



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

“ANÁLISIS DE LAS REVOLUCIONES
TECNOLÓGICAS Y SU IMPACTO EN LA
ECONOMÍA: EL CASO DE LA INDUSTRIA
ELÉCTRICA EN MÉXICO”

T E S I N A

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A

RODRIGO LÓPEZ ROBLES



ASESORA DE TESIS:

MTRA. KENYA GARCÍA CRUZ

SANTA CRUZ ACATLÁN, EDO. DE
MÉXICO, (2020)



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 mi madre, mi padre y mi hermano,
por su apoyo y amor incondicional.

A la Maestra Kenya,
por su calidad profesional y humana.

«Aquí, ¿qué sucede realmente, se levanta un ideal o se derriba?», puede que se me pregunte... Pero ¿os habéis preguntado a vosotros mismos alguna vez lo suficiente qué precio ha habido que pagar en este mundo para levantar *todo* ideal? ¿Cuánta realidad tuvo que ser calumniada y malentendida para ello, cuánta mentira justificada, cuánta conciencia trastocada, cuánto «Dios» inmolado en cada ocasión? Para que se pueda levantar un santuario es *necesario destruir un santuario*: esta es la ley, ¿que alguien me muestre un caso en que no se cumpla!...

Friedrich Nietzsche, 1887

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	3
Planteamiento del problema	5
Marco espacial y temporal.....	6
Preguntas de investigación, hipótesis principal y pregunta auxiliar.....	7
Objetivos de la investigación.....	8
Justificación	8
Metodología.....	9
CAPÍTULO I. Ciclos económicos y revoluciones tecnológicas	11
1.1 Dinámica del crecimiento económico	11
1.2 Historia del análisis de los ciclos económicos largos.....	14
1.3 Capitalismo e innovación	16
1.4 Revoluciones tecnológicas y cambio de paradigma.....	20
1.5 Fases de las revoluciones tecnológicas.....	24
1.5.1 Fase de irrupción	24
1.5.2 Fase de frenesí	25
1.5.3 Intervalo de reacomodo	26
1.5.4 Fase de sinergia	27
1.5.5 Fase de madurez	28
1.6 La energía eléctrica y su dimensión socioeconómica.....	30
CAPÍTULO II. La industria eléctrica en México y la tercera revolución tecnológica.....	35
2.1 La irrupción de una nueva era	36
2.2 El frenesí industrial del porfirismo.....	42
2.3 Crisis de 1895	45
2.4 Florecimiento de la producción eléctrica.....	48
CAPÍTULO III. La industria eléctrica durante la cuarta revolución tecnológica	52
3.1 El fin de una era y el cambio de régimen	53
3.2 La reestructuración política de México y el nuevo marco institucional.....	61
3.3 La gran depresión	64
3.4 Hacia una nueva senda de crecimiento.....	66
3.5 La estabilidad macroeconómica y la inestabilidad social.....	73
CAPÍTULO IV. Conclusiones.....	80
Reflexión: presente y futuro de la industria eléctrica	83
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	87

RESUMEN

La presente tesina tiene como propósito profundizar en el conocimiento de las revoluciones tecnológicas mediante un análisis empírico de la historia de la industria eléctrica en México durante el periodo de finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, vinculándolo con los postulados teóricos de Carlota Pérez, quien propone tres factores claves en el desarrollo de las fases de los ciclos tecnológicos: el surgimiento de innovaciones tecnológicas, el uso del capital financiero y la readaptación del marco institucional.

Los datos para realizar la investigación fueron extraídos de diferentes fuentes historiográficas y series de tiempo sobre el desarrollo económico, político y social de México durante dicha época, haciendo énfasis en la historiografía que trata particularmente a la industria eléctrica.

En la introducción se aborda el protocolo de investigación, exponiendo el planteamiento del problema, el marco espacial y temporal, las preguntas de investigación principal y secundaria, la hipótesis principal y secundaria, los objetivos de la investigación, la justificación y la metodología a usarse.

El primer capítulo refiere al marco teórico aplicado, el cual se basa principalmente en los postulados neo-schumpeterianos, siendo Joseph Schumpeter y Carlota Pérez los principales autores citados. Aquí se exponen las principales explicaciones teóricas al fenómeno de los ciclos económicos largos, esto como antecedente de la investigación, y se detalla la teoría del ciclo tecnológico como determinante en el proceso evolutivo del sistema capitalista,

enunciando las características que delimitan cada fase del ciclo y resaltando la relevancia que tiene el proceso de destrucción creadora dentro del cambio de paradigma; también, se explica la importancia que tiene la energía eléctrica en el desarrollo socioeconómico.

En el tercero y cuarto capítulo se hace una narrativa de los principales acontecimientos históricos en el desarrollo de la industria eléctrica en México durante la tercera y cuarta revolución tecnológica respectivamente, estudiando su impacto sobre la economía y complementando con análisis gráficos de la serie de tiempo de la capacidad instalada para generación de energía así como de indicadores bursátiles. Con esto se evidencia que los tres factores claves en las revoluciones tecnológicas actúan de forma sinérgica, lo que explica el comportamiento de cada fase del ciclo al modelar el paradigma tecnoeconómico, existiendo algunas particularidades en el caso de la industria eléctrica mexicana.

El capítulo final corresponde a las conclusiones, donde se retoman las principales respuestas dadas con miras al cumplimiento del objetivo general y los objetivos específicos planteados en el documento. También se hace una reflexión sobre los resultados de la investigación con el fin de enunciar recomendaciones para un sano desarrollo futuro de la industria eléctrica en nuestro país.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las grandes apuestas para incentivar el crecimiento y desarrollo económico de un país ha sido el fomento de las innovaciones tecnológicas. Indiscutiblemente el inicio del siglo XXI ha estado marcado por dos fenómenos a nivel mundial: la *Cuarta Revolución Industrial* y la continuidad de la *Globalización* presentada durante las últimas décadas del siglo XX. El primero liderado por la I+D (investigación y desarrollo) y las TIC (tecnologías de la información y comunicación), mientras que la globalización se ha vuelto la tendencia económica de los países hacia una dimensión mundial. Ambos fenómenos han actuado de forma conjunta para propiciar la creación y distribución de nuevas tecnologías que juegan un rol fundamental en la economía moderna.

México ha participado activamente en esta dinámica. Con 13 tratados de libre comercio con 50 países,¹ nuestro país es una de las economías más abiertas al mundo. Además, la mayor potencia económica del mundo actual, los Estados Unidos de América, es nuestro principal socio comercial, el cual provee el 51% del total de bienes y servicios que importa nuestro país.² Por otro lado, México se caracteriza por su alto nivel de adquisición de bienes tecnológicos; las TIC representaron el 15.1% del total de importaciones de bienes en el 2017, muy por encima del promedio mundial de 12.9%, lo que colocó a nuestro país entre los 10 principales importadores de TIC a nivel mundial.³

¹ Secretaría de Economía. <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-contratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>. Consultado en abril del 2020.

² The Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/profile/country/mex> Consultado en diciembre del 2019.

³ Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes) año 2017. Banco Mundial.

A pesar de que nuestro país destaca en esos ámbitos, esto no se ha traducido en grandes beneficios macroeconómicos: en 2018 el PIB creció un ritmo del 2.1%, misma cifra que en 2017;⁴ si tenemos en cuenta que a nivel mundial la tasa de crecimiento promedio en 2018 fue de 3.6%, y de los países G20 fue 3.5%,⁵ vemos que México se encuentra por debajo de la media.

En 2019 el Foro Económico Mundial publicó su Índice de Competitividad Global 4.0 donde analizó el rendimiento de 141 economías dentro del contexto de la Globalización y la Cuarta Revolución Industrial. México ocupó el 48° puesto del listado, siendo esta su clasificación en cada uno de los rubros: 98° lugar en instituciones, 54° en infraestructura, 74° en adopción de las TIC, 41° en estabilidad macroeconómica, 60° en salud, 89° en habilidades, 53° en mercado de productos, 96° en mercado laboral, 64° en sistema financiero, 11° en tamaño de mercado, 41° en dinamismo de negocios y 52° en capacidad de innovación.⁶

Nuestro país ocupó los últimos puestos en la evaluación de las instituciones públicas, rubro que califica el desempeño del Gobierno, el respeto a las garantías individuales, la orientación de las políticas públicas, etc. De igual forma, hay un bajo rendimiento en el rubro de habilidades (cualificación de la fuerza de trabajo, nivel educativo, etc.). Mientras que existe una posición intermedia en adopción de TIC (uso del internet, cantidad de dispositivos móviles, etc.) y en capacidad de innovación (número de publicaciones científicas, patentes registradas, etc.).

⁴ Crecimiento del PIB (% anual) año 2018. Banco Mundial.

⁵ Crecimiento del PIB real. Extraído de “Perspectivas Económicas Intermedias” OCDE. 6 de marzo del 2019.

⁶ World Economic Forum. The Global Competitiveness Report 2019. P.386.

Estos datos revelan un contraste entre los objetivos de las políticas económicas que se han aplicado en el país con miras a alcanzar un mayor nivel de desarrollo, y los resultados obtenidos. La activa participación de México en la Globalización y en la Cuarta Revolución Industrial no han sido suficientes para fortalecer las instituciones del Estado, aumentar las habilidades de los trabajadores o incrementar la asimilación de las TIC dentro de la población, entre otras cosas.

Para comprender mejor por qué existe dicho contraste resulta necesario entender de qué manera nuestro país ha participado en los procesos de cambios industriales y tecnológicos que han ocurrido durante el desarrollo del sistema capitalista. Estudiando las dinámicas ocurridas en periodos pasados se arroja una luz para entender mejor las características de la economía del presente.

Planteamiento del problema

La presente tesina tiene como fin ahondar en el conocimiento de las revoluciones tecnológicas y su relación con el crecimiento económico, mediante un análisis empírico de la historia de la industria eléctrica en México durante finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX.

A pesar de que México importa tecnologías al poco tiempo después de que éstas surgen en los países desarrollados, las características políticas y económicas de nuestro país limitan el impacto dinamizador que tienen las revoluciones tecnológicas sobre la economía. Esto se debe a que las políticas económicas no promueven un desarrollo industrial nacional capaz

de tener una alta *capacidad de absorción*⁷ y creación tecnológica, causando dependencia de capitales, conocimientos e insumos extranjeros.

México fue uno de los países líderes en la electrificación a nivel mundial; al poco tiempo que surgió esta industria en los países núcleo se construyeron grandes obras de infraestructura en nuestro país que contaban con tecnología de punta. Sin embargo, esto no se tradujo en un elevado crecimiento económico sostenido a largo plazo debido a múltiples factores: la incapacidad de crear tecnología nacional que compitiera contra la extranjera, el desinterés por fomentar una educación científica y técnica sobre la industria eléctrica, la ineficiencia de las instituciones para regular la nueva industria y la preponderancia del capital extranjero frente al capital nacional, quienes no tenían ningún tipo de restricción para explotar los recursos de nuestro país, velando principalmente por sus intereses y no por un bienestar general.

Marco espacial y temporal

Esta investigación abarca la historia económica de la industria eléctrica en México desde sus inicios, a finales del siglo XIX, hasta mediados del siglo XX, siendo los periodos temporales correspondientes a la tercera y cuarta revolución tecnológica. Hay que destacar que las periodizaciones temporales de cada etapa de dichas revoluciones están establecidas según los postulados neo-schumpeteriano.

⁷ Es un concepto definido por Cohen y Levinthal (1989) como la habilidad para reconocer el valor de la nueva información, asimilarla y aplicarla.

Preguntas de investigación, hipótesis principal y pregunta auxiliar

Pregunta de investigación: ¿Qué factores determinaron el desarrollo de la industria eléctrica en México a finales del siglo XIX y durante la primera mitad del siglo XX?

Hipótesis principal: la industria eléctrica llegó a México a finales del siglo XIX y desde su aparición incidieron tres factores claves en su desarrollo: el surgimiento de innovaciones tecnológicas, el uso del capital financiero y la readaptación del marco institucional. El comportamiento sinérgico de estos tres factores permite explicar cómo la tercera y cuarta revolución tecnológica fueron avanzando entre sus diferentes fases, reconstruyendo el paradigma socioeconómico por medio del proceso de destrucción creadora, lo que obedece a la teoría neo-schumpeteriana.

Pregunta auxiliar: ¿Qué implicaciones económicas tuvo el comportamiento de estos tres factores?

Hipótesis secundaria: el desarrollo de la industria eléctrica en el país dependió casi por completo de la importación de tecnología extranjera a fin de desarrollar la industria eléctrica, limitando el progreso autónomo nacional; por su parte, el mercado bursátil mexicano fue ineficiente para encaminar los capitales nacionales hacia inversiones duraderas, prefiriendo formas especulativas; por último, la falta de políticas con visión a largo plazo provocó que el Estado no desarrollara instituciones y normas que regularan la explotación de los recursos nacionales, llevando a que la industria fuera dominada por capitales extranjeros que velaban principalmente por sus intereses.

Objetivos de la investigación

Objetivo general: examinar el comportamiento que tuvieron las innovaciones, el capital financiero y el marco socioinstitucional dentro de la historia de la industria eléctrica en México.

Objetivos específicos:

- Asociar las distintas fases de las revoluciones tecnológicas según los postulados de Carlota Pérez con el desarrollo de la industria eléctrica en México.
- Analizar los elementos que permitieron a las revoluciones tecnológicas transitar entre sus distintas fases.
- Explicar la relación entre el desarrollo de la industria eléctrica y el crecimiento económico del país.

Justificación

La investigación adquiere significancia en tanto que la escasez de estudios similares en países en vías de desarrollo como México, obligan a reflexionar sobre la propia historia económica. La literatura existente sobre el tema contiene estudios similares que se han llevado a cabo en países desarrollados, cuyas diferentes estructuras económicas cuentan con una mayor facilidad para producir y asimilar nuevas tecnologías. No obstante, es importante conocer cómo se comportan las revoluciones tecnológicas bajo las circunstancias de nuestro país.

De igual forma, la relevancia que ha tenido la energía eléctrica en todo el mundo hace que sea necesario entender su dimensión socioeconómica, puesto que, ha transformado profundamente el paradigma tecnoeconómico y social a tal grado que los avances tecnológicos actuales serían impensables sin el progreso de la industria eléctrica. Por ello, el estudio empírico de la historia de dicha industria en México es significativo en tanto ayuda a develar cómo ha sido la participación de nuestro país dentro de las revoluciones tecnológicas y de esta forma reflexionar sobre cuáles son las directrices que se deben tomar para encaminarse a un crecimiento económico sostenido y que sea en pro del bienestar común.

