo XIX en la mayoría de los países, se da porque sólo unos cuantos países tienen capacidad de financiar internamente su red ferroviaria, y con exclusión de Gran Bretaña, todos dependen en una primera etapa de la importación del equipo rodante. Por tanto, la difusión de ferrocarril en México, se organiza de acuerdo a los ritmos de la inversión extranjera proveniente de los países que tienen un nivel de desarrollo más avanzado. En Estados Unidos, donde las empresas ferroviarias son exclusivamente nacionales, la dependencia con respecto a la tecnología británica es considerable hasta el decenio de 1870, después del cual los norteamericanos logran asimilar y generar capacidades tecnológicas propias para la construcción de furgones, aprovechando las ventajas en la fundición del acero y del empleo de la electricidad.

La adquisición de turbinas generadoras de electricidad en México se da en la etapa casi inmediata en que comienzan a comercializarse en Europa y los Estados Unidos. Por tanto, no hay aquí un efecto marcado de retraso de su empleo en la producción industrial. No obstante, lo hay en cuanto a la construcción de las centrales tanto termo como hidroeléctricas, que es lo que determina un efecto multiplicador para difundir el proceso de industrialización con independencia de la cercanía de las fuentes tradicionales de energía mecánica, como las turbinas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

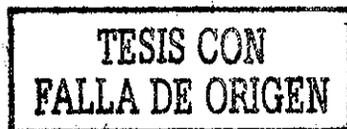
hidráulicas y los motores de vapor. Cuando se dispone del carbón mineral como combustible y del ferrocarril para transportarlo en grandes cantidades y a grandes distancias, se abarata la generación eléctrica y principia su empleo a gran escala en el alumbrado (lámparas de arco de los faros) y en las industrias, con los consecuentes encadenamientos productivos.

En el decenio de 1870 comienzan a construirse las primeras centrales termoeléctricas en Francia e Inglaterra. En América, la primera instalación hidroeléctrica se construye en 1886, en Niágara, Canadá. A fines del siglo XIX la construcción de estas instalaciones son las que permiten una oferta de energía eléctrica en grandes cantidades, difundándose hacia un gran número de países.¹³⁴

Con las centrales eléctricas, se demandan complejas capacidades tecnológicas para la distribución distante, hasta el lugar de consumo, de la energía; comienza la producción de los metales de alta conductibilidad (cobre, principalmente) y de aislantes de porcelana y de caucho. Desde 1880 hay en los países avanzados toda una industria de la construcción de conductores, transformadores, bombillas y de otros insumos.

El desarrollo de la industria eléctrica en Europa y los Estados Unidos está estrechamente ligada al desarrollo de las comunicaciones de telegrafía (desde la década de 1830) y telefonía (desde la década de 1870); en México estos eventos ocurren con retraso, pues el tendido de líneas telegráficas va junto a las líneas ferroviarias. En 1878 en Inglaterra se crea la primera compañía telefónica; y cuando en Inglaterra y otros países se difundía la telegrafía sin hilos, en nuestro país se tendían junto a las vías los cables telegráficos.

¹³⁴ Derry, T. K. Y Trevor I. Williams. *Historia de la tecnología. Desde 1750 hasta 1900 (II)*, V VOLS., México, ED. SIGLO XXI, 1992, Vol. 3, p. 908.



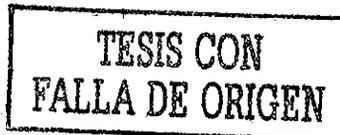
La electricidad no sólo encuentra aplicaciones en la industria como alumbrado sino como fuerza mecánica. En 1888 se diseña en Estados Unidos el primer motor para corriente alterna. De igual modo, a finales del siglo XIX comienza la aplicación de la electricidad a la tracción y al transporte. Para esos años los diseñadores de máquina-herramientas incorporan los motores eléctricos como parte integral de la máquina. Pero también la electricidad encuentra enormes posibilidades de aplicación en la electroquímica. Se trata de las amplias aplicaciones de la energía eléctrica.

Pero en los primeros decenios de su surgimiento, la electricidad sólo tiene importancia productiva en países que han alcanzado altos niveles de industrialización, como Alemania, Inglaterra y los Estados Unidos, pues se utiliza sin problemas en nuevas ramas de la tecnología, cuando aún no puede competir con las máquinas de vapor. El uso de la electricidad para el alumbrado se caracteriza por la existencia de un corto período culminante de consumo tanto en el día como en el año: el consumo medio no pasa de un diez por ciento de la capacidad total, lo que significa que las instalaciones para la producción a gran escala son demasiado costosas como para ser construidas con rapidez. A partir de 1900 el aumento en el uso de la electricidad para tracción (donde las locomotoras eléctricas de nuevo tipo tienen mayor eficiencia respecto a las locomotoras de vapor) determina la difusión del consumo de electricidad a lo largo de las veinticuatro horas del día.¹³⁵

ENCADENAMIENTOS PRODUCTIVOS

Partimos de la consideración de que la construcción de ferrocarriles y de turbinas eléctricas en México, entre 1880 y 1910, no generan encadenamientos productivos con otras ramas de la producción nacionales que dinamicen e involucren al conjunto de la economía nacional en un crecimiento endógeno y autosostenido, y de largo alcance, aun cuando sí incrementan las capacidades

¹³⁵ Derry, T. K. y Trevor I. Williams, Op. Cit., p. 936.



productivas del país. La industrialización fortalece principalmente el crecimiento de las industrias de bienes de consumo final, pero no consolida la del sector de medios de producción.

La industria siderúrgica

En México los ferrocarriles se construyen no como consecuencia de un proceso avanzado de industrialización, sino con el fin de estimularlo, pues la economía aún conserva importantes vestigios de precapitalismo colonial, y hasta mediados del siglo XIX las manufacturas modernas se encuentran en una etapa de gestación y desarrollo.

Dado que la construcción de ferrocarriles demanda insumos industriales intermedios que básicamente son proporcionados por el sector de bienes de producción, particularmente por el de la siderurgia, empezaremos por conocer el estado de nuestras fundidoras antes de la construcción de los caminos de hierro en México. La construcción de ferrocarriles implica la existencia de un desarrollo industrial en diversas ramas de la economía, principalmente el de la industria siderúrgica que abastezca las necesidades de ingeniería, carbón, maquinaria, agua y madera, entre otras. Pero también, implica la existencia de sectores productivos que demandan el transporte de ferrocarriles para movilizar sus mercancías e integrar el mercado nacional.

La realidad es que en México, hasta el decenio de 1890, las fundidoras se encuentran en una etapa básicamente de madera, imposibles de proveer insumos de hierro y acero en gran escala. A principios del siglo XIX operan modestas ferrerías que se alimentan de chatarra y de depósitos de mineral de fierro fáciles de explotar; paulatinamente se introducen la forja catalana y sopletes movidos por ruedas hidráulicas; posteriormente se sustituyen por cilindros de doble acción; finalmente se adoptan los cilindros de cúpula con los que se fabrica hierro

maleable y acero, y se fabrican cilindros para laminar y estirar.¹³⁶ En el decenio de 1860, cuando se retomaron los proyectos de construcción de vías de ferrocarril, el hierro se sigue produciendo artesanalmente, alimentados por pequeñas máquinas de vapor, con leña, carbón vegetal y agua como combustibles y fuerza motriz. Muchos talleres realizan su fundición en sólo dos o tres meses al año, de acuerdo a la disponibilidad de agua y leña. Por tanto, no es posible ni siquiera fabricar industrialmente los instrumentos tecnológicamente más sencillos que requieren procesos productivos intensivos de trabajo y de manualidad, como palas, hachas, barrenas, mazos, partidores, que tienen que ser encargados a artesanos que los producen en pequeñas e insuficientes cantidades, como es de esperarse. Esta producción artesanal de fierro es empleada apenas en la construcción de productos sencillos como espuelas de montar, fierros de ganado, camas de hierro y útiles mineros empleados en ciertas zonas.

Para el tendido de vías, la madera nacional no es empleada de modo inmediato en estructuras como durmientes y herramientas, aun cuando hay bosques en abundancia. El problema reside en que no se cuentan con máquinas para aserrar ni se conoce la técnica para fabricar partes de madera y herramientas. Por ello, en una primera etapa resulta más barato y rápido importarla de Estados Unidos. En 1882 la línea en construcción del Ferrocarril Central entre San Luis Potosí y Tampico cruza por bosques que pueden proporcionar durmientes, pero faltan máquinas para aserrar.

Por otra parte, durante la construcción del primer tramo de ferrocarril, el de Veracruz-El Molino en 1850, es escasa o nula la experiencia de trabajadores y técnicos, pues es pobre el desarrollo industrial en ramas manufactureras como la del hierro, dado que han sido importadas de Europa.

¹³⁶ Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957, p. 377.

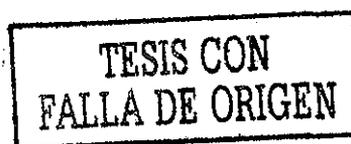
La situación es tal que la construcción de clavos empieza en la última década del siglo XIX, mientras que el primer puente metálico es construido en 1883.¹³⁷ En 1890 se incrementa la demanda de artículos de hierro y acero para las vías férreas, junto a la de piezas para la construcción de edificios, de clavos, de metal en láminas de uso común, para las tuberías de agua, las llantas de carro, los ejes y otros. Para atender estos requerimientos, grandes grupos financieros se organizan para empezar una etapa de construcción de grandes fundiciones industriales, como la Compañía Altos Hornos de México, en Puebla.¹³⁸

Entre 1890 y 1903 comienzan a operar los modernos complejos industriales metalúrgicos y siderúrgicos, teniendo como centro regional la ciudad de Monterrey. En 1900 ya se han establecido seis fundiciones, y cinco años después el número de fundiciones sobrepasa el medio centenar. La siderúrgica más importante es la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A., y empieza a producir acero en 1903. Esta Compañía funde en 1903 22 mil toneladas de hierro y 9 mil lingotes de acero; pero en 1911 la producción es de 71 mil y 85 mil, respectivamente.¹³⁹ La Fundidora de Monterrey es considerada la primera en su género en América Latina, pues opera totalmente integrada, manejando todos los aspectos de la producción, desde la extracción del mineral hasta el laminado de las mercancías terminadas. El mineral de hierro es reducido y convertido en lingotes en un alto horno capaz de procesar mil toneladas diarias de mineral. La empresa posee, además, laminadoras, grúas, y demás maquinaria requerida para producir una gran variedad de productos terminados de acero para la construcción materias primas industriales para ferrocarriles, puertos, obras públicas y productores en general. Con ello se abastece una buena parte de las necesidades de la industria pesada local, sobre todo, de rieles y accesorios, cuya producción representa el 50 por ciento del total, entre 1910 y 1912. No obstante, buena parte de su capacidad instalada se mantiene ociosa.

¹³⁷ Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi (Coordinadores), *Ferrocarriles y vida económica en México (1850-1950)*, El Colegio Mexiquense, FNM-UAMX-1996, pp. 46-47.

¹³⁸ Cosío Villegas, Daniel, *Op. Cit.*, p. 378.

¹³⁹ *ÍBID.*, pp. 380-81.



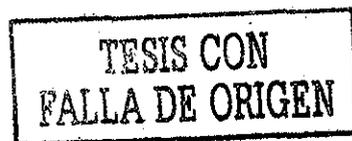
Con las plantas siderúrgicas aumenta el uso de los minerales industriales como el hierro, carbón de piedra, cobre y otros, y pierden predominancia las explotaciones de plata y oro.

La industria pesada inicia su desarrollo en la región noreste del país, teniendo como centro la ciudad de Monterrey, región que aporta más del 90 por ciento del total de la producción industrial de la región. La producción en estas industrias es intensiva en capital. El desarrollo industrial de esta región amerita algunas líneas, pues en ella tienen lugar los primeros procesos de encadenamientos productivos verticales que se potencian con la construcción de vías férreas.

A los antecedentes históricos de la región norte y noreste, se deben considerar otras situaciones fundamentales: la frontera con los Estados Unidos y la construcción de los ferrocarriles. Los ferrocarriles construidos entre 1882 y 1888 forman dos nudos fundamentales en el territorio que se vuelca sobre el Golfo: la comarca lagunera (Torreón) y Monterrey, con lo que se termina de unir el espacio mexicano con la economía estadounidense. Con estos tentáculos de acero se acentúa la unificación con el estado de Texas, que en 1895 cuenta con 15 mil km de vías férreas; se conecta el norte de México con la porción central de Estados Unidos; y se anudan fuertes lazos entre el norte de México y el noreste de Estados Unidos, escenario donde se realiza la segunda revolución industrial.¹⁴⁰

Las regiones de Texas, Tamaulipas y Nuevo León tienen impulso desde la segunda mitad del siglo XVIII. La situación de aislamiento de aquel siglo y gran parte del XIX les permite el contrabando de mercancías; con las Reformas Borbónicas de finales del siglo XVIII se impulsa la colonización; mientras que con la Guerra de Independencia el comercio no se detiene porque venden mercancías a insurgentes y realistas. La separación de Texas, en 1836, también les trae

¹⁴⁰ Cerutti, Mario, "ACTIVIDAD ECONÓMICA Y GRUPOS EMPRESARIALES EN EL NORTE DE MÉXICO A COMIENZOS DEL SIGLO XIX. EL EJE CHIHUAHUA/LA LAGUNA/MONTERREY", en Rojas, Beatriz (Coordinadora), *El poder y el dinero. Grupos y regiones mexicanos en el siglo XIX*, Instituto Mora, México, 1994.



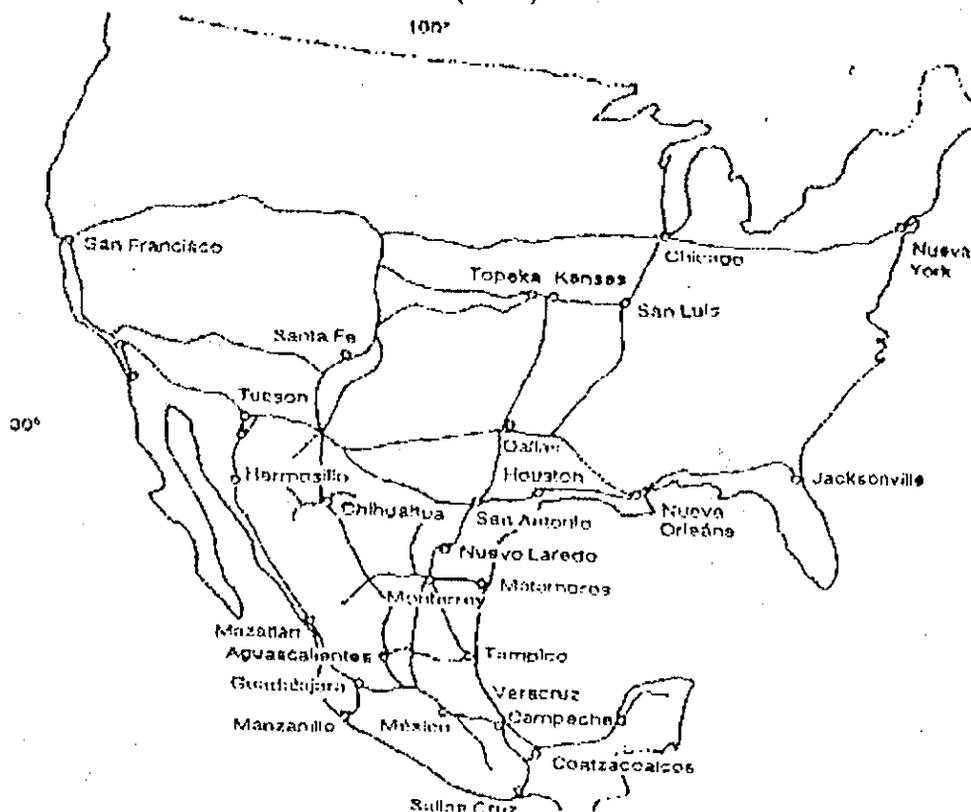
beneficios económicos, pues se importan bienes más baratos a cambio de oro y plata; también la Guerra México-EEUU los fortalece comercialmente por la interrupción del comercio de Veracruz con la Ciudad de México. Los empresarios de esa región se benefician del caudillo Santiago Vidaurri, pues controla el noreste de México de 1855 a 1865, afianzando al sector de los comerciantes, dado que entre 1858-1867 se abren nuevos puntos fronterizos y se establece una zona de libre comercio. De igual modo se benefician de la guerra civil de EEUU gracias a la venta de algodón y de armas hacia México procedentes de los estados confederados, controlada por los comerciantes regiomontanos, con lo que se acumulan grandes cantidades de capital basado en una economía de guerra (por el tráfico de armas). Se trata de un grupo de mercaderes-prestamistas surgidos en la era de Vidaurri (1855-1865) que con los capitales acumulados, fundan empresas comerciales.¹⁴¹ Bajo estas circunstancias históricas la región del noreste se sirve del auge ferroviario de 1880-1910.

En estas condiciones, la construcción de ferrocarriles en esa región del país tiene un impacto multiplicador en el conjunto de las actividades productivas. Los tramos vertebrales de vías férreas apuntan hacia la frontera norte donde se fusionan con los que bajan de Estados Unidos, y la región del norte absorbe el mayor número de km construidos del sistema; mientras que el acceso desde el norte se realiza por Paso del Norte, Piedras Negras, Nuevo Laredo y Matamoros. Las dos líneas más extensas del sistema (Central y Nacional) llegan a la Ciudad de México desde los Estados Unidos, articulando el norte con el centro más poblado del país. Con las vías férreas, la parte centro-oriental del norte se facilitan los vínculos con las áreas de mayor crecimiento económico y poblacional de América del Norte que se encuentran en Texas. Los centros nodales de Torreón-Comarca Lagunera, Monterrey, Aguascalientes y San Luis Potosí atraen ramales horizontales de gran importancia, que junto a ramales menores, todos los rieles tendidos cumplen en un buen número de casos una función dinamizadora de la actividad económica en

¹⁴¹ Collado, María del Carmen. "EMPRESARIOS Y REGIONES: MONTERREY Y LA CIUDAD DE MÉXICO, UNA ACERCAMIENTO HISTÓRICO", en Rosales Ortiz, Rocío, *Globalización y regiones en México*, UNAM-PORRÚA, México, 2000, pp. 77-98.

donde se sitúan comarcas específicas productoras de minerales (plomo, hierro, cobre, plata, oro), forestales, carboníferas y algodoneras (fibras y semilla). San Luis Potosí y Aguascalientes se unen al puerto de Tampico; Torreón y Monterrey integran un tejido orientado hacia el norte, además, se integran a Durango, a Saltillo y Monterrey hacia Tampico y hacia el golfo en general.¹⁴²

INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS FERROVIARIOS DE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS (1910)



Fuente: Ceruti, Mario. "FERROCARRILES Y ACTIVIDAD PRODUCTIVA EN EL NORTE DE MÉXICO, 1880-1910" en Caro García, Concepción, Enrique Rajchemberg Sznajer y Otros, *Historia Económica de México I*, Paquete de Lecturas, Facultad de Economía-UNAM, México, 1999. Mapa VIII.1, p. 236.

El resultado es un movimiento comercial exterior con predominancia de las regiones del Golfo y del Norte. Las exportaciones en la región del Golfo pasan del 48.2 por ciento al 30.9 por ciento en los períodos de 1888-89 y 1910-11, respectivamente; mientras que las exportaciones de la región Norte pasan del 35.6

¹⁴² Ceruti, Mario. "FERROCARRILES Y ACTIVIDAD PRODUCTIVA EN EL NORTE DE MÉXICO, 1880-1910" en Caro García, Concepción, Enrique Rajchemberg Sznajer y Otros, *Historia Económica de México I*, Paquete de Lecturas, Facultad de Economía-UNAM, México, 1999, pp. 234 y ss.

al 57.5, en los mismos períodos. Las regiones del Pacífico Norte y Sur quedan al margen de la integración productiva con el resto del país.

En consecuencia, los ferrocarriles, además de ligar sectores y regiones decisivos de la economía mexicana a la de Estados Unidos, contribuyen a articular el propio mercado interior que, desde los últimos años del siglo XIX, empieza a adoptar perfiles de mercado nacional.

La construcción de equipo y furgones ferroviarios

Con la fundación de las empresas siderúrgicas, las empresas de construcción de las líneas férreas pueden disponer de la capacidad local para reconstruir sus líneas, reparar equipo, fabricar carros y locomotoras así como la maquinaria para sus procesos productivos, todo en respaldo de sus servicios básicos como transportista; se trata de un soporte industrial para garantizar el transporte. La capacidad para fabricar bienes es no sólo del ferrocarril sino de buena parte de los sectores industriales de punta; la firmas textiles, que al principio producen su propia maquinaria, ceden a la creciente especialización e interdependencia industrial.

PRODUCCIÓN DE EQUIPO FERROVIARIO EN MÉXICO, 1899-1950

Años	Carros	Coches cabús	Locomotoras vehículos	Total de carga y express
1899	24	-	-	24
1900-1904	146	27	-	173
1905-1909	210	2	-	212
1910-1914	196	2	3	201

Fuente: Guajardo Soto, Guillermo. "HECHO EN MÉXICO: EL ESLABONAMIENTO INDUSTRIAL 'HACIA ADENTRO' DE LOS FERROCARRILES, 1890-1950", en Kuntz Ficker, Sandra Y Paolo Riguzzi, Op. Cit., El cuadro no se presenta completo.

La construcción de equipo ferroviario en México prácticamente empieza a principios del siglo XX, siendo más importante la producción de carros, cuyo mayor monto se da entre 1905 y 1909 (ver cuadro anterior). La producción de locomotoras apenas llega a tres unidades entre 1910-1914.

Esta producción débil, incipiente y tardía de carros y locomotoras impulsa, no obstante, un proceso inicial de integración productiva que se da en el interior de las compañías ferroviarias, pues en México no hay fábricas independientes o sectores especializados con autonomía industrial que establezcan una relación de interdependencia. De tal modo que la producción local en los Ferrocarriles Nacionales de México, entre 1908 y 1914, sólo equivale al 4.5 por ciento de los carros adquiridos por la compañía y a 2.5 de los coches; se construyen 2 locomotoras, se importan 13. Las importaciones del material ferroviario cubren más del 90 por ciento de las adquisiciones de nuevas unidades.

Las principales compañías de ferrocarril desarrollan algunas líneas de producción de refacciones y de reconstrucción de equipo rodante en México gracias a una planta de talleres ferroviarios establecidas en diversas ciudades del país. Pero la producción más importante de accesorios de ferrocarril se efectúa en las empresas de tamaño mediano y pequeño, pues faltan materiales adecuados de producción, habiendo un alto costo de los importados, limitada disponibilidad de mano de obra calificada y la falta de un empresariado orientado a la metal-mecánica.¹⁴³

Como consecuencia de la relación de dependencia de equipo ferroviario importado de Inglaterra y Estados Unidos y del origen externo de las inversiones, los recursos se fugan al exterior; y con ello, las posibilidades de fortalecer el sector de bienes de producción en México. Por ejemplo, los insumos importados del Ferrocarril Central Mexicano, en 1900, alcanzan casi el 48 por ciento como porcentaje del total de los costos de operación; mientras que el porcentaje más bajo de tales insumos no es menos del 25 por ciento, en 1905. Ello considerando un período de 1891 a 1906.¹⁴⁴

¹⁴³ Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi Op. Cit., pp. 236-37.

¹⁴⁴ Coatsworth, John, Op. Cit. Ver Cuadro VIII.7. de la página 201.

Por otra parte, los ferrocarriles permiten el desarrollo del sector primario-exportador, sector que pocos efectos de arrastre tiene en el conjunto de la economía.¹⁴⁵ Los ferrocarriles refuerzan la ventaja comparativa de México en la producción de minerales y –en menor medida- de fibras, sectores de producción de bienes primarios que crecen aceleradamente atendiendo la creciente demanda externa de los mismos. En el Ferrocarril Central Mexicano, para citar un caso, la transportación de minerales y fibras aumenta 75 veces entre 1885 y 1908. Otras cargas aumentan poco más de 10 veces. En general, el volumen de carga transportada por ferrocarril crece a una tasa promedio superior a 10 por ciento, entre 1884 y 1911.¹⁴⁶ Por ello, es de esperar que el sector exportador de la economía crezca más rápidamente que los sectores que producen para el mercado interno.

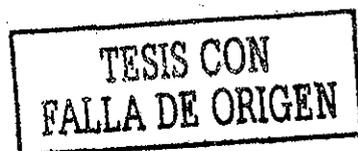
La integración de la red ferroviaria con los sectores productivos

La red de ferroviaria se extiende a lo largo de 22 estados. A principios del siglo XX, las líneas de cuatro compañías principales de ferrocarril, que representan 7 mil km, enlazan a 231 unidades productivas, entre haciendas, fábricas, depósitos y minas. Son 30 los enlaces con las haciendas, de un total de 8 mil 101, es decir, apenas se encadenan con el 5 por ciento del total. Esto ilustra que una gran cantidad de unidades agrarias siguen dependiendo del acarreo tradicional. Excepto dos regiones de exportación intensiva, la región yucateca del henequén y la región norte-centro-oriental tributaria de Monterrey, que abarca desde Tampico hasta Torreón y La Laguna.¹⁴⁷ En la región de La Laguna tiene auge el cultivo de algodón; las actividades mineras tienen auge en Durango y Chihuahua; mientras que Tamaulipas se vuelve el centro de la explotación y exportación petrolera más importante del país.

¹⁴⁵ Las incrustaciones de desarrollo (que ocurren en sectores primarios de la economía como minerales y agricultura) es que estos productos salen de un país sin dejar rastro en el resto de la economía; pero sí puede financiar importaciones que pueden llegar a ser agentes poderosos del desarrollo. Ver Hirschman, Albert O., *La estrategia del desarrollo*, FCE, México, 1981, p. 115.

¹⁴⁶ Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi, Op. Cit., p. 83

¹⁴⁷ IBÍD., p. 68.



Las líneas troncales del sistema de transportes de ferrocarril no se complementan adecuadamente con la construcción de ramales, tramos secundarios y enlaces; faltando la integración modal con caminos y carreteras. Se trata de las líneas alimentadoras, que sólo se construyen cuando se orientan a la explotación de minerales, como en el caso de las regiones Norte y Noroeste del país. Por lo tanto, en la mayoría de las regiones del país siguen empleándose los caminos y el transporte con bestias, que son los medios de complemento indispensables para que el ferrocarril transportara los productos de los campos y las minas en una zona de más de 100 km de distancia a cada lado de la línea.

Para 1907, el 85 por ciento de la piedra mineral es transportada para la exportación; mientras que el 95 por ciento de los materiales de la construcción y el 100 por ciento de la sal tienen como destino el mercado interno. Se trata de artículos de muy bajo valor unitario y de nula o escasa complejidad tecnológica; al contrario de los metales elaborados, los que en un 70 por ciento se destinan a la exportación.¹⁴⁸

Cuando inicia la construcción más intensa de ferrocarriles, en el país no hay el personal calificado para operar sus máquinas, como gerentes, superintendentes, ingenieros, jefes de tráfico, jefes de talleres y hasta maquinistas, entre otros. En México no existen instituciones de enseñanza técnica que atiendan la demanda de personal calificado para su empleo en los ferrocarriles. La Escuela Nacional de Ingeniería se había fundado apenas en 1883, mientras que las escuelas de ferrocarriles se fundan hasta 1908. Por tal razón, en la mayor parte del Porfiriato el personal operario es de origen extranjero. Se estima que en 1905 hay 20 mil trabajadores norteamericanos; 5 mil británicos y otros 11 mil extranjeros e inmigrantes (entre asiáticos y afroamericanos), residentes en México.¹⁴⁹

¹⁴⁸ IBÍD., pp. 265-66.

¹⁴⁹ BROWN C. JONATHAN, "TRABAJADORES NATIVOS Y EXTRANJEROS EN EL MÉXICO PORFIRIANO", en *Siglo XIX, Cuadernos de Historia*, Monterrey, México, Instituto de

Pero aun cuando se contara con personal nacional calificado, las empresas constructoras de ferrocarriles (que en su mayoría son empresas extranjeras) no otorgan iguales oportunidades para mexicanos y extranjeros en la ocupación de los puestos de maquinistas y furgoneros, menos aún de dirección; se trata de una discriminación contra los operadores de nuestro país, excepto para desempeñar tareas elementales como abrir brechas, nivelar el terreno, y tender y afianzar la vía. Los agentes directos de transferencias de destrezas, los trabajadores extranjeros, no cooperaron, pues siempre presionaban para mantener relegados a los trabajadores mexicanos en niveles inferiores.¹⁵⁰

No obstante, los obreros mexicanos aprenden con rapidez la tecnología. Desde el decenio de 1900 los trabajadores extranjeros temen ser desplazados por mexicanos, pues cuando a éstos se les otorgan ascensos resultan ser buenos mecánicos como los de otros países siempre y cuando se seleccionen bien. Cuando estalla la Revolución muchos mexicanos han ascendido a jefes de línea, a superintendentes de división en los tranvías; son contratados como maquinistas, fogoneros, guardafrenos y conductores, pues cuentan con habilidades técnicas y gerenciales para manejar todo el sistema ferroviario. Con el tiempo algunos patrones llegan a considerar a los mexicanos como trabajadores satisfactorios. Poco a poco los mexicanos van desplazando a los extranjeros en los puestos de trabajo.¹⁵¹

Los ferrocarriles excluyen del desarrollo al medio rural. Hasta bien entrado el siglo XX, el campo mexicano se compone de pueblos pobres en donde el 93.1 por ciento, no tiene acceso al ferrocarril; 96.5 por ciento, a tractores; 95.8 por ciento, a los telégrafos; 98.9 por ciento, sin ingenieros; 97.8 por ciento, sin médico; 90.1 por ciento, sin hojalatero; y el 54.3 por ciento no dispone de arados de acero. Para 1880, la vinculación de los ferrocarriles con las haciendas y la ampliación del

Investigaciones Dr. José María Luis Mora y Facultad de Filosofía y Letras de la UANL, Año III, Número 9, mayo-agosto de 1994, p. 9.