Metodología

A través de una metodología inductiva se busca develar los mecanismos económicos latentes dentro de la historia de la industria eléctrica en México, para comprender mejor el comportamiento de la tercera y cuarta revolución tecnológica, así como su grado de influencia sobre el crecimiento económico. Con este fin se propone la siguiente metodología:

En primer lugar, se hará un estudio de la historia económica de la industria eléctrica mexicana, analizando cada uno de los elementos que incidieron en su desenvolvimiento. Enfatizando en los tres principales pilares de las revoluciones tecnológicas: las innovaciones, el capital financiero y el marco socioinstitucional. Estos tres elementos se estudiarán de la siguiente manera:

- Surgimiento de innovaciones tecnológicas: será analizado de dos formas, con el nivel de capacidad instalada para la generación de energía eléctrica del país y con el surgimiento de nuevos productos basados en la electricidad.
- Uso del capital financiero: se hará un estudio de la serie de tiempo del Índice de Precios y Cotizaciones para conocer su volatilidad en las diferentes fases de los ciclos y los fines que tuvieron los capitales.
- Renovación del marco institucional: se analizarán las políticas del Estado en materia de energía eléctrica; así mismo, las instituciones que se crearon para regular la industria, a fin de comprender sus directrices e incidencia sobre la economía.

En segundo lugar, se analizarán los efectos que tuvieron estos tres elementos sobre el crecimiento económico del país, con el objetivo de explicar las fluctuaciones del nivel de actividad económica durante cada fase de las revoluciones tecnológicas. Finalmente, se contrastarán estos resultados empíricos con los postulados teóricos de Joseph Schumpeter y Carlota Pérez.

CAPÍTULO I. Ciclos económicos y revoluciones tecnológicas

El presente capítulo definirá las categorías que serán utilizadas a lo largo de la investigación, además de caracterizar las fases del ciclo tecnológico para delimitarlas según las cualidades propias de cada estadio y explicar la relevancia social y económica que tiene la energía eléctrica. La investigación está basada en la teoría schumpeteriana y neo-schumpeteriana, por lo tanto, los principales autores que se expondrán a continuación son Joseph Schumpeter y Carlota Pérez.

1.1 Dinámica del crecimiento económico

Para entender las características económicas de nuestro país no basta con estudiar el presente de manera estática ya que la economía, al ser un ente vivo, dinámico y brío, es el resultado de los hechos del pasado que desembocan en la actualidad. Dicho de otra forma, es un proceso encadenado donde cada eslabón es necesario para la existencia del siguiente y, por lo tanto, la economía está íntimamente ligada al devenir de la historia. Así pues, para explicar el impacto que han tenido las revoluciones industriales en la economía es preciso buscar respuestas en el pasado y enlazarlas con el presente, analizando los hechos ocurridos y abstrayendo las condiciones generales que han marcado el ritmo de los cambios económicos.

Quizás no exista una palabra más acertada para calificar las metamorfosis económicas como la palabra *revolución*, la cual está definida como “un cambio rápido y profundo”⁸ que surge de la actividad intelectual. Es filosofía y conocimiento puesto en acción, que busca transformar lo ya establecido en algo nuevo y mejor adaptado a las condiciones que le rodean.

Lograr un óptimo aprovechamiento de los recursos es algo inherente a la naturaleza misma y, de igual manera, es uno de los fines de la ciencia económica. El llamado *problema económico*⁹ nos dice que el ser humano busca satisfacer sus necesidades ilimitadas con los recursos limitados del medio que le rodea, teniendo que ser eficiente en el uso de estos para obtener el mayor beneficio posible. De igual manera, las economías están en una constante optimización de sus procesos para emplear eficientemente los *factores de producción*,¹⁰ lo que se traduce en un carácter revolucionario y progresivo del ritmo económico, el cual es posible apreciarse gráficamente.

A simple vista, la gráfica de crecimiento económico mundial en el largo plazo se ve como una línea positiva de tendencia secular (figura 1). Sin embargo, al estudiar con más profundidad este fenómeno, extrayendo las tasas de crecimiento entre cada periodo, podemos apreciar un patrón de crecimiento más complejo: una línea serpentea por arriba y abajo del eje de tendencia secular. Este patrón que aparece de forma regular durante toda la

⁸ Diccionario virtual de la RAE.

⁹ César Sepúlvera. Diccionario de términos económicos. Editorial Universitaria. Chile. 2004. P. 75.

¹⁰ Los factores de producción según los economistas clásicos son: tierra, trabajo y capital.

gráfica se define como *ciclo económico*¹¹ debido a que sus fases tienen un carácter circular y periódico.

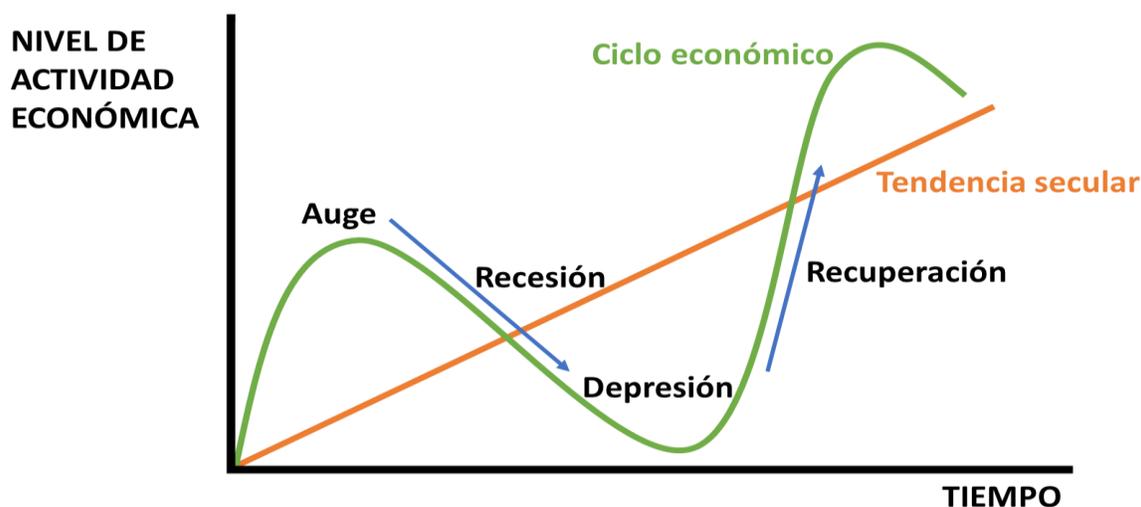


Figura 1.

Fuente: Elaboración propia.

Si extendemos esta gráfica a una escala de tiempo mayor, es posible apreciar otro fenómeno económico: el mismo patrón cíclico está presente de forma fractal,¹² repitiendo la tendencia de auges y caídas en periodos de tiempo más largos que abarcan decenas de años. Este patrón de auges y caídas corresponde a los periodos de bonanzas y crisis que suceden a lo largo de la vida económica de un país y se denominan *ciclos largos de la actividad económica* o *ciclos de Kondrátiev*.¹³

¹¹ Sergio Ricossa. Diccionario de economía. Siglo XXI editores. México. 2007. Pp. 86-89.

¹² Objeto geométrico cuya estructura básica, fragmentada o aparentemente irregular, se repite a diferentes escalas.

¹³ Sergio Ricossa. Óp. Cit. Pp. 90-92.

1.2 Historia del análisis de los ciclos económicos largos

Las diferentes escuelas de pensamiento económico han intentado dar una explicación a este fenómeno, siendo Karl Marx y Friedrich Engels los primeros en hacer notar la tendencia de la economía a fluctuar en ciclos largos de desarrollos sostenidos seguidos por crisis profundas. Ellos propusieron que dicho comportamiento se debía al ciclo de acumulación de capital, existiendo periodos de bonanza donde aumenta la producción al grado que satura el mercado e incrementa el stock, lo que paraliza la distribución de bienes y provoca una caída en los niveles de producción.¹⁴

En 1896 Alexander Parvus acuñó el término de *ondas largas de expansión*. Él consideró que se trataban de períodos extensos de tiempo donde el auge de una economía capitalista se da por la apropiación de nuevas zonas o ramas de la producción, siguiendo un período de saturación de los nuevos mercados que terminaba por agotar el efecto de cada apropiación.¹⁵

Pero el economista que más se interesó por este fenómeno fue el ruso Nikolái Kondrátiev. Decidido a probar la existencia de los ciclos económicos largos, se dio a la tarea de recolectar una amplia cantidad de información para elaborar y presentar su hipótesis, concluyendo que la existencia de estos ciclos está ligada a las grandes inversiones en bienes de capital. Estas inversiones son fomentadas durante largos periodos de tiempo, acelerando

¹⁴ Karl Marx. El capital: tomo III. FCE. México. 1959. Pp. 257-263

¹⁵ Ernest Mandel. El capitalismo tardío. Editorial Era. México. 1979. Pp. 120-124

el ritmo económico al existir una mayor producción y consumo de bienes, sin embargo, la productividad del capital decae de forma paulatina e inicia una recesión.¹⁶

La hipótesis de Kondrátiev fue retomada por el economista austriaco Joseph Schumpeter para hacerla parte de su modelo explicativo del desarrollo del capitalismo.¹⁷ Schumpeter nombró a los ciclos largos como *ciclos de Kondrátiev* y explicó el fenómeno desde el punto de vista de su *teoría de la innovación*, la cual plantea que el desarrollo del capitalismo no es constante a lo largo del tiempo sino que tiene forma discontinua y en ondas, tanto en el corto plazo como en el largo.

Esa discontinuidad se debe a que a lo largo del tiempo surgen aglomeraciones de innovaciones, también llamadas *revoluciones tecnológicas*,¹⁸ que reactivan la vida económica al inducir nuevos productos y servicios en el mercado. Sin embargo, las revoluciones pierden fuerza a medida que el mercado va saturándose de estos productos, dando inicio a un periodo de declive que dura hasta que surge otra nueva revolución. Así, el ritmo económico depende de la acción innovadora de los emprendedores, quienes no aparecen individualmente ni de manera constante, sino que nacen en grupos y por periodos, ya que la aparición de un grupo facilita la formación de otros.

La economista venezolana Carlota Pérez nutrió la teoría schumpeteriana al delimitar temporalmente las fases de cada revolución tecnológicas según el comportamiento que

¹⁶ Joseph Schumpeter. Ciclos económicos: análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista. Prensas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza. 2002. Pp. 150-154.

¹⁷ Joseph Schumpeter. Teoría del desenvolvimiento económico. FCE. México. 1963. P. 224-234

¹⁸ Proceso histórico que cambia drásticamente la forma de vida de una sociedad, al introducirse una o varias tecnologías, productos o industrias nuevas que promueven un desarrollo económico en el largo plazo.

tenía el capital financiero y las instituciones del Estado. Sus investigaciones permitieron establecer la fecha y duración de los ciclos en las economías de los países desarrollados, existiendo cinco revoluciones desde los inicios del capitalismo moderno (ver tabla 1).

Revolución tecnológica	Nombre popular de la época	País o países-núcleo de la revolución	Big-bang iniciador	Año
Primera	Revolución industrial	Inglaterra	Apertura de la hilandería de algodón de Arkwright en Cromford	1771
Segunda	Era del vapor y los ferrocarriles	Inglaterra (difundiéndose hacia Europa y EEUU)	Prueba del motor a vapor Rocket para el ferrocarril Liverpool-Manchester	1829
Tercera	Era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada	EEUU y Alemania sobrepasando a Inglaterra	Inauguración de la acería Bessemer de Carnegie en Pittsburgh, Penssylvania	1875
Cuarta	Era del petróleo, el automóvil y la producción en masa	EEUU y Alemania (rivalizando al inicio por el liderazgo mundial). Difusión hacia Europa	Salida del primer modelo "T" de la planta Ford en Detroit, Michigan	1908
Quinta	Era de la informática y las telecomunicaciones	EEUU (difundiéndose hacia Europa y Asia)	Anuncio del microprocesador Intel en Santa Clara, California	1971

Tabla 1.

Fuente: Carlota Pérez. *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza. Siglo XXI. México. 2004. P.79.*

1.3 Capitalismo e innovación

Schumpeter concibe al capitalismo como “un proceso de mutación industrial... que revoluciona incesantemente la estructura económica desde adentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos”¹⁹ así el capitalismo se puede describir como un proceso evolutivo cuya dinámica cambiante rompe el *statu quo* para rejuvenecer la vida económica. En otras palabras, las innovaciones dotan al mercado de nuevos productos cuando los viejos ya lo han saturado, surgiendo nuevos

¹⁹ Joseph Schumpeter. *Capitalismo, socialismo y democracia. Volumen I. Página Indómita. Barcelona. 2015. P.165.*

medios y modos de producción que reemplazan a las formas arcaicas y dinamizan la economía. Werner Sombart acuñó el concepto de *destrucción creadora*²⁰ para referirse a este mecanismo de acción dual, que se encuentra latente dentro del proceso evolutivo del capitalismo.

Para entender cómo evoluciona el capitalismo, es necesario adentrarse a las entrañas del proceso de producción, el cual es el resultado de la combinación de dos fuerzas productivas: las fuerzas materiales, también llamadas factores de producción; y las fuerzas inmateriales, que contiene a los “hechos técnicos” y “hechos de organización social”.²¹ Matemáticamente, el aumento de la producción está en función de tres tasas de cambio: de los factores productivos, de la tecnológica y del ambiente sociocultural.

Es posible clasificar en dos grupos el impacto que tienen cada una de estas tasas de cambio sobre el nivel de producción. En el primer grupo se encuentran las variaciones en las fuerzas materiales, las cuales impactan al nivel de producción de una forma meramente cuantitativa, provocando un cambio económico lento pero continuo. Mientras que en el segundo grupo están los cambios tecnológicos y socioculturales, siendo los verdaderos dinamizadores al generar un profundo cambio cuantitativo y cualitativo en la producción.²²

Dentro de este segundo grupo también existe una diferencia entre la influencia que ejercen los cambios socioculturales y los cambios tecnológicos sobre el proceso productivo. Dentro de los cambios socioculturales encontramos al crecimiento de la población y a las

²⁰ Carlota Pérez. Óp. Cit. P. 48.

²¹ Joseph Schumpeter. “Teoría del desenvolvimiento...”, Pp. 24-28.

²² Joseph Schumpeter. “Teoría del desenvolvimiento...”, Pp. 28-31.

transformaciones en el medio social (guerras, revoluciones, etc.), que a menudo condicionan el cambio industrial. No obstante, el impulso fundamental que mantiene en constante movimiento a la máquina capitalista procede de nuevos bienes de consumo, nuevos métodos de producción y transporte, nuevos mercados y nuevas formas de organización industrial. Estos cambios modifican a los medios de producción y a las relaciones de producción, transformando la forma de vida de las personas y su entorno. En resumen, el cambio tecnológico es el predominante al influir mayormente sobre los cambios socioculturales que al revés, dando origen a las innovaciones tecnológicas.

En este sentido, la función de producción de Schumpeter queda de la siguiente forma:

$$Y = f(K, L, Ld, T, ASC)$$

Y: Producción o PIB.

K: Medios de producción, que incluyen a la maquinaria, equipo, materias primas, insumos, infraestructura física, infraestructura de transporte y comunicaciones.

L: Trabajo físico e intelectual.

Ld: Recursos naturales, la tierra y su fertilidad.

T: Tecnología e innovación.

ASC: Aspectos Socioculturales.