¹⁵⁰ IBÍD., p. 17.

¹⁵¹ Brown C. Jonathan, Op. Cit., pp. 22-26.

mercado interno no se traduce en la inversión masiva de nuevas técnicas productivas, sino en una intensificación de la explotación de la mano de obra rural, que en algunos casos adquiere formas de trabajo semiesclavizada. La vinculación de los ferrocarriles con las haciendas y la ampliación de los mercados implica la intensificación de la explotación de la mano de obra rural, en combinación con una agricultura de exportación basada en formas de trabajo semiesclavistas, como en el caso de Yucatán¹⁵²

Pero las exportaciones mexicanas de materias primas pasan de representar un 14.6 por ciento, en 1877-1878, a un 43 por ciento en 1910-1911; mientras que la exportación de metales precios disminuye su preponderancia, pues de representar el 79 por ciento, en el mismo período, disminuyen a un 46 por ciento.¹⁵³

Las turbinas eléctricas

Hasta 1910 la electricidad tiene en México mayores aplicaciones como alumbrado público y de establecimientos fabriles y comerciales, mineros y en menor medida como fuerza mecánica aplicada directamente en la producción industrial, una vez que los motores eléctricos forman parte integral de la máquina. En consecuencia, la electricidad tiene en la industria nacional principalmente un efecto horizontal, pues el incremento de su consumo no trae consigo el establecimiento en el país de nuevas industrias dedicadas a la producción de insumos para este sector, por lo que las turbinas y sus insumos se importan del exterior.

Por otra parte, la electricidad aplicada como fuerza mecánica es incorporada fundamentalmente para modernizar los sectores orientados a la exportación y a los que producen bienes de consumo final orientados al mercado interno. Los motores eléctricos en la minería, por ejemplo, permiten hacerla más productiva y rentable, pues proporciona grandes ahorros al reducir los costos de energía por

¹⁵² Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi, Op. Cit. , pp. 263-64.

¹⁵³ Ver cuadro 2.1 en Hansen, Roger D., *La política del desarrollo mexicano*, Siglo XXI, México, 1978, p. 23. Este autor denomina a este rubro "Bienes de producción no durables **".

caballo de fuerza. Se aplica en la fabricación de una gran cantidad de bienes de consumo, como en materiales de construcción, cigarros y puros, productos de hierro y acero, ladrillos, hielo, jabón, en los molinos de harina; en la producción de hielo; en la refinación de azúcar; en el empacado de carnes, llantas de automóvil, zapatos, muebles, productos químicos, hule, alcoholes y cerveza.¹⁵⁴ De igual modo, las turbinas eléctricas mecanizan la industria de envases de vidrio, dada la introducción de máquinas automáticas de origen americano. En sus inicios, la producción de energía eléctrica se desarrolla dentro de las minas y empresas particulares como un elemento más de la organización técnica del trabajo, como medios de producción privados.¹⁵⁵

En la industria textil la electricidad permite la renovación de la maquinaria para hilar con nuevos telares y husos de alta velocidad, empleando menor cantidad de mano de obra. El resultado es el aumento de la productividad por trabajador, elevando el coeficiente producto-trabajo, gracias a un mayor uso de maquinaria eléctrica. Este proceso conduce a la disminución de los tejedores manuales y de las pequeñas empresas carentes del capital para introducir la nueva maquinaria con motores eléctricos integrados.

Para el decenio de 1880, la demanda de electricidad para consumo público y privado (comerciales y particulares) es satisfecha con el sobrante de las plantas industriales mineras y textiles. En ese decenio se instalan en la Ciudad de México y en otras grandes ciudades lámparas incandescentes para el alumbrado público.¹⁵⁶ Como ocurre en otros países de Europa y los Estados Unidos decenios atrás, en México a partir de 1900 la electricidad es empleada en los transportes de tranvías eléctricos. En 1906 hay 264 kilómetros de vías eléctricas. La electricidad aplicada a los tranvías eléctricos hace más productivo el trabajo de sus operarios,

¹⁵⁴ Así por ejemplo, en las fábricas de cigarros de la Ciudad de México y Guanajuato, el 70% de su equipo mecánico es eléctrico; y cerca del 85% del papel es producido en fábricas que usan sólo fuerza eléctrica. Ello deriva en un aumento de la productividad en todas las ramas de la producción tanto industriales como extractivas. Ver Garza, Gustavo, Op. Cit., p. 121.

¹⁵⁵ Garza, Gustavo, *El proceso de industrialización en la ciudad de México, 1821-1970*, El Colegio de México, 1985, p. 113.

¹⁵⁶ Garza, Gustavo, OP. CIT., P. 118.

y emplea menos personal que en el transporte de vías movidos con máquinas de vapor.

La formación de empresas de generación de electricidad apoyadas en la capitalización de las fuentes de energía y de las concesiones que se adquieren a costos muy bajos, comienzan a constituirse en el decenio de 1880. En 1911 hay más de 100 empresas de luz y fuerza motriz de capital extranjero de origen británico, canadiense y norteamericano que operan en las grandes concentraciones industriales, mineras y urbanas. Las empresas que se constituyen en este período, lo hacen para proporcionar el servicio de electricidad —ya sea para empresas industriales o para el alumbrado público y doméstico— introduciendo desde el exterior las turbinas eléctricas (ver cuadro).

COMPAÑÍAS DE LUZ Y FUERZAS ELÉCTRICAS REGISTRADAS EN MÉXICO ENTRE 1887 y 1911

Compañías		Capital
Cía. Anónima de Alumbrado de Puebla	1897	100 000.00
Cía. Nacional de Luz Eléctrica	1892	200 000.00
Cía. de Luz y Fuerza Motriz Eléctrica	1892	100 000.00
Cía. de Transmisión Eléctrica de Potencia del Edo. de Hidalgo	1894	380 000.00
Guanajuato Power Company	1896	3 000 000.00
Cía. Eléctrica e Irrigadora de Hidalgo	1897	100 000.00
Cía. Explotadora de San Idefonso	1897	
Cía Mexicana de Electricidad	1898	
Cía. De Tranvías, Luz y Fuerza de Puebla	1902	
Cía. Eléctrica Potosina	1902	70 000.00
Cía. Mexicana de Luz y Fuerza	1902	50 000.00
Cía. De Ferrocarriles Eléctricos de Tampico	1902	155 000.00
Cía. Industrial El Oro	1903	175 000.00
Cía Hidroeléctrica Queretana	1898	500 000.00
Cía. Eléctrica de Aguascalientes	1904	500 000.00
Michoacán Power Company	1904	1 000 000.00
Cía. De Luz y Fuerza Eléctrica de Campeche	1907	250 000.00
Cía. De Tranvías y Fuerza de Guadalajara	1907	3 000 000.00
Cía. De Luz y Fuerza del Istmo de Tehuantepec	1908	525 000.00
Veracruz Eléctric Light Power Company and Traction Co.	1908	2 500 000.00
Cía. Hidroeléctrica del Río Alameda	1909	2 000 000.00
Santiago River Power Company	1909	100 000.00
Cía. De Luz y Fuerza de Campeche	1910	250 000.00

**COMPAÑÍAS DE LUZ Y FUERZAS ELÉCTRICAS REGISTRADAS EN MÉXICO
ENTRE 1887 y 1911
(Continuación)**

Compañías	Capital
Cía. Hidroeléctrica Irrigadora de Chapala	1910 14 000.00
Cía. De Luz y Fuerza de Pachuca	1910 4 000 000.00
Cía. Eléctrica de Zacatecas	1910 300 000.00
Cía. Tabasqueña Automotriz	1910 250 000.00

Fuente: Rafael Arizpe, *El alumbrado público en la Ciudad de México*, Tip. y Lit. La Europa, México, 1990. Citado por De La Garza Toledo, Enrique, Javier Melgoza y Otros. *Historia de la industria eléctrica en México*, UAM-Iztapalapa, México, 1994. P. 22.

La creciente demanda de electricidad para el alumbrado propicia el surgimiento de los primeros monopolios en la fabricación de lámparas de carbono en Inglaterra, y también sobre las fábricas de lámparas eléctricas. Se vive la sustitución paulatina del alumbrado de gas por el alumbrado eléctrico en países como Inglaterra, Francia y los Estados Unidos.

La introducción en México de las turbinas eléctricas, en el decenio de 1880, comienza como un proceso de compra de las plantas eléctricas, es decir, de la tecnología como capacidad productiva, por las propias empresas mineras y textiles a las empresas proveedoras extranjeras. Pero al aumentar la demanda, se constituyen empresas con fuerte inversión extranjera, que se convierten en productoras y distribuidoras del servicio de energía eléctrica en el país. En estas condiciones, no se desarrolla un sector industrial al que suministre insumos productivos como acero, cobre, aislantes, transformadores y hasta los postes de tensión; es decir no integran una industria nacional que desarrolle capacidades propias de producción de turbinas generadoras de electricidad. Entre 1890 y 1905, las pequeñas empresas mexicanas que venden electricidad a las poblaciones y a las capitales de los estados son desplazadas por las corporaciones multinacionales de origen anglocanadiense, estadounidense y alemán en la generación, distribución y venta de la energía. Entre 1900 y 1930, la inversión alemana tiene el liderazgo en la comercialización de los equipos eléctricos.

La sustitución de los inversionistas privados nacionales por los extranjeros es favorecido por el dominio tecnológico de la electricidad que poseen los empresarios tanto norteamericanos como canadienses, lo que les permite comercializar directamente sus innovaciones, y obtener grandes ganancias económicas.¹⁵⁷ Se constituyen en empresas monopólicas que controlan la producción de los metales de mejor conductibilidad (cobre), de los materiales aislantes y de las propias bombillas incandescentes para el alumbrado. El empleo creciente nacional de la energía eléctrica favorece un proceso de industrialización en profundidad en los países que poseen el dominio tecnológico.

El desplazamiento de la inversión nacional por la extranjera obedece a la falta de recursos financieros y técnicos en el país; pero también por el empeño de los inversionistas extranjeros por incursionar en la industria de generación y venta de energía eléctrica en países como el nuestro, con una débil e incipiente capacidad productiva e industrial.¹⁵⁸ Las empresas transnacionales cuentan con capacidad de innovación tecnológica, pues tienen personal con experiencia y calificación, con instalaciones e instrumentos para realizar actividades de investigación y desarrollo; y con estructuras gerenciales y organizativas para la innovación.¹⁵⁹

A fines del Porfiriato, la inversión total de las compañías eléctricas extranjeras en el país tiende a incrementarse y a dominar la industria; tales inversiones se estiman en 140 millones de dólares. Se trata de inversiones anglocanadienses y estadounidenses. Contrario a ello, las inversiones de mexicanos en la industria eléctrica tienden a decrecer. Para 1900 la inversión de mexicanos se estima cercana a los 12 millones de dólares, llegando a representar en 1920 casi 20 millones, inversión que comienza a declinar a los 10 millones en 1935. Tal inversión representa apenas el 2.8 por ciento del total.

¹⁵⁷ Corona Treviño, Leonel, "SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LAS EBTs EN MÉXICO", *Serie Cuadernos de Investigación*, Facultad de Economía-UNAM, 1993, p. 5.

¹⁵⁸ Resendiz-Núñez, Daniel, *Op. Cit.*, p. 252-53.

¹⁵⁹ Corona Treviño, Leonel, *Op. Cit.*, p. 6.



Por otra parte, la industria eléctrica impacta favorablemente el desarrollo de ciertas regiones industriales del país, generando una dinámica de concentración espacial de la industria nacional. En la Ciudad de México se concentran las principales inversiones en electricidad al terminar con la dependencia de la fuerza hidráulica, y se convierte en gran polo de atracción para el crecimiento industrial, en contra de la marginación de otras regiones del país.¹⁶⁰

Desde la década de 1880, en Inglaterra y los Estados Unidos la electricidad es empleada en el sector de bienes de producción, construyen máquinas-herramienta, funden el acero y construyen nuevas aleaciones como la de aluminio. En México la fabricación nacional de equipo eléctrico comienza hasta 1933, cuando la compañía Anaconda-Pirelli inicia la fabricación de conductores de cobre, y la ESB de México (EXIDE), la fabricación de baterías. En 1946, se establecen en nuestro país las empresas transnacionales IEM y General Electric, fabricantes de transformadores, e Industrias Guanajuato. Es hasta 1948 cuando comienza la producción de tableros, motores, soldadoras e instrumentos de medición. Mientras que es hasta el período comprendido entre 1950 y 1970 que se desarrolla el proceso básico de consolidación de las manufacturas eléctricas mexicanas. Puede decirse que sólo a partir de 1940 comienza la fabricación local de equipos para la industria eléctrica en México con un crecimiento estable.¹⁶¹

El surgimiento de las primeras empresas fabricantes de bienes de capital atraen el nacimiento de los primeros laboratorios de pruebas en México. Estas empresas cuentan con los laboratorios mecánicos y eléctricos para probar desde conductores eléctricos (propiedad de los fabricantes de cobre), hasta los grandes laboratorios de extra alta tensión y alta potencia de la paraestatal Comisión Federal de Electricidad.

¹⁶⁰ Garza, Gustavo, Op. Cit., p. 118.

¹⁶¹ Adame Miranda, Julián, "FABRICACIÓN NACIONAL DE EQUIPO ELÉCTRICO" en Resendiz-Núñez, Daniel (Coordinador), Op. Cit., pp. 221-22.