Como se puede observar, para Schumpeter los factores de la producción (tierra, trabajo y capital) tienen una definición más amplia que en la función de producción de la teoría clásica, y además agrega los cambios tecnológicos y socioculturales como factores endógenos del modelo.

Es preciso mencionar que no son las *innovaciones incrementales*²³ las que explican las transformaciones profundas del sistema, sino que son las *innovaciones radicales* las que revolucionan la economía y la sociedad.²⁴ Por innovaciones radicales se entiende:

- a. La introducción de nuevos bienes de consumo en el mercado.
- b. El surgimiento de un nuevo método de producción o transporte.
- c. Apertura de un nuevo mercado.
- d. Nueva fuente de materias primas.
- e. Cambios en la organización o en el proceso de gestión.

Cuando las innovaciones radicales son exitosas producen y reciben beneficios extraordinarios en un paisaje industrial maduro y aletargado, siendo las industrias más poderosas quienes mejor las acogen, adaptando las tecnologías e insumos nuevos a los productos ya existentes y lanzando al mercado otros novedosos. Pero a medida que las innovaciones adquieren popularidad pasan a formar parte de la rutina económica y se va desvaneciendo su fuerza dinamizadora.

Estas innovaciones radicales no surgen espontáneamente, sino que son resultado de una promoción activa de los llamados *empresarios innovadores*,²⁵ los cuales tienen capacidad e iniciativa para proponer y realizar nuevas combinaciones de los medios de producción. Estos empresarios no aparecen de forma continua a lo largo del tiempo, sino que lo hacen en grupos cuando existen las condiciones técnicas y económicas adecuadas para crear

²³ Son innovaciones que únicamente añaden valor a los productos ya existentes.

²⁴ Joseph Schumpeter. "Teoría del desenvolvimiento...", Pp.76-77.

²⁵ Joseph Schumpeter. "Teoría del desenvolvimiento...", Pp. 228-229.

tecnologías novedosas y masificar su uso. Schumpeter, retomando los estudios de Kondrátiev, determinó que esto ocurre cada 45 a 60 años debido a la asimilación de los efectos de una revolución tecnológica.²⁶

Una revolución tecnológica es “un poderoso y visible conjunto de tecnologías productivas e industrias nuevas y dinámicas capaces de sacudir los cimientos de la economía y de impulsar una oleada de desarrollo de largo plazo”²⁷ al crearse una gran cantidad de nuevos bienes y servicios que aprovechan las innovaciones. De igual forma, cada nueva revolución se beneficia de los avances técnicos y de mercado logrados por la anterior, ocupando la infraestructura como base para su difusión y redefiniendo los productos preexistentes al articularse con los nuevos.

1.4 Revoluciones tecnológicas y cambio de paradigma

A diferencia de Schumpeter, quien da todo el peso a las cuestiones técnicas y financieras, Carlota Pérez enfatiza que debe existir una sinergia entre la esfera socioinstitucional y la tecnología para lograr una evolución del sistema económico. Según Pérez, a partir del momento en que surgen los principales elementos guía de un paradigma y se generaliza, el modelo construido a su alrededor crece en complejidad y alcance, yendo mucho más allá del simple cambio técnico. Esto afecta casi todos los aspectos del sistema productivo, modificándolo profundamente.²⁸

²⁶ Joseph Schumpeter. “Ciclos económicos...”, Pp. 154-155.

²⁷ Carlota Pérez. Óp. Cit. P.32.

²⁸ Carlota Pérez. Óp. Cit. P.206.

La ola de cambios también alcanza al panorama social y político, el cual debe adaptarse y generar las condiciones necesarias para que las innovaciones radicales puedan extenderse y formar parte de la vida cotidiana de las personas; esto es lo que se conoce como cambio de paradigma. Carlota Pérez define al paradigma tecnoeconómico como:

Modelo de óptima práctica, constituido por un conjunto de principios tecnológicos y organizativos, genéricos y únicos, en el cual representa la forma más efectiva de aplicar cada revolución tecnológica y de usarla para modernizar y rejuvenecer el resto de la economía. Cuando su adopción se generaliza, estos principios se convierten en la base para la organización de cualquier actividad y la reestructuración de cualquier institución.²⁹

El nuevo paradigma supone una modernización de: el área de educación y capacitación, los regímenes de propiedad intelectual, las leyes corporativas, los reglamentos de seguridad en el trabajo, la competencia internacional y las instituciones gubernamentales. Por lo tanto, el cambio implica una nueva manera de pensar el sistema productivo, en su organización y su técnica, que puede ser replicado por cualquier persona o institución asegurando el éxito a sus seguidores.

Dicho proceso no es inmediato sino que requiere de ciertas condiciones y tiempo para que pueda gestarse. Luego de nacer, va instalándose poco a poco, con cierta dificultad debido a que la inercia del paradigma anterior actúa como un freno. Una vez que ha triunfado, el nuevo paradigma continúa hasta una etapa de madurez donde su fuerza va agotándose, haciendo necesaria otra revolución.

²⁹ Carlota Pérez. Óp. Cit. P.41.

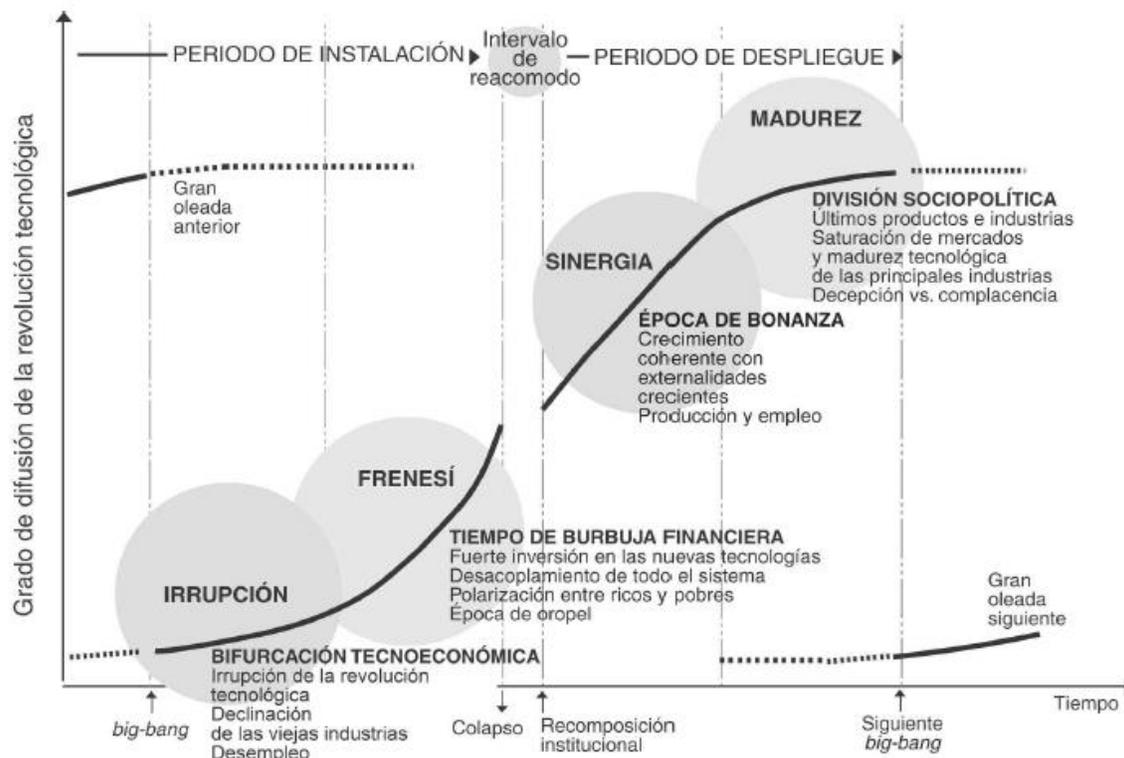
La instalación de nuevos paradigmas tiene forma de grandes oleadas de crecimiento disyuntivo en los países núcleo (véase la gráfica 1), donde se pueden diferenciar dos grandes periodos:

1. Periodo de instalación: inicia con la irrupción de la nueva tecnología en una economía madura. Al comienzo, la revolución es pequeña en hechos y grande en promesas. El viejo paradigma es destruido y sobre sus cimientos se va formando el nuevo, convirtiéndose en el principal promotor de cambio.
2. Periodo de despliegue: Cuando ha triunfado el nuevo paradigma, el tejido económico, articulado y rediseñado, posibilita el desenvolvimiento pleno del potencial de la revolución.³⁰

Existe un lapso entre el periodo de instalación y el despliegue llamado *intervalo de reacomodo*, ahí surgen los cambios fundamentales requeridos para mover la economía del estado de frenesí, modelado por criterios financieros, al estado de sinergia, basado sólidamente en capacidades productivas. Esto no es ni un evento ni una fase, sino un proceso de cambio contextual, necesario para promover un sano crecimiento económico estable y prevenir nuevas burbujas especulativas.

³⁰ Carlota Pérez. Óp. Cit. P. 65.

LAS FASES RECURRENTE DE CADA GRAN OLEADA EN LOS PAÍSES-NÚCLEO



Gráfica 1.

Fuente: Carlota Pérez. Óp. Cit. P.79.

Los ciclos tienen un periodo de gestación muy largo, difícil de datar en su origen porque las tecnologías que contribuyen a formarlos pueden haber existido durante mucho tiempo antes. No es sino hasta que se alcanza un grado de madurez tecnológica y surge la necesidad de ganancias en un mercado saturado, cuando comienza otra oleada.

Desde el momento que las nuevas tecnologías, productos, industrias e infraestructuras producen su primer impacto, hasta el comiendo de la época de oro o bonanza fundada en ellos, transcurren dos o tres décadas de turbulenta adaptación y asimilación. En otras palabras, las mejoras en la esfera tecnológica tienen un inverso costo social, produciendo

un malestar generalizado que desencadena en demandas sociales o brotes de violencia. En los siguientes 20 a 30 años se observa el despliegue total del nuevo paradigma, iniciando una época de bonanza para la población, aumentando la calidad de vida y existiendo un periodo de paz social.³¹

1.5 Fases de las revoluciones tecnológicas

Cada uno de los dos periodos de la revolución tecnológica se divide a su vez en dos fases, existiendo un total de cuatro, cuya duración es entre ocho a quince años o más. A continuación, se describen los elementos característicos y nombres de cada fase tomando como base las investigaciones de Carlota Pérez.³²

1.5.1 Fase de irrupción

Inicia con un hecho específico denominado *big bang*, el cual es un salto tecnológico que muestra los beneficios de la revolución e invita a todos los agentes económicos a participar en ella. El *big bang* ocurre cuando las industrias del viejo paradigma se enfrentan a mercados saturados, cayendo los niveles de utilidad y generándose un desempleo creciente, por lo que la economía ve necesaria una reestructuración. Surgen nuevos emprendedores, alentados por el universo de posibilidades de diseño, productos y beneficios que ofrecen las innovaciones; ellos son respaldados por un capital financiero cada vez mayor, resultado de la entrada de nuevos inversionistas que buscan incrementar sus ganancias. Así se revitaliza

³¹ Carlota Pérez. Óp. Cit. P. 53.

³² Carlota Pérez. Óp. Cit. Pp. 80-93.

el mercado de valores, primero en relación con las nuevas industrias y luego con nuevos instrumentos y formas de especulación.

No obstante, para que los productores y consumidores estén interesados en usar las nuevas tecnologías, no basta meramente un salto técnico, sino que éstas deben ser baratas o dejar en claro que los negocios basados en ellas obtendrán una ventaja competitiva contra aquellos que no las usan. Al haber nuevos productos, mejores y baratos, más productores y compradores se interesan en ellos.

1.5.2 Fase de frenesí

En esta fase, el capital financiero se encarga de crear las condiciones necesarias para el despliegue de las nuevas tecnologías, volviendo más violenta la batalla entre el viejo paradigma y el naciente. Los resultados: una pequeña y creciente porción de ricos que se enriquece aún más mientras el número de pobres aumenta; lo mismo ocurre entre las naciones y regiones dentro de un país, floreciendo algunas y empobreciéndose otras, apareciendo masas esperanzadas de emigrantes que se mueven de las áreas pobres a las ricas en busca de mejores condiciones de vida.

En la esfera regulatoria, el abismo entre las fuerzas económicas y el marco normativo se hace más profundo: no existen leyes ni instituciones adecuadas para regular a las nuevas industrias y cualquier intento por crearlas se ve como un obstáculo para el éxito de la sociedad. La libre competencia comienza a mutar a una competencia oligopólica debido a

la formación de cárteles y alianzas cada vez más poderosas para acaparar el mercado y destruir a los competidores.

Pero los principales cambios surgen dentro del capital financiero, donde sus intereses inmediatos gobiernan la totalidad de la operación del sistema, desacoplando las finanzas de la economía real. Las grandes inversiones crean nuevos mercados y rejuvenecen las industrias viejas, lo que suele llevar a una sobreinversión que infla los activos en la bolsa, dando una apariencia de multiplicación milagrosa de la riqueza que atrae a más inversionistas. Este frenesí de inversiones estimula a los mercados de valores hasta sobrestimar los precios, inflándose una burbuja financiera. El desequilibrio entre la producción potencial y la demanda existente provoca una saturación prematura del mercado que revienta la burbuja y da origen a una crisis.

1.5.3 Intervalo de reacomodo

Luego del colapso de la burbuja financiera es necesario un intervalo de reacomodo para realizar los cambios regulatorios que faciliten y den forma al periodo de despliegue, ya que la dura situación de los pobres empeora considerablemente después del colapso, creciendo el descontento social y la indignación ante la injusticia que habían comenzado a manifestarse durante el frenesí.

Los actores que lideran la economía, la sociedad y el gobierno reconocen los excesos de la fase anterior, entendiendo la imposibilidad de continuar con las mismas prácticas y aceptando la regulación, no solamente con el objeto de poner orden en los mercados financieros, sino también para moverse hacia una completa expansión del mercado y crear una mayor cohesión social.

El Estado y las diversas formas de sociedad civil son las encargadas de mediar entre los intereses individuales y sociales al interior del capitalismo, existiendo dos caminos: o se establecen instituciones para aumentar la cohesión social, mejorando la distribución del ingreso y el bienestar general; o se reinstaura la ‘prosperidad egoísta’ de la fase de frenesí, aunque conectada más de cerca con la producción real y hallando medios para expandir la demanda. La reforma, enriquecimiento y consolidación de la estructura institucional suele continuar hasta bien entrado el periodo de despliegue.

1.5.4 Fase de sinergia

Con un adecuado marco regulatorio instalado, el crecimiento económico se vuelve estable y armónico, algo contrario al crecimiento exuberante en el frenesí; por ello, la fase de sinergia se considera la verdadera ‘época de oro’ al existir un bienestar generalizado, y el pleno empleo (o lo más cercano a él) se convierte en una posibilidad realizable.

Este es un tiempo de avance en las leyes laborales y otras medidas para la protección social de los débiles, es también un tiempo para redistribuir el ingreso y para ampliar los

mercados de consumo. Prospera la clase media, y una cierta cantidad de riqueza se derrama hacia las capas más bajas de la sociedad a través de diversos canales.