De igual modo, de 1910 a 1930 se establecen en México las empresas extranjeras fabricantes de bienes de equipo eléctrico y la instalación de los primeros laboratorios de pruebas. Es la etapa en la que los mexicanos tenemos la primera oportunidad de asimilar creativamente la tecnología de la electricidad, los conocimientos científicos y tecnológicos por parte de nuestros ingenieros, y volverla un sector endógeno de nuestra economía y propiciar los encadenamientos productivos con otros sectores de la economía.

Conclusiones

Del análisis comparativo concluimos que la construcción de ferrocarriles en México comienza con un retraso de alrededor de cuatro décadas después respecto a Inglaterra y Estados Unidos. Mientras que las turbinas eléctricas se introducen en México sin un retraso importante respecto a los países de nuestra referencia; sin embargo el retraso tiene que ver con la construcción de las grandes centrales eléctricas y con su empleo directo en la producción industrial como fuerza mecánica. En México, a diferencia de Europa y los Estados Unidos, la tecnología ferroviaria y eléctrica es importada del exterior, financiada a través de empresas y capitales extranjeros.

El efecto retardo en incorporación de tales capacidades tecnológicas aumenta la brecha tecnológica y, en consecuencia, productiva para un desarrollo económico sostenido y endógeno; asimismo, determina que la economía nacional se vincule en la división internacional del trabajo como país exportador de materias primas e importador de bienes manufactureros.

Del mismo modo, la construcción de vías férreas y la incorporación turbinas eléctricas en el país no establece encadenamientos productivos verticales, pues no se crean simultáneamente nuevas empresas vinculadas al desarrollo ferroviario, pues tales empresas de bienes de producción se crean en una etapa donde ha disminuido la intensidad de construcción de vías. En consecuencia, no

se industrializa al conjunto de ramas y sectores productivos, pues los encadenamientos que se establecen son básicamente de efecto horizontal al no vincularse con sectores del acero, hierro e ingeniería.

Las empresas extranjeras explotan la posesión del dominio tecnológico de la generación de la electricidad. Este hecho determina que los encadenamientos productivos hacia atrás se establezcan con un sector industrial desarrollado que sólo existe en los países productores de turbinas eléctricas, pues las empresas extranjeras producen y comercializan directamente las turbinas eléctricas y los insumos para la generación, distribución y la infraestructura para el propio consumo de la energía eléctrica en fábricas, minas, transportes y el alumbrado público y privado, obteniendo grandes ganancias económicas. Se trata de la existencia de los monopolios en la producción de los metales de conductibilidad (el cobre), de los materiales aislantes y de las bombillas incandescentes.

Los ferrocarriles y la electricidad no se encadenan con sectores de la industria básica que produzcan bienes intermedios necesarios para construir vías, y para generar, transmitir y consumir la electricidad, pues la industria básica es inexistente; industria que surge y comienza a desarrollarse como un estímulo externo traído con los ferrocarriles y la electricidad.

En países de Europa y Estados Unidos, la alta intensidad de capital del ferrocarril le permite cumplir un papel de difusor de la industrialización; siendo causa y efecto del desarrollo industrial y del crecimiento del conjunto de las capacidades productivas. En este país, antes de 1860, los talleres de reparación de los ferrocarriles disponen de altos niveles de equipamiento tecnológico enclavados y esparcidos en el medio rural y de frontera, por lo que son elementos importantes en la transformación del medio agrario, junto a la difusión del conocimiento técnico hacia otros sectores de la economía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En México las plantas fundidoras abastecen al mercado nacional en la etapa de reposición de material rodante y no en la etapa más intensa de construcción de la red ferroviaria. Aún para esta etapa, los ferrocarriles, junto al procedimiento de cianuración y de los altos hornos tipo, estimulan el desarrollo de los complejos metalúrgicos del país.

En México, estos cambios tecnológicos no impulsan sostenidamente el proceso de industrialización dada la forma tardía en que se adoptan (sobre todo, para el caso del transporte del ferrocarril), y dado un incipiente efecto de encadenamiento vertical con otros sectores de la economía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

En el Capítulo anterior hemos sustentado que el retraso en la adopción de los furgones de vapor y de las turbinas eléctricas por los países que se encuentran en una situación de subdesarrollo, es una de las causas tecnológicas que explican el subdesarrollo económico; también que el desarrollo económico no se alcanza porque los furgones y las turbinas no generan encadenamientos productivos tanto hacia atrás (efecto vertical) como hacia delante (efecto horizontal); es decir, no crean una industria local que fabrique los medios de producción necesarios para abastecer de insumos a los sectores que pueden ser los dinamizadores del desarrollo y, de este modo, generar un crecimiento endógeno y autosostenido en el largo plazo. El problema de los encadenamientos (o eslabonamientos) productivos, que se espera deriven de la construcción de ferrocarriles durante el Porfiriato, ha sido estudiado en los últimos cincuenta años por diversos autores¹⁶², cuyos análisis, de algún modo, hemos incorporado en nuestra exposición del capítulo precedente.

También en un plano más amplio hay autores que revisan los problemas del subdesarrollo económico desde la perspectiva de las experiencias exitosas vividas en países de Europa durante las últimas dos décadas del siglo XIX y las dos primeras del siglo XX, como Francia, Alemania, Japón y los Estados Unidos. Se trata de estudios pioneros donde se establecen originalmente los conceptos de

¹⁶² John Coatsworth, es uno de los autores que han estudiado el papel de los ferrocarriles en la economía mexicana en la época de Porfirio Díaz, conocemos *Los orígenes del atraso en México. Nueve ensayos de historia económica de México, siglos XVIII Y XIX*, Alianza Editorial Mexicana, México, 1990; *El impacto económico de los ferrocarriles en el porfiriato*, Colección Problemas de México, Ed. Era, México, 1984; «LOS FERROCARRILES, INDISPENSABLES EN UNA ECONOMÍA ATRASADA: EL CASO DE MÉXICO», en Cárdenas, Enrique (Compilador). *Historia Económica de México*, Lecturas del Trimestre Económico, FCE, No. 64, Vol. I, 1992. También hay trabajos de otros autores como Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi (Coordinadores). *Ferrocarriles y vida económica en México (1850-1950)*, El Colegio Mexiquense, FNM, UAM-X, 1996 y Haber, H. Stephen, *Industria y subdesarrollo. La industrialización de México, 1890-1940*, México, Alianza Editorial, 1992, entre otros, que tratan el tema de los ferrocarriles y la industrialización porfirista en general.

eslabonamientos hacia atrás (anteriores) y hacia delante (posteriores); pero también plantean los problemas que derivan de la ausencia de políticas de desarrollo económico que consideran la coyuntura del capitalismo internacional por aquellos decenios.¹⁶³ Consideramos que los esquemas de análisis empleados por esos autores en diversos estudios pueden ayudar a aproximarnos a identificar los orígenes tecnológicos del subdesarrollo.

Pero también en el pensamiento económico latinoamericano hay corrientes que incorporan aspectos tecnológicos en el análisis de la configuración del subdesarrollo económico de la región. El estructuralismo y la teoría de la dependencia son las dos concepciones más importantes que surgen a partir de la década de 1940. De la corriente estructuralista-cepalina se concibe, después de la posguerra, un modelo de desarrollo orientado hacia dentro, de sustitución de importaciones, como el mecanismo para la salida del subdesarrollo. Para esta corriente, el atraso se debe a una relación centro-periferia donde los términos de intercambio resultan negativos para los países de la periferia, por lo que el Estado debe instrumentar una política de protección y de fomento industrial. De igual modo, considera que el cambio tecnológico es una parte sustancial de la estrategia de desarrollo y con posibilidades de influir en la determinación de tal estrategia.¹⁶⁴

Sin embargo, para 1970 se reconoce que la estructura industrial creada es poco competitiva y se encuentra desintegrada, dadas las condiciones de proteccionismo en que se desenvuelve. Mientras que el patrón tecnológico seguido es fundamentalmente imitativo y con pocas adaptaciones, y sin control interno de las tecnologías, dado el papel dinamizador que en la tecnología tiene la inversión extranjera. En consecuencia, la concepción estructuralista-cepalina promueve una

¹⁶³ Me refiero a autores que hemos consultado, como Senghaas, Dieter. *Aprender de europa*, Ed. Alfa, Barcelona/Caracas, 1985; Gerschenkron, Alexander, *atraso económico e industrialización*, Barcelona, España, Ed. Ariel, 1973; Hirschman, Alberto O., *La estrategia del desarrollo*, FCE, México, 1981; y Cipolla, Carlos M. (Editor), *Historia económica de Europa (3). La revolución industrial*, Barcelona, España, Ed. Ariel, 1983.

¹⁶⁴ Corona Treviño, Leonel (Coordinador). *Teorías económicas de la tecnología*, Ed. IPN-JUS-CIECAS, México, 1999, pp. 175-79.

política de fomento industrial que enfrente el problema de la heterogeneidad estructural y la desarticulación productiva, y que revierta los términos de intercambio a favor de las economías de América Latina, dado que los países centrales son los que concentran y retienen los frutos del progreso técnico. En los años de 1980 el pensamiento estructuralista-cepalino centra su atención en el cambio tecnológico en la perspectiva de impulsar una estructura productiva más integrada y competitiva (competitividad estructural), creando un círculo virtuoso acumulativo de crecimiento, competitividad y equidad con creciente incorporación del progreso técnico. Por su parte, la teoría de la dependencia trata el tema de la tecnología como un aspecto de la dependencia económica que los países latinoamericanos padecen, como parte de un proceso general de creación y de reproducción de la dependencia, y que recrea las condiciones de subdesarrollo.¹⁶⁵

Estas corrientes del pensamiento latinoamericano aportan elementos importantes para el reconocimiento de las causas y las condiciones de subdesarrollo económico de la región, incluyendo nuestro país. Sin embargo, centran su atención en el período de la posguerra, a partir de la segunda mitad del decenio de 1940, cuando plantean que comienza la etapa de industrialización de las economías de América Latina. Lo que se deduce que estas corrientes del pensamiento latinoamericano consideran que la etapa de 1880-1910, y del modelo primario-exportador que la caracteriza, no implica un proceso importante de industrialización en países como México. A nuestro juicio, las políticas de impulso al desarrollo industrial en México tienen antecedentes que se remontan al período del Porfiriato. En consecuencia, consideramos que una parte importante de la explicación de las raíces tecnológicas del subdesarrollo económico de nuestro país se encuentra en el análisis de aquella etapa de la historia económica y tecnológica de México.

En este capítulo nos interesa formular algunas hipótesis generales sobre las causas que determinan el subdesarrollo económico durante el Porfiriato.

¹⁶⁵ Corona Treviño, Leonel (Coordinador), Op. Cit., pp. 178-91.



Los factores exógenos del subdesarrollo económico mexicano y el Efecto retardo

El Período de 1880-1910, que corresponde al gobierno de Porfirio Díaz, coincide con un conjunto de factores productivos y tecnológicos que suceden en los países de mayor desarrollo industrial. En primer lugar, aquellos países comienzan una etapa del capitalismo donde no sólo se exportan productos de consumo manufacturados sino también enormes cantidades de capitales, vía inversiones extranjeras directas y empréstitos gubernamentales; en segundo acto, tales países exportan bienes de producción como maquinaria y equipo que demanda la industrialización en las economías que comienzan a transitar al capitalismo. Se trata de diversas innovaciones tecnológicas que se aplican directamente en los procesos productivos fabriles; pero también de productos que sirven para el transporte de las mercancías (ferrocarriles) y para la difusión de la propia industrialización en México, como lo son las turbinas de electricidad. Sin estas circunstancias internacionales difícilmente puede surgir el capitalismo en México y el crecimiento industrial con la intensidad observada durante el Período 1880-1910.

Y en esta perspectiva situamos el efecto retardo, pues el desarrollo industrial en los países avanzados se fortalece entre 1750 y 1850, con la Primera Revolución Industrial y con los inicios de la Segunda; mientras que en México tal proceso (que si bien tiene sus orígenes en el decenio de 1840) se desarrolla en los dos últimos decenios del siglo XIX, sobre todo en la década de 1890. El factor de retraso marca la dinámica del capitalismo mexicano, al comenzar enfrentándose a un desnivel internacional de competencia, pues al participar en la competencia con un nivel de subdesarrollo o de atraso con países con diverso nivel de desarrollo produce una competencia desplazante a favor de la economía productiva más avanzada. Bajo estas condiciones nuestra industrialización esencialmente imita el parque de máquinas, la tecnología y los modelos de consumo de las economías altamente desarrolladas, sin adaptar fecundamente la recepción de tecnologías a

su propio cuerpo social,¹⁶⁶ y sin sólo copiar la técnica, aún cuando ello es uno de los factores que más pueden ayudar a un país a iniciar su desarrollo industrial.¹⁶⁷

En consecuencia, el efecto retardo se asocia con dos elementos relacionados. Primero, no sólo se explica que el retraso en la incorporación de los ferrocarriles y la electricidad tienen efectos rezagados en el crecimiento productivo respecto a otros países, sino también –y esto es lo segundo– explica el efecto de retraso en estas capacidades tecnológicas comienzan a generar los encadenamientos o los efectos verticales en la economía nacional que impulsen un crecimiento endógeno y sostenido.

En el contexto interno, entre 1840 y 1870 hay avances técnicos importantes que favorecen el desarrollo industrial mexicano. Pero estos progreso productivos marcan una característica peculiar del proceso. El capitalismo industrial comienza a dominar algunas ramas manufactureras sin acabar con las manufacturas artesanales; pues se sirve de ellas en el proceso de acumulación. El desarrollo que nace es un desarrollo técnica y estructuralmente dual, donde coexisten desde las formas técnicamente más modernas de la producción hasta las más artesanales.

Una vez alcanzada la Independencia, el gobierno promueve acciones deliberadas para atraer recursos e inversiones nacionales y extranjeras y desarrollar la industria nacional. Ante la falta de capitales nacionales, ya sea porque los españoles y sus capitales se retiran voluntariamente o los expulsan del país, en la segunda mitad del decenio de 1820, capitalistas británicos desarrollan inversiones en la minería sin tener éxitos. En el decenio de 1830, se continúa con estos esfuerzos, y en 1837 se otorga la primera concesión para construir la primera línea (Veracruz-Ciudad de México) de vías férreas. Sin embargo, los ferrocarriles y los capitales se liberan, reactivan y llegan hasta los años de 1870.

¹⁶⁶ Senghaas, Dieter, Op. Cit., pp. 32-35 y 367-68.

¹⁶⁷ Gerschenkron, Alexander, *Atraso económico e industrialización*, Barcelona, España, Ed. Ariel, 1973, p. 12.