El nuevo paradigma reina ahora supremo y su lógica permea todas las actividades, desde los negocios hasta el gobierno y la educación. Y debido a la fuerza renovadora del paradigma y a la nueva infraestructura construida se alcanzan mayores niveles de productividad a lo largo de los distintos sectores de la economía, incluso en los más tradicionales. Así los nuevos emprendedores pueden convertir sus ideas en realidad comercial por encargo de los no-productores, quienes destinan grandes cantidades de recursos en busca de beneficios.

1.5.5 Fase de madurez

El ciclo concluye con la fase de madurez, donde surgen las últimas industrias, productos, tecnologías y mejoras. Aparecen signos de disminución de oportunidades de inversión y saturación de mercados, poniendo frenos a la producción y afectando las ganancias. Los últimos sistemas tecnológicos y productos creados tienen ciclos de vida breves porque la experiencia acumulada conduce al rápido aprendizaje y genera curvas muy cortas de saturación de mercados.

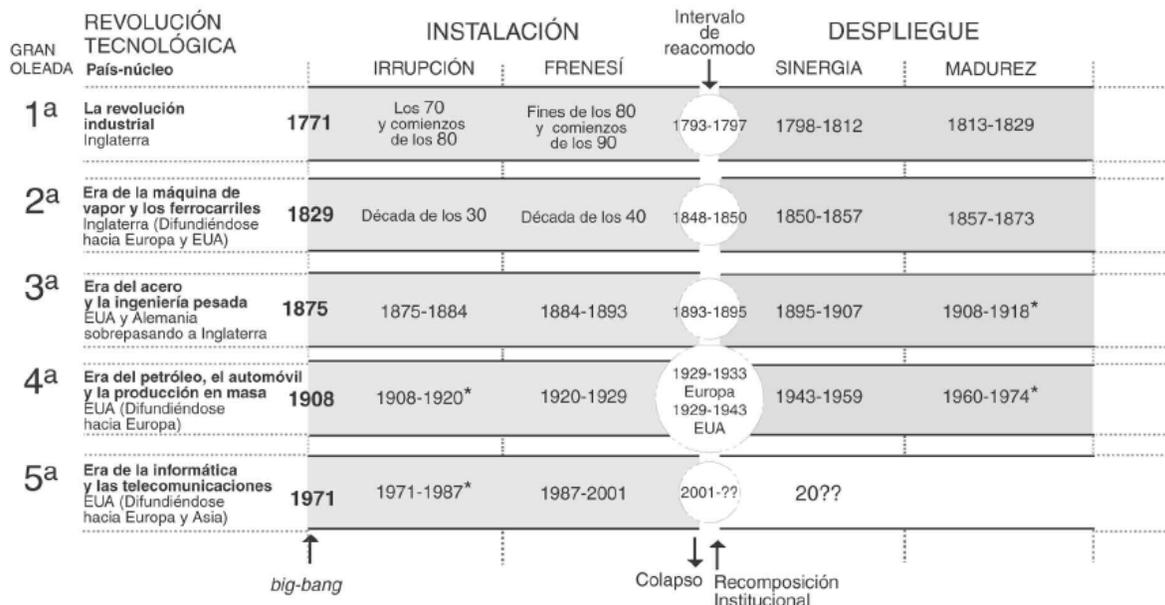
Comienza una división social. Aumentan las protestas de los trabajadores por mejores salarios, mayor seguridad y participación; ellos encuentran eco en otros defraudados por el sistema como pueden ser las mujeres, los inmigrantes y todos los que se sienten

marginados. Muchos jóvenes, cuyos ojos adultos se abren por primera vez a un mundo que proclama que todo está bien mientras a ellos les parece que todo está mal, escenifican actos de rebelión y protestas.

Los inversionistas buscan apuntalar las ganancias por medio de la concentración (fusiones o adquisiciones), así como por medio de la exportación y migración de actividades a mercados exteriores menos saturados. Así, surge la necesidad de otras innovaciones radicales para apartarse de los caminos trillados, el escenario está preparado para la declinación del paradigma existente e iniciar la siguiente revolución tecnológica, no sin antes ejercer resistencia.

La fecha de finalización resulta irrelevante en este modelo, porque, a pesar de que hay eventos que pueden interpretarse como el fin de una era, cada conjunto de tecnologías pasa por un difícil y prolongando periodo de agotamiento, haciendo difícil establecer una fecha exacta. En la siguiente gráfica se muestran las fechas y acontecimientos que marcaron el inicio de cada fase en las cinco revoluciones.

FECHAS APROXIMADAS DE LOS PERIODOS DE INSTALACIÓN Y DESPLIEGUE DE CADA GRAN OLEADA DE DESARROLLO



Gráfica 2.

Fuente: Carlota Pérez. Óp. Cit. P.90.

1.6 La energía eléctrica y su dimensión socioeconómica

La energía eléctrica tiene como cualidad la versatilidad: puede obtenerse a través de diversas fuentes de energía, y una vez producida, se puede cambiar a cualquier otro tipo de energía, resultando ventajoso para aplicarse a distintas labores.³³ En términos económicos, existen dos formas en que el ser humano aprovecha la energía eléctrica:

1. Como bien de consumo final: cuando es utilizada para satisfacer las necesidades de las personas.
2. Como bien de consumo intermedio: cuando se involucra en procesos productivos para generar bienes y servicios.

³³ Leticia Campos. La electricidad en la ciudad de México y área conurbada. Siglo XXI. México. 2005 P. 32.

Esa ambivalencia tiene su origen en las necesidades humanas que satisface, tanto en las industrias como en los hogares, pudiéndose ocupar en distintas formas: fuerza motriz, térmica, iluminación y como materia prima. A la cadena de procesos económicos desde su producción y distribución hasta el consumidor final se le conoce como sector energético.

La electricidad es también un sustento para el funcionamiento de la sociedad en su conjunto, tanto en lo económico, como en lo político, ideológico y cultural. Este soporte tiene cinco funciones dentro de la estructura económica:³⁴

- De la producción: porque suministra materias primas o auxiliares para los procesos inmediatos de producción.
- Del intercambio: porque suministra los medios de consumo improductivos, pero necesario al ciclo del capital en los instantes del intercambio mercantil y monetario o necesarios a su funcionamiento social (almacenamiento, transpone y dotación de medios de consumo improductivo).
- De la reproducción de dominación ideológica-política: porque suministra los medios de consumo necesarios para el funcionamiento de los aparatos jurídicopolítico e ideológicos de la sociedad.
- De la reproducción de la población: porque suministra los medios de consumo individual necesarios para la reproducción de los agentes sociales.

³⁴ Leticia Campos. Óp. Cit. Pp.39-41.

Carlota Pérez ubica al desarrollo de la industria eléctrica en la tercera y cuarta revolución tecnológica (ver tabla 2), siendo diferente el uso dado en cada fase, así como incrementando su importancia y masificación.

<i>Revolución tecnológica</i> País núcleo	<i>Nuevas tecnologías e industrias nuevas o redefinidas</i>	<i>Infraestructuras nuevas o redefinidas</i>
TERCERA: Desde 1875 <i>Era del Acero, la Electricidad y la Ingeniería Pesada.</i> EEUU y Alemania sobrepasando a Inglaterra	Acero barato (especialmente Bessemer) Pleno desarrollo del motor a vapor para barcos de acero Ingeniería pesada química y civil Industria de equipos eléctricos Cobre y cables Alimentos enlatados y embotellados Papel y empaques	Navegación mundial en veloces barcos de acero (uso del Canal de Suez) Redes transnacionales de ferrocarril (uso de acero barato para la fabricación de rieles y pernos de tamaño estándar) Grandes puentes y túneles Telégrafo mundial Teléfono (sobre todo nacional) Redes eléctricas (para iluminación y uso industrial)
CUARTA: Desde 1908 <i>Era del Petróleo, el Automóvil y la Producción en Masa.</i> EEUU (rivalizando con Alemania por el liderazgo mundial) Difusión hacia Europa	Producción en masa de automóviles Petróleo baratos y sus derivados Petroquímica (sintéticos) Motor de combustión interna para automóviles, transporte de carga, tractores, aviones, tanques de guerra y generación eléctrica	Redes de caminos, autopistas, puertos y aeropuertos Redes de oleoductos Electricidad de plena cobertura (industrial y doméstica) Telecomunicación analógica mundial (para teléfono, télex y cablegramas) alámbrica e inalámbrica

Tabla 2.

Fuente: Carlota Pérez. Óp. Cit. P.39.

Mientras que durante la tercera revolución tecnológica la electricidad era usada principalmente para fines industriales y de alumbrado público, en la cuarta revolución industrial tuvo un uso intensivo en los hogares, ya que cada vez más maquinarias y aparatos requerían de este insumo para funcionar, dando lugar a un abanico de tecnologías indispensables para el desarrollo industrial y social de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, entre ellas destacan: el telégrafo, la lámpara incandescente, el motor eléctrico y

los electrodomésticos. Estos productos crearon nuevas industrias, que a su vez impactaron en las industrias viejas, generando un efecto multiplicador para la economía.

Posteriormente, la energía eléctrica sirvió como base para la gestación de la quinta revolución tecnológica. Las telecomunicaciones, la informática y la robótica son algunas de las tecnologías actuales que funcionan gracias a la electricidad. En el mundo moderno, cada día cobra más relevancia la industria eléctrica, al grado en que sería impensable concebir la actualidad sin ella.

A manera de síntesis se menciona que existen cuatro fases y un periodo de reacomodo en cada una de las revoluciones tecnológicas, estos son: irrupción, frenesí, intervalo de reacomodo, sinergia y madurez. Dentro de cada periodo hay tres factores fundamentales para que las revoluciones tecnológicas puedan transitar de forma subsecuente entre las distintas fases: el nivel tecnológico, el capital financiero y el marco institucional (ver figura 2). Cada elemento juega un rol fundamental para el paso de un estadio al siguiente, ya que deben ir madurando y consolidándose de acuerdo con las nuevas necesidades. Actuando en conjunto, esta triada permite que un nuevo paradigma se solidifique y permee en todos los aspectos de la vida social, económica y cultural de un país.

LA DINÁMICA DEL SISTEMA: TRES ESFERAS DE CAMBIO EN CONSTANTE ACCIÓN RECÍPROCA

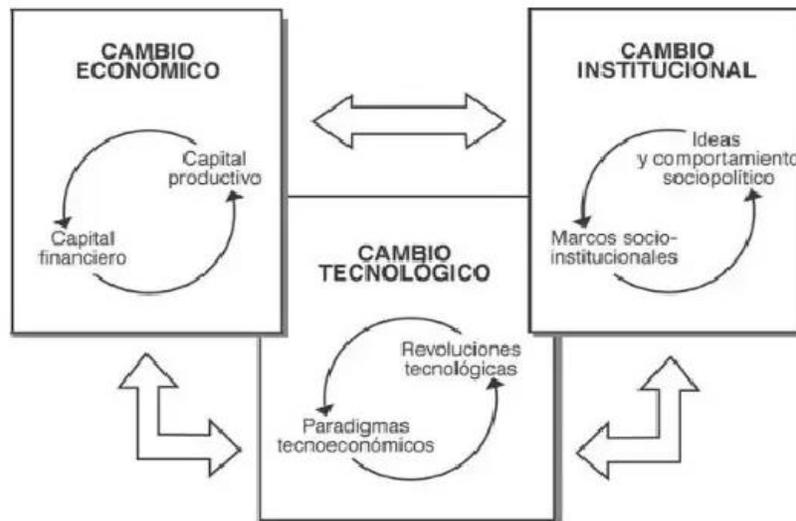


Figura 2.

Fuente: Carlota Pérez. Óp. Cit. P. 209.

Desde el apartado técnico, se precisa que surjan inventores capaces de innovar, creando nuevos productos, lo que origina una reacción en cadena sobre las industrias. Mientras que el capital financiero debe incentivar la proliferación de la tecnología al atraer los recursos monetarios necesarios para invertir en su desarrollo. Por el lado de las instituciones, estas tienen que modernizarse y actuar como entidades reguladoras a fin de lograr un crecimiento estable y duradero. Todo ello permite que una revolución tecnológica se despliegue por completo dentro de una sociedad.

CAPÍTULO II. La industria eléctrica en México y la tercera revolución tecnológica

El desarrollo de la industria eléctrica estuvo inscrito en dos revoluciones tecnológicas: la tercera y la cuarta; lo que abarca el periodo de finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX. En los siguientes dos capítulos estudiaremos la historia de la industria eléctrica en México durante la tercera revolución y durante la cuarta revolución respectivamente, a fin de destacar cuáles fueron los elementos principales que determinaron su desenvolvimiento. Con ello se busca comprobar que los principales mecanismos latentes que actuaron como motor de cambio dentro de su historia fueron las innovaciones, el capital financiero y el marco institucional.

Las fases del ciclo están periodizadas según las investigaciones de Carlota Pérez, por lo tanto, el comportamiento de esos tres elementos debe explicar la forma en que los ciclos de ambas revoluciones tecnológicas fueron transitando entre sus distintas fases, promoviendo activamente el proceso de destrucción creativa a fin de reemplazar los viejos paradigmas e instalar los nuevos, algo que debe reflejarse en profundos cambios económicos, políticos y sociales. Esto se contrastará con el nivel de crecimiento económico que tuvo México en esa época para entender cómo se relaciona con los ciclos tecnológicos.

En la tercera revolución tecnológica se vio el nacimiento de la industria acerera, la eléctrica y la ingeniería pesada, y gracias a los avances en estas industrias fue durante este periodo

que los Estados Unidos de América emergieron como la principal potencia económica del mundo, desplazando paulatinamente la hegemonía de Reino Unido.³⁵

2.1 La irrupción de una nueva era

La energía eléctrica ha sido tema de interés para el ser humano desde la historia antigua, sin embargo, fue hasta la edad contemporánea que se logró dominar para ser aplicada en diferentes aspectos de la vida cotidiana. A mediados del siglo XIX México estaba siendo testigo de los grandes avances de la ciencia, tecnologías como el ferrocarril se encontraban en auge, acercando los territorios alejados de nuestro vasto país. Así fueron dándose las condiciones necesarias para gestar una nueva era tecnológica.

El telégrafo fue sin duda el primer aparato eléctrico que mostró sus bondades a todo el país, revolucionando las telecomunicaciones al usar pulsos eléctricos para transmitir mensajes codificados a grandes distancias. El envío y recepción casi inmediato de todo tipo de mensajes a lo largo del país permitió modernizar al Estado e incrementar los niveles de actividad económica.³⁶

Fue en 1849 cuando el gobierno mexicano otorgó a Juan de la Granja la primera concesión para el uso del telégrafo. La aceptación que tuvo esta nueva tecnología fue tal que en tan sólo cinco años se crearon 608 km de alambrado telegráfico, abriéndose oficinas en las

³⁵ Carlota Pérez. Óp. Cit. P. 44.

³⁶ Eliezer Braun. Electromagnetismo: de la ciencia a la tecnología. FCE. México. 203. Pp. 103

Ciudad de México, Orizaba, Jalapa, Guanajuato y León. Luego de la restauración de la república el Gobierno otorgó nuevas concesiones, iniciando un periodo de auge: para 1885 ya había 15,570 km de líneas tendidas, siendo necesaria la creación de la Dirección de Telégrafos Federales para regular el servicio. Hacia 1887 se inauguró el primer enlace internacional con Guatemala y en 1897 México tenía ya conexión con los Estados Unidos de América.³⁷

Mientras tanto, nuestro país vivía un periodo turbulento. La joven nación se enfrentaba graves problemas políticos internos y externos que culminaron en conflictos armados, haciendo imposible un desarrollo económico sostenido. No fue sino hasta el triunfo de la República cuando México logró salir este estancamiento político y económico.

En el último cuarto del siglo llegó al poder el general Porfirio Díaz, cuyo estandarte era una política de conciliación y paz para fomentar el progreso económico. Su gobierno tuvo tres objetivos: la reinserción de México en la economía internacional, la modernización de la infraestructura y el desarrollo del sistema financiero. Gracias a las políticas de su gobierno, nuevas regiones e industrias comenzaron a progresar y se reestructuró la deuda interna y externa, brindando confianza a los inversionistas extranjeros quienes encontraron diversas facilidades para instalarse en México. Las arcas mexicanas comenzaban a tener superávit que fue invertido en obras públicas, produciendo un efecto multiplicador sobre la economía, que tuvo un nivel de crecimiento sin precedentes.³⁸

³⁷ Eliezer Braun. Óp. Cit. Pp. 104-105.

³⁸ Leonardo Lomelí Vanegas. Interpretaciones sobre el desarrollo económico de México en el siglo xx. Economía UNAM vol. 9 núm. 27. P. 93.

Muchas industrias que veían su nacimiento en esta época pudieron afianzarse rápidamente en el país gracias a las políticas de industrialización que promulgaba el régimen porfirista, las cuales estaban basadas en el positivismo. Esta ideología concordaba con el nuevo paradigma imperante, mostrando a la ciencia como una fuerza productiva que permitía el progreso de las naciones, por lo cual se adaptó el marco institucional del Estado a fin de promover una dirección científica del gobierno.

El porfirismo tuvo tres fases bien definidas: la pacificación (1876-1896), el crecimiento económico (1896-1907) y la agitación política (1903-1911), que culminó con la desaparición del régimen.³⁹

“Me es grato complacerle porque tengo en muy alta estimación a los grandes benefactores de la humanidad, y usted es uno de ellos. Porque usted ha creado nuevas fuentes de felicidad, de bienestar y de riqueza para el género humano, utilizando las más poderosas fuerzas conocidas: luz, electricidad, trabajo y genio. Su amigo, que con orgullo estrecha su mano, Porfirio Díaz.”⁴⁰

Con estas palabras, el 15 de agosto de 1909, el presidente Díaz inmortalizó su voz en un aparato fonográfico al contestar una carta del inventor estadounidense Thomas Alba Edison, elogiándolo por sus contribuciones al desarrollo de la industria eléctrica. Porfirio Díaz era consciente del impacto que esta tecnología tendría en la vida de las personas y del

³⁹ Gabriela Ríos Granados e Israel Santos Flores. Breve historia hacendaria de México. UNAM. 2013. P35.

⁴⁰ “Secciones especiales: Porfirio Díaz”, Fonoteca Nacional, consultado el 13 de enero de 2020, <https://www.fonotecanacional.gob.mx/index.php/escucha/secciones-especiales/9-uncategorised/2736-porfirio-diaz>

país. La rueda de la nueva revolución comenzaba a girar y la industria eléctrica había llegado para quedarse.

Durante la penúltima década del siglo XIX tuvo lugar en los Estados Unidos la llamada *Guerra de las Corrientes*,⁴¹ disputa entre el científico Nikola Tesla y el inventor Thomas Edison para conseguir electrificar las grandes urbes de los Estados Unidos, resultando triunfante la CA de Tesla. En esa misma década iniciaron sus operaciones las primeras centrales generadoras de energía eléctrica a nivel mundial: la *Holborn Viaduct Power Station* en Londres (enero de 1882) y la *Pearl Street Station* en Nueva York (septiembre de 1882), ambas eran termoeléctricas y brindaban un servicio público, lo que dio origen a la industria eléctrica.⁴²

La historia de esta industria en nuestro país comienza en 1879 con la instalación de la primera planta eléctrica. Ubicada en la fábrica textil *La Americana* en la ciudad de León, Guanajuato, esta planta termoeléctrica permitía la iluminación de la factoría gracias a un motor Buckeye de 65 caballos de fuerza que consumía 7 libras de leña por cada hora.⁴³ Este hecho llamó la atención de otros empresarios, quienes instalaron pequeñas plantas para el alumbrado de sus fábricas, aprovechando a la electricidad como medio de reproducción del

⁴¹ La llamada “Guerra de las corrientes” fue una competencia comercial entre la Compañía Edison y la Westinghouse Electric que desencadenó un debate público sobre la seguridad eléctrica, acompañado de campañas de propaganda y difamación. En el bando de los defensores de la corriente continua estaba Thomas A. Edison, quien enfrentaba a Nikola Tesla financiado por George Westinghouse, los cuales apoyaban el uso de la corriente alterna.

⁴² Luis Antonio Ibáñez González. Las primeras grandes plantas hidroeléctricas de México: Echeverría, El Salto y Necaxa. En “La electrificación y el territorio. Historia y futuro”. Cuarto Simposio de Electrificación. Barcelona. 2017. Pp. 3-4.

⁴³ Luis Antonio Ibáñez. Óp. Cit. P. 4.

sistema capitalista en su esfera productiva al permitir que las fábricas extendieran sus jornadas laborales y disminuyeran sus costos operativos.

Los beneficios de la revolución eléctrica llegaron a la población general cuando en 1881 la *Mexican Gas Company* (empresa subsidiaria de la alemana *Siemens & Halske*) instaló 40 lámparas eléctricas incandescentes desde el Paseo de la Reforma hasta la Plaza de la Constitución, provocando el asombro de los capitalinos. Estas lámparas eran de construcción muy sencilla y rústica, colocadas en toscos postes de madera y los alambres transmisores no estaban aislados.⁴⁴

Paulatinamente, la recién reestructurada *Mexican Gas and Electric Light Company* desplazó por completo al servicio de alumbrado público a base de aceite de nabo en la capital del país, ya que obtuvo una concesión de 10 años por parte del Ayuntamiento de la Ciudad de México para proporcionar el servicio de alumbrado público e instalar un total de 600 luces de 2 mil bujías cada una. A fin de lograr esta hazaña, en 1883 inauguró en la calle de San Lázaro la primera planta termoeléctrica para servicio público de la ciudad.⁴⁵

La apertura de la planta de San Lázaro fue el detonante para la industria eléctrica y el hecho más significativo durante el periodo de despliegue al representar un salto cuantitativo y cualitativo en beneficio de la población en general, dando inicio al cambio de paradigma. Con la difusión pública de la tecnología surgió un punto de inflexión, siendo no sólo una

⁴⁴ Leticia Campos. Óp. Cit. Pp. 102

⁴⁵ Leticia Campos. Óp. Cit. Pp. 100

invención con beneficio de unas pocas industrias, sino que la innovación fue validada y aceptada para ser distribuida masivamente entre los diferentes sectores de la sociedad, permitiendo que los capitalinos contaran con un servicio de alumbrado público más seguro.

La *Mexican Gas and Electric Light Company* se vio en la necesidad de ampliar sus niveles de producción para cumplir con lo establecido en su concesión, para ello estableció otra central termoeléctrica en la calle Presidente, en la colonia Juárez, la cual trabajó en conjunto con la estación de San Lázaro.⁴⁶

Pronto llegó a México una nueva forma de producción eléctrica: las plantas hidroeléctricas, las cuales eran colocadas en presas o caídas de agua para que la fuerza hídrica moviera unas turbinas, produciendo electricidad. La primera de su tipo se instaló en 1883 en la Fábrica de San Lorenzo, una fábrica textil ubicada en los alrededores de la ciudad de Orizaba que para ese año contó con una turbina del sistema Leffel con una fuerza de 25 caballos.⁴⁷

Tres años después, la Compañía Explotadora de las Fuerzas Hidroeléctricas de San Idelfonso adquirió los derechos para aprovechar la caída del río Monte Alto en el Estado de México, produciendo 2 mil caballos de fuerza para abastecer de electricidad a las fábricas textiles que eran de su propiedad, más 3 mil caballos de fuerza adicional para su venta a talleres y servicios públicos como alumbrado y bombeo de agua a la Ciudad de México.⁴⁸

⁴⁶ Leticia Campos. Óp. Cit. Pp. 101

⁴⁷ Luis Antonio Ibáñez. Óp. Cit. P.4.

⁴⁸ Leticia Campos. Óp. Cit. P. 103

A lo largo de esta fase de despliegue de la tercera revolución tecnológica existió un mercado de libre competencia, ya que en las nuevas industrias que llegaban a nuestro país aún no había empresas con un poder de mercado tan grande para acaparar el mercado, siendo en su mayoría pequeñas plantas eléctricas que abastecían fábricas y zonas aledañas. Sin embargo, gracias al otorgamiento de múltiples concesiones por parte del gobierno y a la inexistencia de un marco regulatorio, las grandes empresas comenzaron a acaparar poco a poco todo el mercado, eliminando la libre competencia y creando estructuras oligopólicas.

2.2 El frenesí industrial del porfirismo

Inversionistas de distintas industrias se interesaban cada vez más por el uso de la electricidad, impulsados por el deseo de obtener mayores ventajas competitivas y ganancias, construyeron varias plantas hidroeléctricas y termoeléctricas a lo largo del país. Las viejas industrias se rejuvenecían: molinos de harina, fábricas de cigarros y cervezas, artículos de yute, vidrio, madera, y un largo etcétera, eran beneficiados por la electricidad, la cual pasó de usarse únicamente como forma de iluminación para convertirse en la fuerza motriz de maquinaria y equipo, desplazando a la máquina de vapor.

Distintas empresas extranjeras veían el potencial del mercado mexicano, por ejemplo otra empresa que se interesó por el servicio de alumbrado de la Ciudad de México fue la alemana *Mexican Electric Works Limited* empresa filial de *Siemens & Halske* quien recibió

concesiones del Gobierno de la ciudad y en 1898 construyó una planta termoeléctrica ubicada en Nonoalco cuya capacidad total era de 4,800 kW.⁴⁹

La planta de San Lázaro y las posteriores plantas en la calle Presidente y en Nonoalco, fueron construidas y operadas con capital extranjero, prueba de las políticas porfirista de corte liberal para impulsar el crecimiento de la mano de inversionistas extranjeros, prevaleciendo sobre el desarrollo nacional. Estas políticas no tenían un propósito en el largo plazo y pecaban de debilidad para poder controlar los recursos naturales del país, lo cual se tradujo en que las compañías extranjeras pudieran explotar los recursos naturales sin ningún tipo de restricción, y el otorgamiento del servicio eléctrico fuera acorde a sus intereses y no en pro del beneficio general. Esto trajo severas consecuencias a futuro haciendo que México fuera casi en su totalidad dependiente del capital extranjero durante muchas décadas y se limitara el avance de la industria autónoma.

El creciente interés en la nueva industria dio pauta a la aparición de grandes obras arquitectónicas, siendo en 1888 inaugurada la planta más potente de México en aquella época. Ubicada en río Atoyac (Puebla), la planta hidroeléctrica de Echeverría significó un cambio cuantitativo exponencial, ya que antes de 1888 las plantas existentes en el país operaban con una dinamo y tenían la capacidad de alimentar a no más de 50 luces; por su parte, la planta de Echeverría tenía la capacidad de alimentar 150 focos de arco a partir de

⁴⁹ Leticia Campos. Óp. Cit. Pp. 102-103

tres dinamos. Esta planta fue construida por la empresa *Compañía Anónima del Alumbrado Eléctrico de Puebla*, sociedad constituida con capital mexicano.⁵⁰

Todos los principales avances tecnológicos de la época eran presentados como una forma de validación de la ideología porfirista y su régimen, el cual se mostraba como garante del progreso; aunque las obras de la planta Echeverría se concluyeron en marzo de 1888 su estreno se pospuso hasta la noche del 2 de abril para conmemorar la Toma de Puebla de 1867 por el General Díaz.⁵¹

La rueda de la revolución giraba más rápidamente, surgiendo pioneros alentados por las nuevas posibilidades que se presentaban. Ejemplo de ello, fueron los empresarios de la mina de Batopilas, en Chihuahua; en 1889, Alejandro R. Shepard acopló a unos molinos de trituración dos generadores de vapor movidos por turbinas hidráulicas de 15 caballos de fuerza. La energía sobrante fue aprovechada ingeniosamente para distribuirse hacia los centros urbanos de clase alta aledaños a la mina, iniciando la iluminación eléctrica en los hogares de forma privada.⁵²

A nivel mundial, los bancos comenzaron a mostrar un mayor interés en la industria eléctrica, convirtiéndose en los principales agentes de las grandes compañías de energía. Estos grupos se estructuraron como holding con carteras accionarias compartidas, y

⁵⁰ Luis Antonio Ibáñez. Óp. Cit. P.5

⁵¹ Luis Antonio Ibáñez. Óp. Cit. P.6

⁵² Leonardo de Jesús Ramos-Gutiérrez. Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro. En "Tecnología y Ciencias del Agua, vol. III, núm. 2" CFE. México. 2012. P. 113.

contaban con una sólida estructura financiera que disipaba la incertidumbre en la inversión de esta industria naciente.

Como consecuencia, la mayor parte de la industria eléctrica del mundo era controlada por unas cuantas empresas transnacionales dedicadas a la producción de materiales, construcción y explotación de centrales eléctricas; también ofrecían una amplia gama de servicios como: generación y distribución eléctrica, alumbrado y transporte público. Cuatro empresas eran las sobresalientes, dos alemanas y dos estadounidenses: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Siemens & Halske, General Electric y Westinghouse.⁵³

Los países menos desarrollados dependían casi en su totalidad de estas empresas para poder desarrollar sus recursos eléctricos, ya que dichas empresas no sólo proveían de insumos e infraestructura, sino también de conocimiento técnico y científico y mano de obra calificada. De esta forma el oligopolio eléctrico acaparaba las ganancias a nivel mundial, amansando niveles extraordinarios de capital y aniquilando poco a poco cualquier intento de competencia.

2.3 Crisis de 1895

Durante el último cuarto del siglo XIX era difícil que las empresas, principalmente las mineras, obtuvieran medios de financiación; los bancos sólo prestaban a grandes propietarios agrarios a una tasa de interés muy alta. Por ello, el Gobierno porfirista vio en la

⁵³ María Ramos. La compañía Mexican Light and Power Company Limited durante la Revolución mexicana. UNAM. México. 2017. Pp. 2-3.