El efecto retardo, teóricamente puede ser ventajoso para el desarrollo de la economía nacional durante nuestro período, pues cuanto más se demora el desarrollo industrial de un país, tanto más explosivo es el brote de su industrialización al producirse ésta; pero, además, cuanto más elevado es el grado de atraso tanto más poderosa se manifiesta la tendencia hacia la empresa y planta de gran tamaño, y tanto mayor la rapidez para establecer bloques monopolísticos, de distintos grados de intensidad. En consecuencia, bajo una situación de atraso de nuestro país, hay mayores posibilidades de que la industrialización se impulse bajo una dirección organizada.¹⁶⁸

Pero en realidad hay restricciones. "La creación de una nueva industria en un país industrial avanzado siempre es una tarea llena de entusiasmo y afán, que trae consigo nuevos estímulos de desarrollo en muchas direcciones: deben localizarse las fuentes de abastecimiento de los materiales necesarios o debe organizarse su producción de acuerdo con nuevas especificaciones; hay mucha experimentación con técnicas y planes diferentes. Cuando la misma industria se crea 20 o 30 años después en un país subdesarrollado, la operación misma ya de por sí se hará con mucho menos 'entusiasmo', puesto que para entonces los problemas tecnológicos están en gran parte resueltos y la industria ha pasado su fase de rápido progreso tecnológico. Si, además, la industria ... se basa enteramente en la transformación de materiales importados, se priva a la economía nacional, por lo menos en esa etapa, de los efectos *desequilibradores* de la industrialización que resultan tan ventajosos para el desarrollo posterior... Estas importaciones de materiales semielaborados, que siempre están dispuestos a entrar al territorio nacional cuando se está estudiando la adopción de un proyecto industrial, son *fugas reales* de los efectos de desarrollo".¹⁶⁹

Sin embargo, hasta la década de 1860 en la economía nacional siguen presentes rasgos precapitalistas que se traducen en; una agricultura atrasada, no vinculada

¹⁶⁸ Gerschenkron, Alexander, Op. Cit., pp. 74-75.

¹⁶⁹ Hirschman, Albert O., *La estrategia del desarrollo*, FCE, México, 1981, p. 124.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

a la industrialización; desintegración y dispersión económica y social en diversas regiones; pero también la falta de una infraestructura productiva. La prolongada inestabilidad política se vuelve un factor que inhibe la afluencia de capitales hacia las actividades productivas, pues los préstamos hacia las fracciones y grupos de poder en pugna resultan más redituables en el corto plazo. Se trata de comerciantes, prestamistas y usureros que desde los primeros años de vida independiente de nuestro país amasan cuantiosas fortunas.¹⁷⁰

Los ferrocarriles y la electricidad no favorecen el desarrollo económico autosostenido por el modelo de desarrollo primario exportador, que no el desarrollo de una industria que tenga efectos multiplicadores al interior, y por la ausencia de una política deliberada que induzca tales efectos productivos en forma vertical.

Los encadenamientos. El efecto vertical

En el México de la segunda mitad del siglo XIX, como en economías con una situación de atraso económico, los ferrocarriles se convierten no sólo en la única opción para integrar un sistema de transportes,¹⁷¹ sino también una de las palancas más importantes para promover un proceso rápido de industrialización, pues se trata sólo de copiar el parque de máquinas, la tecnología, el personal calificado y los bienes de capital, y hasta los modelos de consumo de las economías más desarrolladas. Se espera que la disponibilidad de los ferrocarriles (y de la electricidad) en el país ejerzan presiones más eficaces para promover el desarrollo al producir fuerzas activas que impulsen su utilización como insumo en nuevas actividades económicas que hacen frente a las actividades impulsadas;¹⁷² tal es el caso de las industrias de hierro y el acero, quienes impulsan mayores

¹⁷⁰ ...El prestamista, casi siempre persona con influencia ó conexiones políticas, ofrecía al gobierno una suma de dinero, al contado ó a plazos cortos, al contado ó a plazos cortos, en créditos reconocidos,". Macedo, Pablo, Op. Cit., p. 392.

¹⁷¹ Pues los gastos de construcción y reparación de carreteras son mayores que los empleados en la construcción de vías férreas. Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957, p. 488.

¹⁷² Hirschman, Albert O., Opc. Cit., p. 106.

encadenamientos productivos en el conjunto de la economía respecto a la agricultura y la minería, por ejemplo.

Cuando un país se encuentra en condiciones de atraso económico, es común que mediante la aplicación de técnicas modernas y eficaces se espera alcanzar el éxito en sus procesos industriales, sobre todo cuando tales procesos se realizan frente a la competencia de un país avanzado, ya que el efecto producido por el uso de este equipo superior, en cuanto al ahorro de mano de obra no solo no contrarresta, sino que refuerza todas las demás ventajas obtenidas por su aplicación. Por ello, se observa en los países atrasados, cuando están en los inicios de la industrialización, una tendencia al desarrollo de las ramas industriales en las que se han registrado progresos tecnológicos más recientes y más rápidos que en las otras.¹⁷³

Pero la construcción de los ferrocarriles en México no conducen automáticamente a encadenarse en profundidad con otros sectores productivos. Además del Efecto retardo, la incorporación de furgones de vapor y de turbinas eléctricas en la producción nacional tienen la desventaja de que no son consecuencia de un desarrollo de capacidades productivas y de industrialización con un grado de madurez ocurridas en épocas anteriores al Porfiriato; es decir, no son consecuencia natural de un nivel avanzado de la producción industrial cuyas empresas demanden del servicio de transporte. El crecimiento económico interno no es el motor que atrae a los ferrocarriles y la electricidad, sino lo contrario, con estas innovaciones tecnológicas se pretende impulsar el crecimiento económico interno. En Europa y los Estados Unidos el auge de los ferrocarriles depende mucho no sólo del transporte de carga sino del de pasajeros. En cuanto a la carga, en México uno de los primeros productos que se benefician del transporte ferroviario es el aguardiente y minerales no beneficiados. Respecto a la electricidad, el auge inicial no surge de su empleo como fuerza mecánica aplicada directamente en la industria, sino del alumbrado público.

¹⁷³ Gerschenkron, Alexander, Op. Cit., p. 14.



La construcción de los caminos de hierro son un negocio en sí mismo. En tal sentido, el sólo hecho de construir ferrocarriles (previo otorgamiento de amplias y ventajosas subvenciones, independientemente de la demanda de transporte que exista en la economía), resulta ser una inversión rentable en el corto plazo. Bajo estas condiciones no puede esperarse que se den deliberadamente los encadenamientos productivos, sobre todo hacia atrás.

Los ferrocarriles no tienen un proceso continuo de incorporación e integración al mercado nacional de nuevas regiones productivas; los ferrocarriles resultan un fin productivo en sí mismo; es decir, un negocio en sí mismo; ello lo demuestra el hecho de que hasta 1898 las empresas que obtienen concesiones para enlazar determinados puntos se proponen obtener jugosas ganancias que resultan no sólo de la demanda creciente de transporte de carga y de pasajeros, sino de los subsidios gubernamentales, de los derechos que obtienen sobre los plazos de la concesión, de los terrenos, de las exenciones arancelarias para importar el equipo ferroviario y de posibilidad de que esas concesiones puedan ser negociadas ventajosamente con empresas ferroviarias de otros países, principalmente de los Estados Unidos.

La política ferroviaria, sin tasa ni medida. La política ferroviaria de 1880 a 1898 consiste en "otorgar liberalmente, casi con prodigalidad, concesiones de ferrocarriles con subvención a todo el que las pedía, sin tasa ni medida, y pudiera decirse también que sin orden ni concierto"; política en la que el gobierno generalmente subordina sus ideas, en cuanto a trazos de líneas y otros conceptos, a las ideas de las empresas respectivas.¹⁷⁴

Para incentivar a las inversiones privadas, el gobierno federal otorga todo tipo de estímulos como concesiones por 99 años, sin pago alguno y libres de gravámenes; además se les otorgan franquicias y subsidios pecuniarios. Las

¹⁷⁴ Macedo, Pablo. *Evolución mercantil, comunicaciones y obras públicas. La hacienda pública*, Facultad de Economía, UNAM, México, Colección Clásicos de la Economía Mexicana, 1989, p. 205 y 208.

compañías pueden gozar del derecho de expropiación por causa de utilidad pública para establecer sus vías, de estaciones, almacenes y depósitos; tienen libertad casi absoluta de importar el material fijo y rodante, la ocupación gratuita de terrenos de propiedad nacional y de los materiales de construcción que exista en ellos y se les exime del pago de toda clase de impuestos por largos períodos.

Los encadenamientos verticales entre las ramas de la producción como consecuencia de la construcción de ferrocarriles no se establecen por sí mismos, sino como consecuencia de una política deliberada del Estado para impulsar el desarrollo de industrias ligadas entre sí. En México (1880-1910) la construcción de ferrocarriles, como consumidores de equipo fijo y rodante, se realiza fuera de la ley común y bajo el régimen privilegiado de exención de impuestos. También están en estas mismas condiciones sus dependencias naturales e indispensables, así como los capitales empleados en su construcción y explotación, las acciones comunes, las preferentes, los bonos y las demás obligaciones de la compañía, están exentos de toda contribución, menos del impuesto del Timbre.¹⁷⁵ De este modo, los ferrocarriles se construyen libres de eslabonamientos en la etapa de 1880 a 1898, etapa en la que se tiende el mayor número de km de la red, pues los materiales se importan del exterior, lo que resulta muy atractivo para las inversiones extranjeras.

En 1898, José I. Limantour, Secretario de Hacienda del gobierno de Díaz, reflexiona que el gobierno ha hecho esfuerzos para construir las vías de ferrocarril, pero también para crear nuevas industrias; pero si para favorecer el desarrollo de unas se hace imposible la implantación de las demás, esa política es desacertada e injusta. Eso es precisamente lo que acontecería si después de conceder a las empresas que importen, sin pagar derechos, todo lo que puedan necesitar durante la construcción y quince años después, se les prorrogara el plazo, "haciendo imposible de este modo el establecimiento en el país de industrias, como la fabricación de rieles, carruajes, maquinaria y otras muchas que podrían fundarse

¹⁷⁵ Macedo, Pablo, Op. Cit., p. 222.

aquí, si tuviesen la esperanza de contar entre su clientela a las empresas de vías férreas mexicanas".¹⁷⁶

En el Porfiriato (al menos hasta 1898) no hay una política que promueva la constitución de un sector que fabrique los medios de producción en un nivel intermedio (al menos) que industrialice internamente las materias primas tanto mineras como agrícolas y no tengan éstas que ser beneficiadas en otros países.

Con la nueva ley general de ferrocarriles, promulgada en abril de 1899, se pretende reencausar la política de construcción de vías férreas, a partir de un plan de administración pública sobre los ferrocarriles y puertos que diseña José Y. Limantour.¹⁷⁷ Con esta ley se pretende que las compañías ferroviarias hagan sus pedidos de materiales ferroviarios preferentemente a los productores nacionales de insumos; definiendo una política de precios elevados, otorgando subvenciones, créditos y garantías y beneficios a las nuevas empresas industriales.¹⁷⁸

Hasta 1900 todo el equipo ferroviario se importa, pero en 1902 se conceden privilegios para instalar talleres que comienzan a fabricar en escala limitada coches de pasajeros y de carga, tranvías, locomotoras de ferrocarril y la construcción de todo tipo de motores de combustión interna, o movidos por vapor sobrecalentado con petróleo, y motores eléctricos para cualquier uso. También se dan concesiones para construir embarcaciones de vapor destinadas a la navegación fluvial. De igual modo, entre 1905 y 1908 se dan concesiones para construir automóviles y bicicletas.¹⁷⁹

El viraje en la política de construcción de ferrocarriles tiene también explicaciones extraterritoriales. Desde 1890 el gobierno de los Estados Unidos eleva los aranceles a la importación de metales, lo que obliga a que las compañías de aquel

¹⁷⁶ IBÍD., p. 221.

¹⁷⁷ IBÍD., p. 208.

¹⁷⁸ Gerschenkron, Alexander, Op. Cit., p. 30.

¹⁷⁹ Cosío Villegas, Daniel, Op. Cit., pp. 387, 422-23.

¹⁷⁹ IBÍD. p. 467.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

país se asocien con empresarios mexicanos para establecer en el país empresas fundidoras que no sólo atiendan las necesidades internas acero sino también las de aquel país. Se trata de la imposición de la tarifa proteccionista McKinley, en 1890, que establece altos aranceles para los metales exportados a los Estados Unidos, la que provoca la afluencia de capitales estadounidenses y locales para abrir fundidoras en el noreste de México.¹⁸⁰

Falta de una estrategia de desarrollo económico. En países de Europa y en los Estados Unidos los objetivos de política industrial determinan el momento en que la economía debe ser protegida del comercio y cuándo debe liberarse y permitir la competencia externa. En México, la economía está expuesta a la competencia externa, independientemente de las condiciones de desarrollo en que se encuentre la industria y de las ramas que puedan generar los efectos multiplicadores. Aunque el ensanchamiento del mercado interno y las crecientes facilidades de transporte hacen más por la industria que las barreras arancelarias, y que la baja de la plata, en más amplia medida que éstas últimas son el verdadero factor de protección frente a la competencia extranjera.¹⁸¹

Las alcabalas, un obstáculo institucional. Las aduanas interiores que se conservan hasta 1897, son un factor desfavorable para el desarrollo industrial, "el comerciante o el industrial del país, fuera de otros inconvenientes, nunca sabe hasta qué punto serán gravadas sus mercancías".¹⁸²

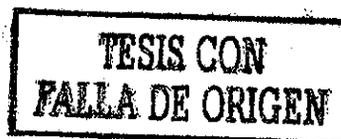
Heterogeneidad y dependencia.

La corriente estructuralista identifica desde decenios antes los resultados económicos del modelo primario-exportador Porfirista, como es el caso de la

¹⁸⁰ Collado, María del Carmen. "EMPRESARIOS Y REGIONES: MONTERREY Y LA CIUDAD DE MÉXICO, UNA ACERCAMIENTO HISTÓRICO", en Rosales Ortiz, Rocío, *Globalización y regiones en México*, UNAM-PORRÚA, México, 2000, pp. 84-85.

¹⁸¹ Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957, p. 477.