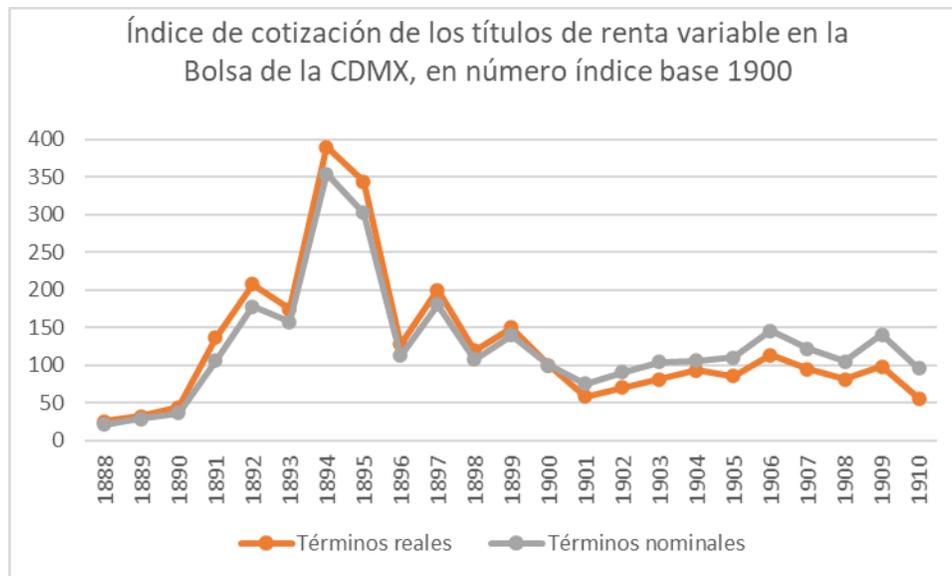
creación de la Bolsa una oportunidad para atraer capitalistas extranjeros a fin de modernizar la economía, lo que estuvo influenciado por la política liberalizadora de su régimen.⁵⁴

Sin embargo, en lugar de instituir una Bolsa propiamente dicha, el Gobierno permitió que en 1885 cuatro empresas privadas dirigidas por corredores regularan el mercado bursátil. El error se hizo notar con el auge de las compañías mineras, lo cual disparó el precio de sus acciones, no obstante, se trataba de operaciones meramente especulativas que dieron una vitalidad artificial a la Bolsa. Por otro lado, el Gobierno, animado por esta euforia, decidió tomar préstamos para la construcción de líneas de ferrocarril, emitiendo deuda externa y avivando la falsa sensación de bonanza.⁵⁵

Fue la precaria regulación en materia financiera la causa de que los intereses inmediatos del capital financiero reinaran durante toda la fase de frenesí, desacoplándose totalmente de la economía real, lo cual es una característica muy propia de la fase de frenesí. Los indicadores bursátiles dan fe de esta creciente separación, mostrando una inflación eufórica en los precios de los títulos de renta variable (ver gráfica 3). La aparente apreciación de las empresas mineras sobreestimo el precio de sus activos, inflando una burbuja que terminó por estallar en 1894, tras reducirse el capital de las compañías mineras debido a la caída del precio de la plata, llevando caos a la recién formada Bolsa de Valores.

⁵⁴ Javier Moreno. “La Bolsa de Valores de México durante el porfiriato y la revolución, 1885-1934” en América Latina en la Historia Económica, Vol. 24, núm. 1. Instituto Mora. México. 2017. Pp. 107

⁵⁵ Javier Moreno. Óp. Cit. Pp.108-110.



Gráfica 3.

Fuente: Elaboración propia con datos de Javier Moreno. Óp. Cit. 101 (Ver Tabla 4 del Anexo)

De igual manera, fue durante este periodo que la industria eléctrica floreció, lo que se vio reflejado en las 199 compañías de luz y fuerza motriz que se fundaron a lo largo de toda la república entre 1887 y 1911, siendo en su mayoría pequeñas plantas eléctricas aisladas que eran usadas para industrias, alumbrado público y algunos servicios domésticos. Esta primera expansión fue igual de caótica que en otros países: una multitud de permisos a diversas empresas y nula regularización.⁵⁶ El abismo entre las fuerzas económicas y el marco regulatorio se hacía cada vez más grande, siendo necesario establecer un mayor control sobre la explotación de los recursos del país y sobre el mercado financiero, ya que hasta esa fecha había un nulo control estatal.

⁵⁶ Leonardo de Jesús Ramos y Manuel Montenegro. Óp. Cit. P. 198.

2.4 Florecimiento de la producción eléctrica

Como consecuencia de la crisis bursátil, los primeros intentos del Gobierno por regular el mercado financiero vinieron en 1895 de la mano del entonces secretario de Hacienda José Yves Limantour, quien fue el responsable de poner un orden al caótico sistema financiero de la época. En primer lugar, Limantour realizó una conversión de todos los títulos de deuda externa a uno solo, que pagaba intereses del 5%. En segundo lugar, se reestructuró la Bolsa, la cual volvió a fundarse como una institución unificada, quedando constituida y regulada por la ley. En tercer lugar, en 1897 se decretó la primera Ley General de Instituciones de Crédito para ordenar la actividad bancaria. Con estas acciones, los títulos de renta fija se volvieron más atractivos tanto dentro como fuera del país y el mercado bursátil volvió a la estabilidad.⁵⁷

A pesar de que en el sector financiero hubo un gran número de regulaciones en otras industrias fueron más bien pocas, nulas en el caso de la industria eléctrica, las cuales continuaron operando de la misma manera que antes, obteniendo permisos para explotar los recursos naturales del país sin ninguna restricción. Estas reformas del gobierno, lejos de buscar una mejor distribución de beneficios a favor del bienestar en general, tuvieron como objetivo continuar con las mismas prácticas de las fases anteriores con la única diferencia de que existiría una mayor vigilancia por parte del Estado.

⁵⁷ Javier Moreno. Óp. Cit. 110

A inicios del siglo XX México se encontraba prácticamente a la par de los países industrializados en el tema de la electrificación y su uso se extendía ya a todas las industrias.⁵⁸ Uno de los casos más notables fue en la minería, donde la electricidad permitió reducir los costos operativos al facilitar el desagüe en niveles más profundos y brindar una iluminación segura. De igual manera, el surgimiento de las máquinas de coser e hiladoras eléctricas modernizó a la industria textil. Hacia 1900 el 44% de la capacidad eléctrica instalada proveía a los fabricantes de telas, especialmente en las regiones de Orizaba, Monterrey y Atlixco.⁵⁹

Mientras tanto, las primeras centrales eléctricas funcionaban con corriente continua, haciendo necesario que éstas estuvieran cerca de los poblados para poder surtirlos. La solución a este problema fue dada por la corriente alterna de Tesla, la cual era capaz de conducir la electricidad a distancias más lejanas que la corriente continua. Tesla se asoció con el industrial George Westinghouse para construir una central hidroeléctrica en las Cataratas del Niágara en 1895, transportando la electricidad producida hasta las ciudades de Búfalo y Toronto, ubicados respectivamente a 32 y 150 kilómetros de distancia. Este hecho fue el banderazo para la construcción de grandes proyectos arquitectónicos.

Hacia 1902 fue fundada la que sería la empresa monopólica más importante del país durante muchos años, *The Mexican Light and Power Company, Limited* (MLPCL). La empresa era propiedad del ingeniero estadounidense Frederick Stark Pearson y se constituyó el 10 de septiembre con un capital inicial de 12 millones de dólares canadienses

⁵⁸ Leonardo de Jesús Ramos y Manuel Montenegro. Óp. Cit. P. 104.

⁵⁹ Eliezer Braun. Óp. Cit. P. 105.

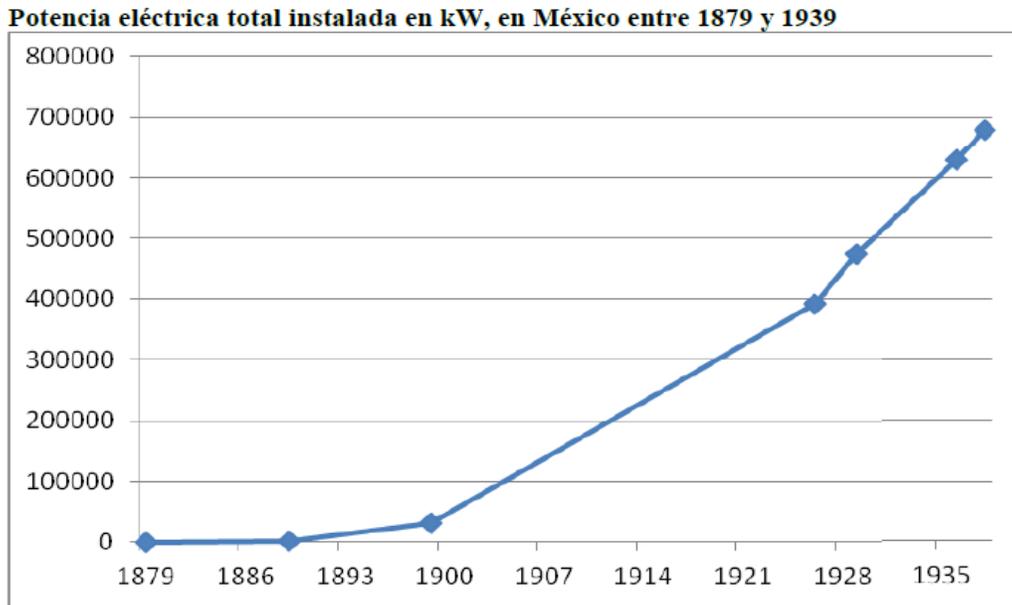
y sede en Toronto. Al poco tiempo se dio creación, la MLPCL recibió importantes concesiones por parte del régimen porfirista, adquiriendo la planta eléctrica de Nonoalco y obteniendo permiso para explotar las caídas de los ríos Tenango, Necaxa y Xaltepuxtla; dando lugar a uno de los proyectos hidroeléctricos más importantes del mundo, la planta de Necaxa.⁶⁰

La planta de Necaxa inició operaciones en diciembre de 1905, construyéndose en un tiempo relativamente corto de dos años. Al principio funcionaba con una sola turbina y a mediados del año siguiente ya estaban en funcionamiento las 6 turbinas con las que fue proyectada; cabe destacar que cada unidad generadora de 6.25 MVA superaba por sí sola la capacidad de cualquier otra instalación hidroeléctrica existente en el país, siendo de las más potentes del mundo. Cuando se concluyó su construcción, la línea de transmisión hacia la Ciudad de México y el distrito minero de El Oro alcanzaba una longitud total de 278 km (156 a la CDMX más 122 de esta ciudad a El Oro), lo que no sólo la posicionó como la línea de transmisión más larga del país sino de todo el mundo.⁶¹

Gracias a esto, la potencial eléctrica instalada del país se expandió de una forma exponencial, teniendo un crecimiento a un ritmo vertiginoso y constante durante las dos siguientes décadas (véase gráfica 4).

⁶⁰ María Ramos. Óp. Cit. P. 6.

⁶¹ Luis Antonio Ibáñez. Óp. Cit. P. 18.



Gráfica 4.

Fuente: María Ramos. Óp. Cit. P.4.

Con la apertura de la planta de Necaxa se abrieron nuevas posibilidades para las empresas y la sociedad mexicana. Por ejemplo, las bombas de extracción hicieron posible el desarrollo de obras públicas en el lago de Xochimilco para el suministro de agua potable y la *Weren Beit and Co.* de Londres instaló el primer tranvía en la CDMX, otorgando otro uso a la electricidad en favor del progreso social: el transporte. Todo esto se sumó al acervo de los nuevos bienes y servicios fruto de la energía eléctrica.⁶²

⁶² Eliezer Braun. Óp. Cit. P. 105.

CAPÍTULO III. La industria eléctrica durante la cuarta revolución tecnológica

Es preciso mencionar que a finales de la tercera revolución tecnológica hubo un cambio en el liderazgo económico mundial. Inglaterra, cuyo poder imperial estaba apuntalado por el control del patrón oro, de las finanzas mundiales y de las rutas comerciales transcontinentales, no consideró las inversiones en las nuevas tecnologías del acero, la electricidad y la química como prioritarias para la generación de riqueza. A finales de siglo, tanto Estados Unidos como Alemania habían sobrepasado a Inglaterra en producción de acero y su industria eléctrica. Para 1907 Wall Street se posicionaba el como centro financiero mundial y Alemania era suficientemente fuerte como para desafiar el liderazgo industrial británico.⁶³

Mientras Inglaterra se encontraba aún en la fase de madurez, Estados Unidos y Alemania ya transitaban por la fase de irrupción, por lo tanto el final de la tercera revolución tecnológica se traslapa con el inicio de la cuarta. Como la industria mexicana dependía en su mayoría de las importaciones estadounidenses, el cambio de liderazgo económico mundial significó que el impacto de la cuarta revolución tecnológica se sintiera tempranamente en nuestro país, transitando hacia la fase de irrupción de esta nueva oleada que era liderada por el petróleo, el automóvil y la producción en masa.⁶⁴

⁶³ Carlota Pérez. Óp. Cit. P.91

⁶⁴ Carlota Pérez. Óp. Cit. P.35

3.1 El fin de una era y el cambio de régimen

La cuarta revolución tecnológica inicia con la salida del prototipo del primer modelo T de la planta Ford, lo que inicio la era de los automóviles relativamente baratos y el petróleo adquirió una mayor relevancia al ser usado para producir el combustible de los motores de combustión interna. Pero el cambio fue más allá de lo técnico, el modelo de producción en serie significó una revolución del pensamiento industrial; gracias a la especialización de los obreros y a la reducción de costos y tiempos, el fordismo fue el paradigma imperante de todas las industrias, dando inicio la era de la producción en masa.⁶⁵

Dentro de la industria eléctrica, el inicio de la cuarta revolución estuvo marcado por la formación de estructuras de mercado monopolistas. A nivel mundial, las innovaciones en la industria no cesaban de aparecer y los capitales extranjeros necesitaban nuevos mercados para continuar con su expansión. En apenas unos años, las grandes empresas internacionales acapararon el mercado de las distintas partes de la República Mexicana; poco a poco las pequeñas empresas privadas nacionales dejaron de invertir en este sector y la libre competencia fue cesando, desapareciendo la industria nacional y dejando el mercado a merced de las políticas de corporaciones extranjeras, que velaban por sus beneficios por encima de los beneficios de la sociedad mexicana.

El proyecto de Necaxa otorgó a la MLPCL un nivel de ganancias extraordinarias, consolidándose en 1906 como la empresa más importante de México al obtener nuevas concesiones y adquirir diferentes compañías, entre las cuales estaba *The Mexican Gas and*

⁶⁵ Carlota Pérez. Óp. Cit. P.37

Electric Light Company y la Compañía Explotadora de las Fuerzas Hidroeléctricas de San Idelfonso. Con estas facilidades la empresa pudo acaparar el mercado de la Ciudad de México, Puebla, Orizaba y las minas de El Oro y Pachuca. La capacidad alcanzada fue tal que la MLPCL bajó sus tarifas entre un 60% y 70%, aniquilando a las compañías que le competían y consolidando un monopolio en tan sólo tres años.

Hacia 1910, la MLPCL generaba aproximadamente el 80% de la energía hidroeléctrica del país; su capital había ascendido a los 25 millones de dólares, creciendo más del doble en 8 años.⁶⁶ Esa acumulación de capitales le permitió diversificar sus actividades, por ejemplo, en 1906 Pearson fundó *The Mexico Tramsway Company*⁶⁷ convirtiéndose en la principal operadora de tranvías en la Ciudad de México.

Sin embargo, la falta de estrategia del Gobierno hacia un desarrollo industrial a largo plazo se hacía notar en su desinterés por fomentar una educación técnica y científica. La falta de obreros especializados en el país era más que evidente. Vemos el caso de la MLPCL, la cual contrataba el mayor número de trabajadores en el sector, sin embargo, las áreas técnicas y especializadas estaban conformadas casi en su totalidad por extranjeros.⁶⁸ La posibilidad de un mexicano para capacitarse como técnico electricista era prácticamente nula, traduciéndose en una lenta curva de aprendizaje y la dependencia de conocimiento y técnicos extranjeros.

⁶⁶ Leonardo de Jesús Ramos-Gutiérrez. Óp. Cit. Óp. Cit. P.106.

⁶⁷ Mira Wilkins y Harm Schöter. *The Free-standing Company in the World Economy, 1830-1996*. Oxford university press. New York. 1998. Pp. 396-397.

⁶⁸ María Ramos. Óp. Cit. P. 4.

Igualmente, las condiciones que ofrecían las empresas productoras de electricidad continuaban siendo abusivas. Unas 200 concesiones, que representaban casi la totalidad de las otorgadas por el Gobierno Federal entre 1895 y 1910, fueron atribuidas a nacionales y rápidamente fueron enajenadas a extranjeros. Durante los últimos años del porfirismo, la especulación con estas concesiones alcanzó proporciones sorprendentes. En algunas instancias el optimismo sin límites acerca del futuro económico de México dio lugar a que el precio final de una concesión se elevara a un nivel completamente desproporcionado frente al costo de otros componentes de la inversión. Por ello, a lo largo de esta década las compañías manejaron el costo excesivo de las concesiones originales como un argumento contra la reducción de las tarifas de electricidad.⁶⁹

Es necesario abrir un paréntesis para entender el contexto económico y social en el que tuvo lugar la última fase de la tercera revolución tecnológica y las primeras fases de la cuarta, época donde fue una constante que el marcado progreso económico contrastara con los problemas crónicos de la sociedad mexicana.

A inicios del siglo XX, en México había más tierras que hombres; las pocas tierras ocupadas estaban divididas en dos sistemas de estructura agraria: las grandes haciendas, que poseían el 97% de las tierras útiles; y la explotación comunal practicada por comunidades indígenas y campesinas, quienes solamente tenían el 3% de las tierras.⁷⁰

⁶⁹ Leticia Campos. Óp. Cit. P. 121.

⁷⁰ Alejandro Tortolero. De la coa a la máquina de vapor: actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas, 1880-1914. Siglo XXI. México. 1998. P.21.

Existía un contraste en las tres principales zonas económicas del país: el centro, productor de cereales, contaba con numerosa población campesina, cuya producción se orientaba hacia el consumo interno; el norte, tradicionalmente minero y ganadero, estaba escasamente poblado, ahí surgió una vigorosa agricultura comercial; y el sur, con cultivos tropicales de explotación, poco poblado, prevaleciendo los poblados indígenas que mantuvieron sus privilegios comunales. Mientras en el norte las formas de trabajo evolucionaban hacia el trabajo asalariado, en el sur las relaciones salariales llegaron a una situación parecida al sistema esclavista, encubierto bajo la forma de peonaje por deuda.⁷¹

Estas diferencias entre las especializaciones económicas de cada área se tradujeron en disparidades de los niveles de desarrollo, floreciendo las zonas industriales en tanto las periferias quedaban marginadas, lo que causó las movilizaciones de grandes contingentes de emigrante basadas en las necesidades de la economía. Por ejemplo, para satisfacer la creciente demanda internacional de productos tropicales hubo una gran movilización hacia el sur, principalmente de indios yaquis, desposeídos de sus tierras en sonora, y de mano de obra extranjera, habiendo chinos, coreanos e italianos.⁷²

A pesar de que el periodo se perfilaba como un nuevo auge los cambios sociales aún tenían tintes de la fase de madurez, ya que fue precisamente en este periodo que el hartazgo social se hizo notal. Las inconformidades fueron el resultado de que en los periodos anteriores se enriquecieron enormemente algunas esferas de la sociedad mientras que el grueso de la población vivía en condiciones precarias, profundizando la brecha social. Algo similar

⁷¹ Alejandro Tortolero. Óp. Cit. P.30.

⁷² Alejandro Tortolero. Óp. Cit. P.31.

ocurrió con las diversas regiones del país, floreciendo algunas mientras otras quedaban sumidas en la marginación.

La construcción de ferrocarriles, la inversión de capitales nacionales y extranjeros, el aumento en la producción, las obras y los servicios públicos, significaron un gran avance económico. Sin embargo, no existía una visión integral para el desarrollo social, sino que la brecha entre clases se hacía cada vez más grande, enriqueciéndose una pequeña esfera de la población mientras que la mayor parte vivía en una situación precaria cuyo malestar social se hacía notar cada vez más, aumentando la cantidad de zonas marginadas. Fueron estas condiciones las que orillaron al estallido de la Revolución Mexicana el 20 de noviembre de 1910.

Con la renuncia de Díaz a la presidencia, el cambio de régimen trajo nuevas esperanzas para la sociedad mexicana al mostrarse como conciliador entre los distintos sectores sociales, sin embargo, la calma duró poco. La llegada al poder de Francisco I. Madero suscitó la confianza de los inversores extranjeros pero los empresarios mexicanos tuvieron fuertes choques con el nuevo gobierno. La inestabilidad política provocó levantamientos contra el nuevo Gobierno, esto junto con las huelgas y la supresión del tráfico ferroviario frustraron los planes maderistas de modernización económica y regeneración política. Esta situación empeoró tras el golpe de Estado el 9 de febrero de 1913; la denominada *decena trágica* resultó en el asesinato de Madero y la usurpación de Victoriano Huerta.⁷³

⁷³ Javier Moreno. Óp. Cit. P. 118

Huerta aplicó una serie de leyes que empeoraron aún más la situación económica. El abandono del patrón oro provocó que las bolsas de valores europeas prohibieran la negociación de títulos de renta variable mexicanos, poniendo en jaque a las grandes empresas nacionales quienes tuvieron dificultades para acceder a la financiación extranjera.⁷⁴

Todo el proceso de cambio social ocurrido en esta década trajo nuevas ideas a la sociedad mexicana que se apartaban de la ideología porfirista, siendo en esta fase cuando el poder transformador del proceso de destrucción creadora se notó más. Surgieron nuevas instituciones y leyes, nuevas formas de organización política, se empoderó la clase obrera y campesina, y el Estado cambió su rumbo político a favor del fortalecimiento de la industria nacional, habiendo grandes esfuerzos por parte del Gobierno para regular las industrias que hacían uso de los recursos naturales del país.

En 1914 llegó al poder Venustiano Carranza, su gobierno promovió reformar el ambiente político de México y establecer un mayor control sobre los recursos de la nación, confluendo en la promulgación de la Constitución de 1917. Como muestra de esta regeneración está el Artículo 27, el cual en su tercer apartado dice:

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el

⁷⁴ Javier Moreno. Óp. Cit. P. 119

desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.⁷⁵

El año de 1914 fue clave en la organización obrera en México. La revolución había traído nuevos aires libertarios y sobre todo un vacío de poder político que los trabajadores de las ramas más modernas aprovecharon para transformar sus organizaciones mutualistas en sindicatos. Por ello, ese año los trabajadores de la MLPCL organizaron el Sindicato Nacional de Electricistas (SME). Sus demandas principales eran: aumento de salarios, jornada máxima de ocho horas y pago extra por trabajo extra. Los trabajadores también exigían una mejora en las condiciones de trabajo: indemnización por despidos injustificados, desaparición del trato despótico en los lugares de trabajo por parte de supervisores y la supresión de castigos económicos. En segundo término se pidió la desaparición de los cuerpos de seguridad de la empresa, la intervención del sindicato en el ingreso y promoción de los trabajadores y la atención médica para los obreros y sus familiares.⁷⁶

Surgía un nuevo rumbo político a favor del fortalecimiento de la industria nacional, viéndose reflejado en la creación de la Dirección General de Educación Técnica (1915), que da fe al nuevo proyecto político y educativo encaminado a mejorar las condiciones económicas y sociales de la clase obrera. El cambio de paradigma permitió transformar la Escuela Nacional de Artes y Oficios en la Escuela Práctica de Ingenieros Mecánicos y Electricistas (EPIME), donde se graduaron los primeros electricistas en el país. Antes de

⁷⁵ Leticia Campos. Óp. Cit. P. 119

⁷⁶ Leticia Campos. Óp. Cit. P. 119.

esto, todos los ingenieros electricistas mexicanos debían graduarse en el extranjero, principalmente en los Estados Unidos, lo que limitaba las posibilidades de contar con trabajadores mexicanos especializados.⁷⁷

Durante este periodo, el ambiente internacional alivió la dolida situación económica del país gracias a que aumentaron los niveles de demanda de los países beligerantes de la Primera Guerra Mundial, incrementándose el comercio exterior y mejorando las expectativas económicas. Sin embargo, la emisión descontrolada de dinero, que carecía de un respaldo económico real, provocó una inflación bursátil en términos nominales, llevando a Carranza a clausurar la Bolsa, siendo reabierto al cabo de un mes, aunque ahora sometida a una férrea tutela estatal. A partir de ese momento, el gobierno usó a la Bolsa como un mero intermediario para efectuar operaciones de mercado abierto, desanimando a los inversionistas. La Bolsa entró en una situación de total abatimiento y los índices de cotización registraron mínimos históricos.⁷⁸

En conclusión, este periodo tuvo diversos contrastes en los ámbitos político, social y económico. El hastío de las clases populares coincide con el periodo de madurez de la tercera revolución tecnológica; los beneficios de la tercera revolución no se estaban repartiendo equitativamente entre todas las clases sociales, incrementando la brecha entre ellas y el descontento social, detonando la Revolución. Al mismo tiempo, fue un periodo de profundas reformas políticas que consolidaron la estructura institucional hasta bien entrado

⁷⁷ Libertad Díaz y Juan José Saldaña. “La revolución mexicana y la enseñanza de la ingeniería eléctrica: el caso de la Escuela Práctica de Ingeniería Mecánica y eléctrica” en Memoria del I Coloquio latinoamericano. UNAM. México. 2007. Pp. 1262-1264.

⁷⁸ Javier Moreno. Óp. Cit. P.119.

el periodo de despliegue de la cuarta revolución tecnológica, obedeciendo a los postulados de Carlota Pérez.

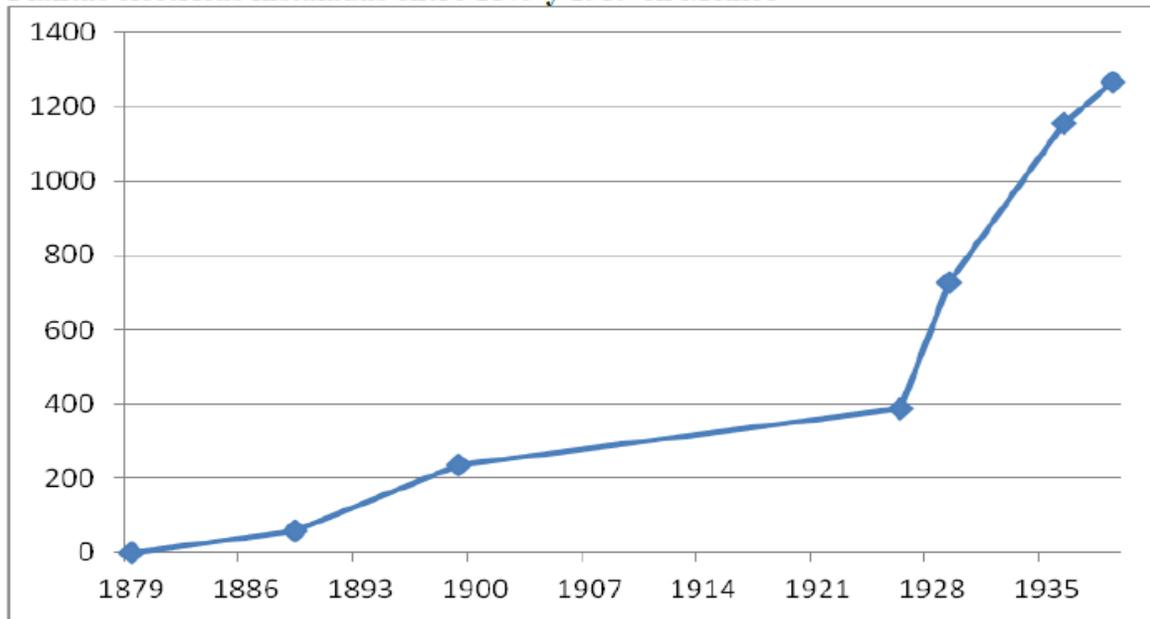
3.2 La reestructuración política de México y el nuevo marco institucional

La crisis social, política y económica que vivió México durante el conflicto armado tuvo un efecto negativo en todas las industrias: millones de muertes, destrucción de infraestructura, parálisis del mercado bursátil e inestabilidad política. Esta peligrosa combinación frenó el ritmo de la construcción de nuevas plantas eléctricas en comparación con los años anteriores a 1910, lo que contrasta con un vertiginoso crecimiento durante la segunda mitad de los años 20 (véase la gráfica 5).

Al concluir la guerra, una de las prioridades del Gobierno era atender la deuda pública para subsanar la situación de insolvencia e inestabilidad que vivía el país. El gobierno de Álvaro Obregón otorgó esa tarea al nuevo secretario de Hacienda Juan Alberto Pani, quien fue el encargado de renegociar la deuda a fin de atraer nuevos inversionistas. Gracias a su plan de reforma económica y al aumento de las exportaciones petroleras, México retomó las sendas del crecimiento y volvieron los capitales extranjeros. Sin embargo, la reestructuración económica no tuvo la menor influencia sobre la actividad de la bolsa, que continuó sumergida en un letargo durante esta década.⁷⁹

⁷⁹ Javier Moreno. Óp. Cit. P. 122.

Plantas eléctricas instaladas entre 1879 y 1939 en México



Gráfica 5.