¹⁸² IBÍD., p. 472)



llamada heterogeneidad estructural como causa del subdesarrollo. Una producción capitalista que por largo tiempo recurre a ámbitos económicos precapitalistas, retrasa el proceso de maduración de la sociedad capitalista, pues bajo las condiciones de una capitalización contenida y de una *mano de obra* barata *permanentemente* reclutable en ámbitos económicos precapitalistas, los estímulos para una profundización de la estructura productiva (diversificación vertical, profundización del capital) son débiles o inexistentes. En estas condiciones el mercado interno se mantiene limitado dado el sector de mano de obra barata; sector que se agota cuando la presión de costos y una competencia de empresas capitalistas, que se extienden en todo el mercado interno potencial, no dejan abierta ninguna alternativa para la acumulación a través de la innovación, y la utilización más eficiente de los recursos disponibles. Sólo de este modo, la industria de bienes de inversión diferenciada y los sectores que le preceden, se convierten en polos dinámicos de crecimiento de la economía nacional.¹⁸³

Las innovaciones tecnológicas (ferrocarriles y electricidad) impulsan un sector económico que se aparta de la sociedad. Los furgones y las turbinas no trascienden del ámbito puramente productivo y económico al de lo social; no impulsan la producción del conjunto de sectores productivos y regiones, pues la industrialización involucra a un sector muy reducido de la población y de las regiones del país. Sólo un porcentaje reducido de la fuerza de trabajo, respecto al total de la población, es sometida al sistema de trabajo capitalista, pero los deslindes de tierras son extensos, pero no concurren a ellas los esperados pequeños granjeros y empresarios capitalistas que realicen inversiones y que garanticen la sobrevivencia mediante la proletarización de las comunidades campesinas mediante el trabajo asalariado, pues el sistema que finalmente se consolida es el de las haciendas, en las que predominan las formas precapitalistas de explotación y de pago. Las modernas técnicas de mecanización industrial comienzan a funcionar en las fábricas y minas, mostrando una tendencia hacia la concentración productiva en grandes sociedades anónimas. Las técnicas y los

¹⁸³ Senghaas, Dieter, *Aprender de Europa*, Ed. Alfa, Barcelona/Caracas, 1985, pp. 101-2.

equipos modernos también se introducen en el sector de la agricultura que se vincula a la producción de materias primas de exportación, pero no para incentivar el incremento de la productividad en el conjunto del sector agrícola.

Por su parte, la dependencia tecnológica del exterior se vuelve muy fuerte; aún cuando la industria siderúrgica da sus primeros pasos, estimulada por la necesidad de los repuestos para los ferrocarriles, las máquinas continúan importándose; y la misma producción de herramientas agrícolas simples no tienen gran expansión. En la medida en que aumentan las exportaciones, aumentan las posibilidades de importar máquinas, equipos, bienes intermedios necesarios para la modernización de la infraestructura y de las estructuras productivas de México. Pero la importación de maquinaria y equipo es insostenible en un plazo largo; en 1907 el sector exportador hace crisis al perder dinamismo, y no puede seguir aportando las divisas necesarias para sostener un proceso continuo de importación de maquinaria y equipo ferroviario y eléctrico.

Los ferrocarriles y la electricidad favorecen que los sectores de la producción y las técnicas de mecanización industrial se supeditan al impulso de un patrón de acumulación capitalista orientado al exterior, a partir de la constitución del sector primario-exportador.

Diversos autores sostienen que el resultado final de la internacionalización del capitalismo entre 1870 y 1910 es un desarrollo económico que sólo es alcanzado por un puñado de países, contra la inmensa mayoría que se rezagan, pues al abrirse a las inversiones extranjeras y al comercio de bienes manufactureros y de tecnologías derivan en economías altamente dependientes y quedan marcados en la división internacional del trabajo como exportadoras de materias e importadoras de manufacturas y de bienes de capital (maquinaria, equipo, conocimientos tecnológicos) aún cuando hayan promovido el desarrollo de industrias de bienes de consumo. De todo este proceso, se considera que el subdesarrollo económico

es el resultado normal, mientras que el desarrollo es el resultado excepcional. La periferización es más bien el caso normal y el desarrollo exitoso, la excepción.¹⁸⁴

¹⁸⁴ Ver a Senghaas, Dieter, *Aprender de Europa*, Ed. Alfa, arcelona/Caracas, 1985, p. 34.

POST-SCRIPTIUM
ALGUNAS NOTAS SOBRE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS
FERROCARRILES Y LA ELECTRICIDAD

Introducción

En este Capítulo hacemos una reseña sobre la situación de los ferrocarriles y la electricidad en el contexto actual. En este inciso no pretendemos hacer una remembranza histórica, ni mucho menos un análisis detallado sobre la problemática actual que enfrentan el sistema de transportes de ferrocarril y el sistema eléctrico mexicano, pues ello escapa a las pretensiones de este trabajo de investigación. Sin embargo, aportaremos algunos elementos de carácter general y descriptivo sobre los cambios que desde el decenio de 1990 se han implementado en la política ferroviaria y de energía eléctrica del país.

En el período de 1930-1982 los ferrocarriles van siendo relegados por el sistema de carreteras y por el desarrollo del transporte de automotor, pero el conjunto del sector ferroviario pasa a ser propiedad del Estado. Después de 1910, no es significativa la construcción de nuevas vías férreas, comparado con el Porfiriato; peor aún, no se modernizan ni se les proporciona el mantenimiento adecuado y entran en una situación irreversible de obsolescencia. Aún cuando en este período se hacen esfuerzos por producir equipo nacionalmente, en general continúan importándose del exterior.

A partir de la crisis económica de 1982, el transporte de ferrocarril se ha abierto a las inversiones extranjeras, pero el transporte de pasajeros es reducido a la mínima expresión, excepto para fines recreativos, como el Chipichepe y el de Guadalajara; Sin embargo, la inversión privada no ha fluido a este sector como para volverlo relevante en la economía nacional.

La energía eléctrica tampoco logra impulsar la construcción de capacidades tecnológicas propias aún cuando se constituyen laboratorios de prueba, pues la dependencia de las importaciones de equipo desde el exterior ha sido lo dominante en el suministro de equipo eléctrico. Se establecen en México empresas para la fabricación de equipo eléctrico. Es importante el programa de electrificación rural que se verifica a partir de 1930 gracias a las inversiones públicas. En la década de los cincuenta la industria eléctrica es nacionalizada, y desde 1992 es abierta a las inversiones privadas, bajo el argumento de que el Estado no cuenta con los recursos financieros para seguirla conservando con una mayoritaria inversión pública, previéndose una crisis de abastecimiento en los próximos años.

Los ferrocarriles

De 1880 al 2000, el país no logra consolidar capacidades tecnológicas propias para conservar en funcionamiento el sistema de transporte de vías heredado del Porfiriato. Si se tratara de culpar al Período de 1880-1910 como muy breve e insuficiente para una fabricación nacional de equipo rodante, seguramente la extensión del plazo a lo largo de todo el siglo XX, resulta más que extenso para alcanzar tal proeza. Pues el Estado, que en la época dorada de construcción de vías había hasta tolerado la duplicación de vías en algunos puntos, con el sistema de carreteras no enlaza los puntos y las regiones que habían quedado aisladas del transporte de vías, sino que construye carreteras paralelas a los caminos de hierro. El Estado no desarrolla hasta el nivel más aprovechable la infraestructura del transporte de ferrocarril, sino que junto a éste inicia la nueva empresa de la construcción de carreteras.

Símbolo de la expansión industrial capitalista en el mundo durante el siglo XIX, en México los ferrocarriles se incorporan con retraso a apoyar la primera ola de la industrialización nacional desde la década de 1880 del siglo pasado. No obstante, hasta el decenio de 1980 los ferrocarriles continúan siendo un pilar muy

importante del sistema de transportes del país. La infraestructura de ferrocarriles heredada del período de Porfirio Díaz, no observa avances importantes durante los decenios de 1910 a 1930. Sin embargo, la situación más crítica comienza a vivirse a partir de 1980, pues a partir de entonces hay una tendencia al estancamiento en cuanto al número de pasajeros transportados y al volumen de movilidad de carga.

ALGUNOS INDICADORES HISTÓRICOS DEL SUBSECTOR FERROVIARIO

Año	Km de vía	Pasajeros transportados Millones	Toneladas Transportadas Millones	Equipo para carga Unidades	Equipo para pasajes Unidades
1925	20 480	24.1	12.2		
1930	23 346	20.9	13.0	20 268	899
1940	22 980	28.0	15.0	20 302	1 222
1950	23 332	32.4	22.9	20 756	1 127
1960	23 369	32.6	34.3	23 570	785
1970	24 468	39.5	46.8	26 856	n.d.
1980	25 510	23.6	71.8	52 851	813
1990	26 361	17.1	51.6	46 606	507
1994	26 477	7.1	52.4	26 196	124

FUENTE: Revista CERTEZA ECONÓMICA, No. 14, México, Octubre-Noviembre, 1999, p. 32.

En el cuadro podemos observar el poco kilometraje de vías añadido a lo largo de más de seis décadas. A partir de 1980 se observa una reducción sustancial en el número de pasajeros transportados, en las toneladas de carga transportadas y en el equipo para pasajeros.

La red ferroviaria, después de 1910, no observa un crecimiento significativo, pues de 19 mil 205 kilómetros construidos hasta 1910, en 1994 ha aumentado apenas a 26 mil 477 kilómetros, poco más de 7 mil kilómetros añadidos en 84 años. Los ferrocarriles mexicanos, a lo largo del siglo XX, siguen operando con las mismas condiciones tecnológicas de finales del siglo XIX y principios del XX.

Los ferrocarriles no viven un proceso de modernización tecnológica, pues hay hasta una falta de mantenimiento de la maquinaria y del equipo ferroviario empleado; es decir, el Estado —que desde los años cuarenta nacionaliza este

sistema de transporte- no realiza importantes inversiones, dado que éstas prioritariamente se canalizan a impulsar la infraestructura de carreteras. De una red de carreteras de 1 426 kilómetros, en 1930, se pasa a 9 mil 929, en 1940; a 44 mil 892, en 1960; a 71 mil 520, en 1970; a 212 mil 626, en 1980; a 239 mil, en 1990; y a 303 mil 414 kilómetros, en 1994.¹⁸⁵

Ante la incapacidad del Estado para realizar inversiones en este sector, desde principios del decenio de 1990 los ferrocarriles son abiertos a la inversión privada. Sin embargo, a diez años de iniciado el proceso de privatización, aún no se muestran resultados satisfactorios; los ferrocarriles no se han modernizado y, peor aún, muchas rutas se han cerrado al tráfico de pasajeros y de carga por ser incosteables a la inversión privada. En el transporte de pasajeros sólo quedan la ruta México-Veracruz, México-Oaxaca y la ruta de México-Ciudad Juárez; además del ferrocarril de Chihuahua al Pacífico (CHEPE) y el Tequila Express, la ruta Guadalajara-Tequila.¹⁸⁶

En el decenio de 1990, el 99 por ciento de la red ferroviaria del país ha quedado en manos de empresas privadas, empresas que se consideran las idóneas para modernizar este transporte, similar al sistema de los Estados Unidos, donde en el sistema de ferrocarriles participan decenas de compañías ferroviarias.¹⁸⁷

Con la privatización, se han integrado un gran número de compañías ferroviarias. Estas compañías son propietarias de vías externas y rutas internas; puertos y su administración en coinversión; locomotoras, contenedores, carros y trenes unitarios; almacenes, grúas y equipos de almacenaje; carga y descarga; enlaces con otros medios de transporte; y rampas y accesos internos en ciudades y empresas.

¹⁸⁵ "CAMINOS DE HIERRO, TIERRA, AGUA, AIRE, ASFALTO, SUDOR Y SANGRE", Revista *Certeza Económica*, Octubre-Noviembre, 1999, México, p. 28 y Gráfica de p. 30.

¹⁸⁶ IBÍD, p. 18.

¹⁸⁷ Mares Paris, Eneas, "EL TRANSPORTE FERROVIARIO EN MÉXICO", en *Economía Informa*, No. 281, Octubre de 1999, Facultad de Economía de la UNAM, p. 17.

Con la firma del Tratado de Libre Comercio con América del Norte aumenta sustancialmente el volumen de carga, y el transporte de ferrocarril privatizado puede encontrar una oportunidad para adquirir un nuevo dinamismo. Aunque el aumento del tráfico de carga trae consigo un aumento de las tarifas, afectando a los productores y agricultores locales.

En la actualidad, tres compañías dominan la transportación ferroviaria mexicana: Transportación Ferroviaria Mexicana (Transportación Marítima Mexicana y Kansas City Southern Industries), Ferromex (Grupo México y Union Pacific –para el que hoy trabaja el expresidente mexicano Ernesto Zedillo) y el Ferrocarril del Sureste (Grupo Tribasa, Inbursa y Omnitrax).¹⁸⁸

Transportación Ferroviaria Mexicana es una coinversión de Transportación Marítima Mexicana y Kansas City Southern Industries (de los Estados Unidos), y es considerado el "sistema de transporte intermodal más grande de América y el único en el mundo en su especialidad", pues sus compañías y agencias integran la transportación marítima, ferroviaria y carretera, terminales aduanales y empresas de logística y de comercialización; es decir, ofrece toda una gama de servicios que resuelven de manera integral las necesidades de los usuarios en México. Conecta a las principales ciudades fronterizas de Estados Unidos y México, como Nuevo Laredo y Matamoros, puntos donde corre el 60 por ciento del tráfico ferroviario entre ambos países. Une, además, a los tres puertos mexicanos más importantes: Tampico-Altamira, Lázaro Cárdenas y Veracruz. Las vías de sus principales ramales son Lázaro Cárdenas/México, D. F.; Tampico/San Luis Potosí; Matamoros-Monterrey y Veracruz-Ciudad de México. Es, asimismo, la ruta más corta a los Estados Unidos y Canadá, dada su conexión con las redes férreas principales de esos países, transportando una gran variedad de productos en las ramas agroindustrial, forestales, manufacturados, minerales y cemento, químicos y petroquímicos, intermodal y automotriz.¹⁸⁹

¹⁸⁸ Mares Paris, Eneas, Op. Cit., p. 18.

¹⁸⁹ IBÍD., p. 19.

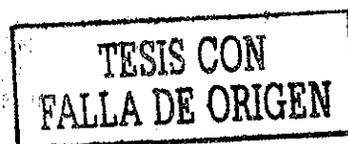
Mientras que el Ferrocarril Mexicano, S. A. (Ferromex) –empresa subsidiaria del Grupo Ferroviario Mexicano fundada en 1998-, opera las líneas de El Ferrocarril Pacífico Norte y Chihuahua Pacífico, consideradas las líneas de mayor longitud en el sistema ferroviario del país al contar con 10 mil 461 kilómetros de vía. Conecta las principales ciudades del país: Guadalajara, Monterrey y Ciudad de México; así como los puertos de Manzanillo, Mazatlán, Topolobampo, Guaymas, Tampico y Altamira; así como las ciudades fronterizas de Mexicali, Nogales, Ojinaga, Ciudad Juárez y Piedras Negras. La actividad comercial consiste en la transportación de un 70 por ciento doméstico y un 30 por ciento internacional. El movimiento comercial de esta red consiste en maíz, trigo, harinas, frijol de soya, arroz, sorgo, cebada, gluten, melaza, sebo, grasas, concentrados y hortalizas. Asimismo, metales, productos de la fundición y siderúrgicos de todo tipo, minerales, metálicos y no metálicos de todo tipo, a granel y encostalado. También cementos en sus diferentes tipos, a granel y encostalados.¹⁹⁰

Finalmente, el Ferrocarril del Sureste (FERROSUR) une los puertos de Veracruz y Coatzacoalcos con la Ciudad de México, y puede mover carga entre el Pacífico y el Golfo de México. Como mercado tiene la industria automotriz y de autopartes de Puebla, a los productores agrícolas de los cinco estados que atraviesa, y a la industria petroquímica nacional; de materiales para la construcción, de las industrias minera, eléctrica, electrónica y metalmecánica. La ruta México-Veracruz-Coatzacoalcos de este ferrocarril es la segunda en cuanto a la mayor densidad de carga, después del Ferrocarril del Noreste.¹⁹¹

Respecto al aspecto tecnológico, la integración de empresas en México en coinversión con capitales y empresas extranjeras, sobre todo de Estados Unidos, implica –inevitablemente- que los ferrocarriles y sus insumos se importen del exterior, como cuando comienzan a ser construidos en México, pues aún cuando han transcurrido más de cien años de vida, no se logra crear una infraestructura

¹⁹⁰ ÍBID, p. 23-25.

¹⁹¹ Mares Paris, Eneas, Op. Cit., pp. 25-26.



tecnológica para la fabricación nacional de ferrocarriles y de sus insumos productivos.

La electricidad

En la actualidad, la electricidad es situada dentro de un sector industrial más amplio, el sector energético, junto al petróleo y otras fuentes de energía. Sin embargo, nos concentraremos sólo en el sector eléctrico. En el decenio de 1930 se considera a la electricidad y los equipos de generación y transmisión como componentes fundamentales de un sector estratégico de interés nacional para promover el crecimiento industrial y productivo. La electricidad y el petróleo se circunscriben dentro de una política energética de Estado. En esta perspectiva, en el decenio de 1930 se crea la Comisión Federal de Electricidad con el fin de generar y distribuir energía eléctrica con una visión nacional.

En el decenio de 1960 la industria eléctrica es nacionalizada, siendo el Estado, a través de la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión de Luz y Fuerza del Centro, el responsable de generar, transformar, distribuir y abastecer la energía eléctrica. Para lograr este objetivo, se desarrolla una política de subsidios gubernamentales a las tarifas eléctricas. El crecimiento de la infraestructura eléctrica, hasta fines de los años de 1980, se impulsa a través del endeudamiento externo.¹⁹²

En el decenio de 1990 la industria eléctrica es insertada en la lógica del mercado, es decir, de la maximización del beneficio económico, contraria a priorizar los objetivos sociales, como se sustenta desde el decenio de 1930. Se trata de la apertura del sector eléctrico nacional a las inversiones privadas. Para ello, en 1992 se modifica la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica en el esquema de

¹⁹² En 1983 el costo financiero de la deuda llega a representar el 76 por ciento del total de los productos obtenidos por la venta de energía eléctrica. Ver Sheinbaum Pardo, Claudia y Victor Rodríguez Padilla, "TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE INDUSTRIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA", *El Cotidiano*, No. 103, UAM, México, Septiembre-Octubre del 2000, p. 33.

apertura a la inversión privada en nueva generación, manteniendo la estructura de sector público dominante.¹⁹³

Con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), en 1994, se acentúa el proceso de desregulación y de la liberalización de la industria eléctrica a las inversiones privadas. Las empresas de Estados Unidos y Canadá pueden adquirir, establecer u operar plantas de generación para el autoabastecimiento; plantas para aprovechar el calor de los procesos industriales (cogeneración); plantas para vender toda la electricidad producida a la CFE (producción independiente); la venta de energía a la CFE en virtud de contratos de largo plazo, y exportar electricidad que no sea de servicio público e importar para el autoabastecimiento.¹⁹⁴

Con estas reformas, el sector privado puede ser propietario y operar la infraestructura para la prestación del servicio a particulares, participar en el financiamiento y la realización de las obras a cargo de CFE mediante contratos para la construcción de centrales, subestaciones, líneas de transmisión y equipos adicionales.

En 1990, la generación nacional neta es de 117 mil 093 giga watts/hora; y en 1997 asciende a 163 mil 588, de los cuales la CFE genera el 93 por ciento, mientras que los productores privados comienzan ya a figurar con la generación del 7 por ciento. En 1997, la participación es de 94 y 6 por ciento, respectivamente, en la generación total neta de electricidad en nuestro país. La capacidad instalada del sistema eléctrico nacional es de 36.1 Giga Watts (GW), de los cuales el 53 por ciento son generados por unidades de vapor convencional, de ciclo combinado y turbinas de gas; el 28 por ciento son generados por generación hidroeléctrica; el 7 por ciento son generados por carbón; el 6 por ciento son generados por unidades duales diseñadas para quemar carbón o combustóleo; el 2 por ciento son

¹⁹³ Sheinbaum Pardo, Claudia y Victor Rodríguez Padilla, Op. Cit., p. 33.

¹⁹⁴ Página electrónica de la Secretaría de Energía

generados por geotermia; y el 4 por ciento es de tipo nuclear (Central de Laguna Verde, Veracruz).¹⁹⁵

ELECTRIFICACIÓN EN MÉXICO

Año	Capacidad instalada (miles de kw)	Energía generada (millones de kwh)
1900	20	56
1910	110	308
1920	120	336
1930	510	1 464
1940	681	2 529
1950	1 235	4 423
1960	3 048	10 813
1965	4 165*	-
1970	7 414	28 608
1975	9 830	40 879
1976	11 460	44 632
1977	12 092	48 945
1978	13 992	52 977
1979	14 298	58 070
1980	14 625	61 868
1981	17 396	67 879
1982	18 390	73 225
1983	19 004	74 831
1984	19 360	79 507
1985	20 807	85 352
1986	21 266	89 383
1987	23 145	96 310
1988	23 954	101 103
1989	24 445	110 103
1990	25 299	114 317
1991	26 799*	112 760
1992	27 068*	-
1993	29 204*	-
1994	31 649*	-
1995	33 908*	-

Fuente: Rogelio Álvarez, José, *Enciclopedia de México*, Tomo V, Ed. EdeM, México, 1993.

(*)Datos tomados de Campos Aragón Leticia (Coordinadora), *Experiencias concretas de innovación y aprendizaje tecnológico en la empresa Luz y Fuerza del Centro*, PUE-IIE-UNAM, México, 1997. Tabla 2, p. 19.

Hasta el decenio de 1980, bajo la política de protección industrial que viene desde los años cuarenta, el desarrollo de la industria eléctrica establece encadenamientos con otros sectores industriales que en promedio alcanzan un 70 por ciento de integración. No obstante, los generadores, las turbinas, los

¹⁹⁵ Ardo, Claudia y Victor Rodríguez Padilla, Op. Cit. p. 33.

componentes del generador de vapor y del equipo digital para control y protección, continúan importándose. A partir del decenio de 1990 la CFE vuelve a importar equipos que antes se producían nacionalmente como transformadores de distribución americanos, transformadores de potencia brasileños, conductores eléctricos americanos y polacos, y apartarrayos americanos para sistemas de distribución. Asimismo, con inversiones procedentes de Rusia, Polonia, Alemania y Brasil se construyen centrales, subestaciones y líneas completas. Los nuevos conceptos que cobran importancia son los de calidad, competitividad, productividad y precio.¹⁹⁶

En la actualidad, el sector eléctrico nacional está constituido por dos compañías públicas: Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza del Centro, "que en conjunto cuentan con 73 unidades de generación hidroeléctrica; 29 unidades de vapor; 2 carboeléctricas; una dual; dos de ciclo combinado; 34 de turbogas; 7 de combustión interna; 5 geotérmicas; una nuclear y una eoelectrica. Cuenta con 400 mil kilómetros de líneas de transmisión y distribución, una capacidad de 136 millones de Volt-Amperes en subestaciones de transmisión y distribución, 604 mil transformadores de distribución y más de 20.7 millones de usuarios".¹⁹⁷

La dependencia tecnológica y el subdesarrollo económico

A pesar de que desde el decenio de 1930 se promueven las políticas científicas y tecnológicas,¹⁹⁸ la políticas de industrialización se orientan a la protección de los artículos manufacturados para el consumidor, pero no al equipo de capital, pues se pretende mantener bajos los costos de los insumos productivos; diferenciales

¹⁹⁶ Reséndiz-Néñez, Daniel (Coordinador), Op, Cit, p. 222.

¹⁹⁷ Sheinbaum Pardo, Claudia y Victor Rodríguez Padilla, "TENDENCIAS Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA" *El Cotidiano*, No. 103, septiembre-octubre del 2000, UAM, México, pp. 34-35.

¹⁹⁸ Se trata de las medidas colectivas que adopta un gobierno con el fin de fomentar el desarrollo de la investigación científica y técnica; así como las medidas que implementa para explotar los resultados de esta investigación hacia objetivos políticos generales.

Salomon, Jean-Jacques, Francisco Sagasti y Céline Sachs, *Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo*, Editorial de las Naciones Unidas, CIDE, Lecturas del Trimestre Económico-FCE, México, 1996, p. 60.

tasas de cambio o tasas sobrevaluadas, con el fin también de mantener bajos los costos del equipo y los insumos productivos importados; incentivos fiscales y una política de subsidios directos para favorecer la inversión; y tasas fijas de interés bajo.¹⁹⁹ Se trata de una estrategia que privilegia la importación indiscriminada de tecnología. Con las políticas en ciencia y tecnología, la educación es concebida como el eje de la formación técnica y de la investigación tecnológica, para lo cual se crean institutos de investigación científica y tecnológica como el Instituto Mexicano del Petróleo, el Instituto de Investigaciones Eléctricas y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, entre otros, con el fin de satisfacer las necesidades de energía.

Con el CONACyT, a partir de 1970, y las políticas expresas en ciencia y tecnología, se fortalece la infraestructura científica impulsando la enseñanza técnica, con la creación de instituciones de educación superior y reorganizando el sistema de institutos tecnológicos. Se observan innovaciones en la industria química y en los sectores de capacidad permanente²⁰⁰ (agricultura, construcción, astronomía, construcción, salud y arquitectura), pero sus avances en el período no tienen un efecto amplio para interrelacionar la ciencia, la tecnología, la educación y la producción.²⁰¹

Desde principios del decenio de 1980 comienza un proceso de reestructuración de la economía, que continúa a lo largo del decenio de 1990 con el nombre de 'modernización' económica. Este esquema —con cierto parecido al modelo de industrialización promovido durante el período de 1880-1910, en cuanto a que busca constituir un sector exportador que dinamice la economía—, ha impulsado una apertura indiscriminada de la economía a las inversiones externas y una profunda desregulación de las actividades productivas. La diferencia es que ahora

¹⁹⁹ Sheahan, John, Modelos de desarrollo en América Latina, CONACULTA-Alianza Editorial Mexicana, México, 1990, p. 117.

²⁰⁰ Los sectores de capacidad permanente son aquellos donde nuestro país ha hecho contribuciones importantes a lo largo de la historia, desde la época prehispánica.

²⁰¹ Corona, Leonel, *IBÍD.*, p. IV.

se busca fortalecer el sector manufacturero como el dinamizador del crecimiento y no sólo la exportación de bienes primarios.

Desde 1970 se busca crear capacidades tecnológicas propias, partiendo del aprendizaje y de la asimilación de la tecnología externa, de un proceso evolutivo donde hay una etapa de "imitación y retraso" y otra siguiente de adecuación y creatividad científica y tecnológica,²⁰² es decir, mediante un proceso de transferencia, absorción y adaptación de tecnología extranjera. En esta perspectiva se promulgan las leyes de transferencia de tecnología y de inversión extranjera, y se pone en marcha una estrategia para desarrollar la industria de bienes de capital.

Con el establecimiento de empresas maquiladoras (de manufacturas de plástico, de prendas de vestir y de ensamble electrónico)²⁰³ en ciudades fronterizas, a partir del decenio de 1960, se atraen al país industrias y tecnologías desde el exterior. No obstante, se trata de industrias no intensivas en tecnologías sino basadas en procesos de trabajo extensivos (excepto en algunas industrias con procesos más automatizados), dado la abundancia de mano de obra barata. Con algunas características similares a las registradas en el período de industrialización de 1880-1910, cuando se introducen los ferrocarriles y los generadores eléctricos, las maquiladoras no se han integrado verticalmente con unidades productivas locales que les proporcionen parte de los insumos necesarios para su ensamblado, pues los insumos no se producen por empresas nacionales y se importan del exterior; aunque favorecen la introducción de la Revolución Científico-Tecnológica.²⁰⁴

En los decenios ochenta y noventa se aplican en México las políticas de ajuste, de liberalización comercial, de propiedad intelectual (patentes) y de inversión

²⁰² Corona, Leonel, *Ibid.* Ver también a Mulas Del Pozo, Pablo (Coordinador), Jesús Álvarez, Francisco, J. Carrillo G. y Otros, *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, Academia de la Investigación Científica-Academia Nacional de Ingeniería-FCE, México, 1995, p. 51.

²⁰³ . Por 'maquila' se entiende cualquier manufactura parcial en ensamble o empaque llevado a cabo por una empresa que no es el fabricante original.

²⁰⁴ Corona, Leonel, *Op. Cit.*, p. IV.

extranjera. A fines de la década de 1970 se produce el auge petrolero y la maduración de las inversiones en grandes plantas construidas, y se establecen los sectores exportadores automotriz, químicos, acero, computadoras y otros.

El Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN), nos integra a las economías del Estados Unidos y Canadá, y con ello nos permite generar oportunidades institucionales de acceso y cooperación científica y tecnológica con los sectores de vanguardia. Con la apertura económica accedemos al sector de conocimientos aprovechando la infraestructura científica y tecnológica existente.²⁰⁵ Esta posibilidad, sin embargo, representa hoy un enorme reto dada la escasez de recursos financieros; y porque los conocimientos tecnológicos son controlados por las corporaciones transnacionales, quienes transfieren los avances tecnológicos a sus propias matrices situadas en los países subdesarrollados, ejerciendo todo un monopolio tecnológico.²⁰⁶

Las tecnologías de vanguardia en los sectores de la microelectrónica, biotecnología, tecnologías espaciales, nuevas tecnologías energéticas, los nuevos materiales (polímetros, fibra óptica), tecnología del espacio, tecnología energética, telecomunicaciones y la robótica y las máquinas herramienta, pueden fortalecer las capacidades en la ciencia, la tecnología, la producción y la educación para impulsar un desarrollo económico. La "revolución de la informática revaloriza las técnicas pues permite un uso más eficiente, dado que las telecomunicaciones dan pie a la integración de redes en múltiples actividades, desde las artesanales, industriales y de producción flexibles".²⁰⁷ Lo anterior implica que el papel del Estado debe fortalecer la infraestructura que demanda la Revolución Científico-Técnica actual, y no sólo privatizarla, pues sólo de este modo se generan las posibilidades de potenciar las aplicaciones tecnológicas y los mecanismos de transferencia de tecnología. Una nueva política de industrialización no debe

²⁰⁵ IBÍD, p. V.