Fuente: María Ramos. Óp. Cit. P.8

Mientras tanto, nuestro país fue testigo del surgimiento de otra importante tecnología fruto de la revolución eléctrica: la radio. En 1921 el ingeniero Constantino de Tárnava transmitió desde Monterrey a la CDMX el primer programa de radio. En el mismo año José de la Herrán y el General Fernando Ramírez montaron la estación experimental J-H. Y el 14 de agosto de 1923 entró en servicio la difusora del periódico El Mundo, dirigido por Martín Luis Guzmán, donde a través de sus micrófonos pasaron figuras como José Vasconcelos, entonces secretario de Educación Pública; Antonio Caso, rector de la Universidad Nacional; el poeta Carlos Pellicer; el compositor Manuel M. Ponce, entre otros. Ese mismo año, la nueva tecnología fue aprovechada por el gobierno de Obregón para transmitir el

primer Grito de Independencia en vivo. Se estima que alrededor de 5,000 hogares contaban con aparatos receptores, operando 11 estaciones radiodifusoras.⁸⁰

La reforma del marco institucional continuó durante toda la década: en 1923 se creó la Comisión Nacional de Fuerza Motriz, cuyas funciones eran la gestión y consulta para imponer medidas encaminadas a garantizar la conservación de los haberes hidráulicos, extender y perfeccionar el empleo de estos recursos para la industria electromotriz y abaratar la energía; en 1925 quedó arreglado el pago de la deuda pública; en 1926 se emitió el Código Nacional Eléctrico, que confería al gobierno la facultad de controlar las concesiones y establecer los requisitos técnicos para la construcción, el manejo y la conservación de las instalaciones eléctricas, además se reformó el artículo 73 de la constitución para otorgar al Congreso Federal la facultad de legislar en materia de electricidad; en 1928 se privatizaron los ferrocarriles y ese mismo año se concedió el monopolio de la emisión de billete al Banco de México para poner fin al caos monetario de la revolución.⁸¹

Pero el sosiego duró poco. El movimiento cristero de 1927 provocó el cese del pago de la deuda externa, hundiendo la cotización de valores mexicanos, a esto se sumó el asesinato del presidente electo Álvaro Obregón en 1928 y la rebelión escobarista a principios de 1929. El país estaba devastado por más de dos décadas de conflictos bélicos y revueltas, por ello no hubo como tal un periodo de frenesí en el país, sino más bien continuaron las

⁸⁰ Eloy Caloca Carrasco. Recuento histórico del periodismo. Instituto Politécnico Nacional. México. 2010. Pp. 229-230.

⁸¹ Leticia Campos. Óp. Cit. P. 122.

reformas de la fase anterior. Pero cuando se pensaba que la dura situación del país había tocado fondo, vino lo peor.⁸²

3.3 La gran depresión

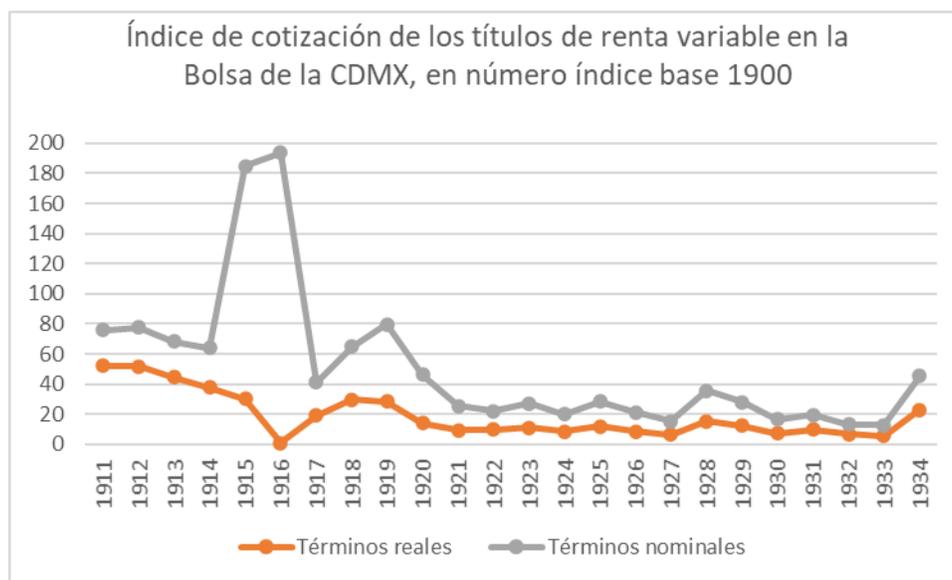
En la era posterior a la Revolución el Gobierno tenía dos prioridades: la reconstrucción económica del país que había quedado devastado por la guerra y la renovación política. A pesar de los esfuerzos del Estado por volver a la senda del crecimiento, el verdadero desastre para la economía mexicana vino con la Gran Depresión mundial de 1929. Los resultados fueron asoladores para nuestro país: se derrumbó la producción -14.8% en 1932; el PIB per cápita bajó -16.3% en 1932; hubo dos años de severísima deflación, 12.7% en 1931 y 10.8% en 1932; se contrajo el consumo 11.9% en 1932 y la inversión privada -26.1% en 1931; los ingresos fiscales cayeron -25% disminuyendo el gasto público. La nación estaba sumida en la depresión económica más profunda desde su nacimiento.⁸³

Es necesario aclarar que debido a la difícil situación política y social que atravesaba México en la era postrevolucionaria no hubo como tal un periodo de frenesí financiero en la década de los veinte debido a que el funcionamiento de la Bolsa mexicana quedó muy restringido desde 1914, cuando dejó de ser una opción real para las industrias que buscaban financiamiento, de esta forma la Bolsa Mexicana vivió un largo periodo de letargo que reflejó poco la euforia bursátil que se vivía en los Estados Unidos (ver gráfica 6). Dicha crisis afectó de forma externa a nuestro país como consecuencia de la reducción del

⁸² Javier Moreno. Óp. Cit. P. 124.

⁸³ Abraham Aparicio Cabrera. Economía Mexicana 1910-2010: Balance de un Siglo. UNAM. México. 2010. P.6.

comercio exterior y las afectaciones del mercado internacional de metales preciosos, desplomándose el peso y de los niveles de producción a niveles nunca vistos.



Gráfica 6.

Fuente: Elaboración propia con datos de Javier Moreno. Óp. Cit. 101 (Ver Tabla 4 del Anexo)

Tras años de conflictos y de gobiernos efímeros, los inversionistas extranjeros necesitaban un gobierno que les ofreciera garantías y Pascual Ortiz Rubio parecía ser capaz de otorgarlas. No obstante, Elías Calles siguió manejando la política económica del país desde su condición de presidente del Banco de México. Atendiendo a sus órdenes, el gobierno contrajo en 1930 un préstamo de 15,000,000 de dólares con el National City Bank, buscando sostener la cotización del peso y la plata mediante operaciones de mercado abierto. Sin embargo, el préstamo elevó peligrosamente la deuda externa y la desconfianza de Europa y Estados Unidos, provocando que las cotizaciones bursátiles tuvieran una caída aún más intensa que la de 1929. A esto se sumó una masiva retirada de depósitos que provocó una oleada de quiebras de bancos, iniciando con el de Sonora en 1931. La

producción petrolera mexicana retrocedió a los niveles de 1915, es decir, menguó en más de 600%. En consecuencia México abandonó el patrón oro y se decretó el cierre de la Bolsa durante tres meses, el cual se prolongó por un año.⁸⁴

Por parte de la industria eléctrica, esta fue severamente golpeada por la crisis de 1929, disminuyendo el ritmo de crecimiento vertiginoso que había tenido en los años anteriores. Entre 1930 y 1933 la generación de electricidad disminuyó, siendo que en 1934 no aún no se lograba recuperar el nivel que tenía la industria cuatro años antes. Muchas pequeñas empresas eléctricas quebraron y su número se redujo de 670 a 199. Además, el personal total ocupado menguó significativamente, pasando de 13,301 en 1930 a 7,527 en 1935.⁸⁵

3.4 Hacia una nueva senda de crecimiento

Después de la crisis, el Gobierno retomó los planes para el fortalecimiento de la industria nacional, promoviendo más reformas y creando instituciones que regularan a la industria eléctrica con la finalidad de moverse hacia una completa expansión del mercado y crear una mayor cohesión social, aumentando así el bienestar general. Las reformas alcanzaron a todos los sectores, y el crecimiento económico se volvió estable y armónico. Fue un tiempo de avance en las leyes laborales y otras medidas para la protección social de las clases populares y el auge de la clase media.

⁸⁴ Javier Moreno. Óp. Cit. Pp. 124-126

⁸⁵ Evaluación número 1589 de “Reforma energética: electricidad”. Auditoría Superior de la Federación. México. 2019. P.22.

Con la llegada a la presidencia de Abelardo L. Rodríguez en septiembre de 1932 el escenario cambió por completo. El hecho marcó el fin del periodo de hegemonía de Elías Calles, conocido como el Maximato, de cuya política económica se apartó. Después de que México sufriera graves problemas durante tantos años era necesario implementar mayores reformas y regulaciones a fin de no volver a caer en los mismos errores de los periodos anteriores.

Como consecuencia de la severa crisis económica se promulgaron reformas financieras: la actividad de la bolsa quedó regulada con la Ley de Reordenación Bancaria de 1932, a la cual se le designó la misión de ofrecer deuda pública interior en forma prioritaria, ratificando su uso como un instrumento al servicio de las necesidades de financiación del sector Público; de igual manera, se aumentó el control sobre la banca nacional.⁸⁶

Las reformas alcanzaron a todos los sectores económicos a fin de que el Estado desempeñara activamente un rol regulador. A partir de 1933 se retomó la idea de un desarrollo interno con aspiraciones de autonomía nacional, teniendo como objetivo mejorar las condiciones de la clase obrera mexicana. Ese nacionalismo económico permitió que se fundaran organizaciones laborales como la Confederación de Trabajadores de México CTM (1936) y la Confederación Nacional Campesina CNC (1938), sobre las cuales se apoyaría el poder estatal durante varios años.

Con miras a impulsar el crecimiento económico y el bienestar social, el Gobierno orientó las políticas públicas para regular la infraestructura de industrias esenciales, logrando

⁸⁶ Javier Moreno. Óp. Cit. Pp. 126.

afianzar al nuevo paradigma institucional. Prueba de ello fue que en 1933 el presidente Abelardo L. Rodríguez consideró a la electricidad como una actividad prioritaria para el país, enviando al Congreso de la Unión una iniciativa que decretaba la creación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), pero la presión de las empresas transnacionales para mantener su monopolio fue tan fuerte que lograron posponer cuatro años dicha iniciativa.⁸⁷

El panorama de la industria eléctrica era el siguiente: México dependía totalmente de préstamos e inversiones directas por parte de otros países, es decir, el desarrollo de esta industria en nuestro país iba acorde a los intereses extranjeros. Dos empresas controlaban casi el 90% de la electricidad del país: la *Mexican Light and Power Company, Ltd.* y la *American and Foreign Power Company*. Siendo la primera quien contrataba el mayor número de trabajadores de ese sector, habiendo muy pocos mexicanos en el área técnica y especializada, en donde se daba preferencia a extranjeros. Se calcula que entre 1935 y 1945 sólo el 3% del personal mexicano ocupaba puestos de dirección, el 27% eran empleados y el 70% obreros.⁸⁸ Sin embargo, de manera paulatina, la intervención de la ingeniería mexicana dentro de la industria fue cada vez más significativa hasta alcanzar, a finales de esta fase, un porcentaje aceptable de participación, más el total de equipos electromecánicos continuó siendo de procedencia extranjera.

El inicio del cardenismo marcó un punto de inflexión en la construcción tanto del sistema político mexicano como de los instrumentos para la intervención del Estado en la

⁸⁷ Abraham Aparicio. Óp. Cit. Pp. 6-7.

⁸⁸ María Ramos. Óp. Cit. P. 4.

economía. El gobierno cardenista representa en muchos aspectos el epílogo de la Revolución Mexicana, ya que fue hasta esta época cuando tuvieron respuesta las demandas sociales por la repartición de tierras, reformas agrarias e industriales. También se reafirmó la soberanía nacional con la expropiación petrolera, dando inicio a la aplicación de políticas heterodoxas y desarrollistas para hacer frente a los obstáculos de la recuperación económica.⁸⁹

Un nuevo paradigma permeaba en todas las actividades y en la forma de pensamiento, algo palpable en el rumbo que tuvo la educación. En 1932 la Escuela de Ingenieros Mecánico Electricistas se transformó en Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) y en 1936 se fundó el Instituto Politécnico Nacional como un motor de desarrollo y espacio para la igualdad; por una parte, apoyando el proceso de industrialización del país y, por la otra, brindando alternativas educativas a todos los sectores sociales, en especial a los menos favorecidos, enfatizando en la educación científica.⁹⁰

El año de 1937 fue muy significativo para la industria eléctrica mexicana. Por medio de un decreto, el general Lázaro Cárdenas materializó la creación de la Comisión Federal de Electricidad con el objetivo de organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de operar con un costo mínimo, otorgando el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales de la población.

⁸⁹ Leonardo Lomelí Óp. Cit. P. 104.

⁹⁰ Libertad Díaz y Juan José Saldaña. Óp. Cit. P. 1260.

En aquellos años había problemas de escasez eléctrica debido a que la producción estaba en manos de empresas privadas que sólo buscaban beneficios económicos, por lo tanto si no les convenía, no proveían y daban una mala calidad de servicio. Esto perjudicó a la sociedad mexicana porque había muchas zonas sin acceso a la electricidad que a las empresas no les interesaba brindarles servicio.⁹¹ El nuevo paradigma tecnoeconómico de la producción en masa se alzaba triunfante. El Gobierno planteó estrategias para brindar mejores condiciones de vida y un mayor acceso a oportunidades a las clases populares a fin de ampliar el mercado nacional.

A fin de terminar estas malas prácticas, el Gobierno continuó con las políticas en pro de la industria nacional: el 11 de febrero de 1939 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la primera Ley de la Industria Eléctrica, en la que se definió a la electricidad como un servicio público; en 1941 se crea la Comisión de Tarifas Eléctricas para regular los precios; en 1949 se reestructura la CFE como un organismo público, centralizado y con patrimonio propio, aumentando su capacidad instalada de 64 kW en 1938, hasta 45,594 kW en 1946. Todo esto permitió que se bajaran las tarifas y más personas pudieran tener acceso al servicio.⁹²

Hacia la década de los cuarentas, el estallido de la Segunda Guerra Mundial provocó una creciente demanda de materias primas mexicanas así como la caída en la producción de los países industriales, permitiendo que México impulsara su industrialización para satisfacer las necesidades del mercado nacional e internacional. Lo que comenzó como un proceso

⁹¹ Leonardo de Jesús Ramos y Manuel Montenegro. Óp. Cit. P. 198.

⁹² Leonardo de Jesús Ramos y Manuel Montenegro. Óp. Cit. P. 198.

espontáneo, continuó después con la protección del Estado a los productores nacionales, dando lugar al periodo de sustitución de importaciones.⁹³

Con el despegue de la industria mexicana inició un acelerado proceso de urbanización que cambió la distribución de la población en un período relativamente corto, donde la expansión del mercado eléctrico vino de la mano con el auge de la población urbana y el florecimiento de la clase media. Antes de 1937 únicamente el 38% de la población contaban con electricidad, mientras que el otro 62% de la población se encontraba principalmente en el campo y no disponían del servicio.⁹⁴