²⁰⁶ Olave C., Patricia, Op. Cit., p. 198. Ver también a Amín, Samir, Op. Cit., p. 10.

²⁰⁷ El Dr. Leonel Corona plantea volver real la globalización para nuestro país y una palanca para el desarrollo y no sólo virtual como ha sucedido en otros procesos históricos, sin renunciar a nuestra identidad. Ver Corona, Leonel, (1998), pp. VII-VIII.

reducirse sólo a acciones de incorporar nuevos equipos e instalaciones y a capacitar mano de obra para su empleo en la producción.

Con la presencia de industrias maquiladoras,²⁰⁸ las políticas científicas y tecnológicas no pueden orientarse a la formación de técnicos eficientes sólo para dar servicios de mantenimiento a la tecnología externa introducida en determinadas regiones del país bajo la forma de enclaves, aprovechando otra vez la mano de obra barata, el bajo costo de su instalación y los beneficios fiscales y aduaneros.

²⁰⁸ Sobre el tema de las maquiladoras y los eslabonamientos con la industria nacional Ver Morales, Josefina, (Coordinadora), *El eslabón industrial: cuatro imágenes de la maquila en México*, México, Ed. Nuestro Tiempo, 2000.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Aires, R. U., *La próxima revolución industrial*, México, Ed. Gernica, 1978.
- Ait-El-Hadj, Snai, *Gestión de la tecnología. La empresa ante la mutación tecnológica*, Barcelona, Addison-Wesley Iberoamericana, 1990.
- Amín, Samir, *El capitalismo en la era de la globalización*, Ed. Piados Iberia, España, 2000.
- Bernal, John D., *La ciencia en la historia*, México, Ed. Nueva Imagen, 1992.
- Bethel Leslie, *Historia de América Latina*, Vol. 9, Ed. Cambridge University Press, Critica Barcelona, 1992.
- Brown C. Jonathan, "TRABAJADORES NATIVOS Y EXTRANJEROS EN EL MÉXICO PORFIRIANO", en *Siglo XIX, Cuadernos de Historia*, Monterrey, México, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora y Facultad de Filosofía y Letras de la UANL, Año III, Número 9, mayo-agosto de 1994.
- Campos Aragón Leticia (Coordinadora), *Experiencias concretas de innovación y aprendizaje tecnológico en la empresa Luz y Fuerza del Centro*, PUE-IIE-UNAM, México, 1997.
- Cárdenas, Enrique (Compilador), *Historia económica de México*, Lecturas del Trimestre Económico, FCE, No. 64, Vol. I, 1992.
- Cardoso, Ciro, *México en el siglo XIX, 1821-1910. Historia económica de la estructura social*, México, Ed. Nueva Imagen, 1988.
- Casas Campillo, Carlos, "INDUSTRIALIZACIÓN DEL BARBASO" en Corona, Leonel, *Universidades en la política científico tecnológica en México*, Informe Final, GEFE-SEP, 1982.
- Casas, Rosalba, *El Estado y la política de la ciencia en México*, Cuadernos de Investigación Social II, IIS-UNAM, 1985.
- Ceruti, Mario. "FERROCARRILES Y ACTIVIDAD PRODUCTIVA EN EL NORTE DE MÉXICO, 1880-1910" en Caro García, Concepción, Enrique Rajchemberg Sznajer y Otros, *Historia Económica de México I*, Paquete de Lecturas, Facultad de Economía-UNAM, México, 1999.
- Cipolla, Carlos M. (Editor), *Historia económica de Europa (3). La revolución industrial*, Barcelona, España, Ed. Ariel, 1983.

Chavero González, Adrián y Otros, *México: Ciencia y tecnología*, IPN-IIES-UNAM, México, 1993.

Coatsworth, John. *Los orígenes del atraso en México. Nueve Ensayos de Historia Económica de México. Siglos XVIII y XIX*, Alianza Editorial Mexicana, México, 1990.

-----*Crecimiento contra desarrollo: El impacto económico de los ferrocarriles en el porfiriato, I*, México, Ed. SEPSETENTAS 271, 1976.

-----"LOS FERROCARRILES, INDISPENSABLES EN UNA ECONOMÍA ATRASADA: EL CASO DE MÉXICO", en CÁRDENAS, ENRIQUE (COMPILADOR). *Historia económica de México*, Lecturas del Trimestre Económico, FCE, No. 64, Vol. I, 1992.

Corona, Leonel. *Universidades y política científica y tecnológica en México. Informe Final*. Tomo I, FE-UNAM, 1984.

-----*Situación actual de las EBTs en México*, FE-UNAM, INDICO, Serie Cuadernos de Investigación, 1993.

-----CONDICIONES HISTÓRICAS Y TECNOLÓGICAS DE MÉXICO ANTE LA GLOBALIZACIÓN, MÉXICO, *Revista Informa*, septiembre-octubre, 1998, Núm. 5, ADIAT.

----- (Coordinador), *Teorías económicas de la tecnología*, Ed. IPN-JUS-CIECAS, México, 1999.

Corona, Leonel y Consuelo González, *Alerta tecnológica para el México del siglo XXI*, México, DEP-FE-UNAM, 1988.

Crespo, Horacio, Sergio Reyes Retana y Otros. *Historia del azúcar en México*, Tomo I, Azúcar, S.A.-FCE, México, 1988.

Cosío Villegas, Daniel, *Historia moderna de México. El porfiriato. Vida económica*, T. V, Ed. Hermes, México-Buenos Aires, 1957.

Deane, Phyllips, *La primera revolución industrial*, Barcelona, España, Ed. Península, 1972.

De la Garza Toledo, Enrique. "LA INTEGRACIÓN DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN MÉXICO", en *VII Coloquio de Antropología e Historia Regionales*, Zamora Michoacán, 28-31 de octubre de 1985, El Colegio de Michoacán, México.

-----*Historia de la industria eléctrica en México*, Tomo I, UAM, México, 1994.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Derry, T. K. y Trevor I. Williams. *Historia de la tecnología*, V Volúmenes, México, Ed. Siglo XXI, 1992.

Dosi, Giovanni, Kleith Pavitt y Luc Soete, *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, SECOFI/CONACYT, México, 1993.

-----*Tecnología y comercio: Un panorama de los textos publicados*, SECOFI/CONACYT, México, 1993.

Espinoza, Gisela. "EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA EN MÉXICO DURANTE EL PORFIRIATO", *VII Coloquio de Antropología e Historia Regionales*, Zamora Michoacán, 28-31 de octubre de 1985, El Colegio de Michoacán, México.

Fajnzylber, Fernando, *La industrialización trunca de América Latina*, Ed. Nueva Imagen, México, 1983.

-----*(Selección), Industrialización e internacionalización en América Latina*, Lecturas de El Trimestre Económico No. 34, FCE, México, 1981.

Forbes, R. J., *Historia de la Técnica*, F. C. E., México - Buenos Aires, 1958.

Garza, Gustavo, *El proceso de industrialización en la ciudad de México 1821-1970*, El Colegio de México, México, 1985.

Gerschenkron, Alexander, *Atraso económico e industrialización*, Barcelona, España, Ed. Ariel, 1973.

De Gortari, Eli, "DEL SABER Y LA TÉCNICA EN EL MÉXICO ANTIGUO". *Complemento del Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos*. Nueva Época, 3, México: UNAM. 1987.

Greshman Chapan, John. *La construcción del ferrocarril mexicano (1837-1880)*, México, 1975.

Haber, H. Stephen, *Industria y subdesarrollo. la industrialización de México, 1890-1940*, México, Alianza Editorial, 1992.

Hansen, Roger D., *La política del desarrollo mexicano, Siglo XXI*, México, 1978.

Hernández Palacios, Juan, "PETROQUÍMICA BÁSICA EN MÉXICO", *VII Coloquio de Antropología e Historia Regionales. Industria y Estado en la vida de México*, 28-31 de octubre de 1985, El Colegio de Michoacán, México.

Hewitt de Alcántara, Cynthia. *La modernización de la agricultura mexicana (1940-1970)*, Siglo XXI, México, 1982.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Hirschman, Alberto O., *La estrategia del desarrollo*, FCE, México, 1981.
- Huberman, Leo, *Los bienes terrenales del hombre. Historia de la riqueza de las naciones*, Nuestro Tiempo, México, 1980.
- Katz, Friedrich, "MÉXICO: LA RESTAURACIÓN DE LA REPÚBLICA Y EL PORFIRIATO. 1867-1910", en Bethel Leslie, *Historia de América Latina*, Vol. 9, Ed. Cambridge University Press, Crítica Barcelona, 1992.
- Kuntz Ficker, Sandra y Paolo Riguzzi (Coordinadores). *Ferrocarriles y vida económica en México (1850-1950)*, El Colegio Mexiquense, FNM, UAM-X, 1996.
- Kuntz Ficker, Sandra. *Empresa extranjera y mercado interno. El ferrocarril Central Mexicano, 1880-1907*, El Colegio de México, 1995.
- Landes David, S., *Progreso tecnológico y revolución industrial*, Madrid, Ed. Tecnós, 1979.
- Macedo, Pablo, *Evolución mercantil, comunicaciones y obras públicas. La hacienda pública*, Facultad de Economía, UNAM, México, Colección Clásicos de la Economía Mexicana, 1989.
- Madisson, Angus. *La economía mundial en el siglo XX*, FCE, México, 1992.
- Marion Singer, Marie Odile. "LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD". VOL. 4, en *La antropología en México*, México, INAH, 1987.
- Martínez, Eduardo (Editor). *Ciencia, tecnología y desarrollo: Interrelaciones teóricas y metodológicas*, Chile, ONU-UNESCO-CEPAL-ILPES-CYTED, en Nueva Sociedad, 1994.
- Moreno, Roberto. "ENSAYOS DE HISTORIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN MÉXICO", Serie *Historia de la ciencia y la tecnología*, 2, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, 1986.
- Mori, Giorgio, *Revolución industrial. Economía y sociedad en Gran Bretaña en la Segunda Mitad del siglo XVIII*, Barcelona, Ed. Crítica, 1987.
- Mulas Del Pozo, Pablo (Coordinador), *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, Academia de la Investigación Científica-Academia Nacional de Ingeniería-FCE, México, 1995.
- North, Douglass C., *Estructuras y cambio en la historia económica*, Madrid, España, Ed. Alianza, 1994.
- Ortiz Hernán, Sergio, *Los ferrocarriles de México. Una visión social y económica*, SCT, Dirección General de Ferrocarriles en Operación, México, 1976.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Paillés Hernández, María De La Cruz. "SEGUNDA EXPEDICIÓN CIENTÍFICA MEXICANA" en *La Antropología en México*, México, INAH, 1987, 15 Vols.

Ramos E., Carmen. "ESTADO E INDUSTRIA TEXTIL. EL SIGLO XIX", en *VII Coloquio de Antropología e Historia Regionales*, Zamora Michoacán, 28-31 de octubre de 1985, El Colegio de Michoacán, México.

Reséndiz-Núñez, Daniel (Coordinador), *El sector eléctrico en México*, CFE / FCE, México, 1994.

Rojas, Beatriz (Coordinadora), *El poder y el dinero. Grupos y regiones mexicanos en el siglo XIX*, Instituto Mora, México, 1994.

Rosales Ortiz, Rocío, *Globalización y regiones en México*, UNAM-PORRÚA, México, 2000.

Rosenzweig, Fernando. "LA EVOLUCIÓN ECONÓMICA DE MÉXICO, 1870-1940", *Lecturas del Trimestre Económico*, Vol. LVI, Núm. 1, México, Enero - Marzo de 1989, Ed. FCE.

-----"EL DESARROLLO ECONÓMICO DE MÉXICO, 1877 A 1911", en Cárdenas, Enrique (Coordinador), *Historia Económica de México, Lecturas del Trimestre Económico*, Núm. 64, México, FCE, 1992.

Salomon, Jean-Jacques, Francisco Sagasti y Céline Sachs, *Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo*, Editorial de las Naciones Unidas, CIDE, *Lecturas del Trimestre Económico-FCE*, México, 1996.

Sánchez Flores, Ramón. *Historia de la tecnología y de la invención en México. Introducción a su estudio y documentos para los anales de la técnica*, México, FCE BANAMEX, 1980.

Sánchez Valdés, María Teresa Y Raúl Reissner. "EL DESPUNTE DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (1862-1867)". VOL. 1, en *La Antropología en México*, México, INAH, 1987.

Senghaas, Dieter. *Aprender de Europa*, Ed. Alfa, Barcelona/Caracas, 1985.

Sheahan, John, *Modelos de Desarrollo en América Latina*, CONACULTA-Alianza Editorial Mexicana, México, 1990.

Trabulse, Elías, *Ciencia y tecnología en el nuevo mundo*, FCE-COLMEX, MÉXICO, 1994.

Villoro, Luis, *Historia general de México*, El Colegio de México, México, 1987.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Wionczek, Miguel S. Y Otros. *La transferencia internacional de tecnología. El caso de México*, F. C. E., México, 1988.

Womack, James P., Daniel T. Jones y Daniel Ross, *La máquina que cambió al mundo*, Madrid, McGrawHill, 1990.

REFERENCIAS HEMEROGRÁFICAS

Revista "*Aportes*", Revista de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, No. 9, Septiembre-Diciembre de 1998.

Revista "*Archipiélago*", Revista Cultural de Nuestra América, No. 24, Enero-Febrero del 2000.

Revista "*Informa*", septiembre-octubre, 1998, México, No. 5, ADIAT.

Revista "*El Cotidiano*", No. 103, UAM Azcapotzalco, México, Septiembre-Octubre del 2000.

Revista "*Economía Informa*", No. 281, Facultad de Economía, México, Octubre de 1999.

Revista "*Certeza Económica*", No. 13, Agosto-septiembre, México, 1999; No. 14, Octubre-Noviembre 1999; y No. 28, Mayo del 2001.

Revista "*Economía Nacional*", No. 246, Enero 2001, México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN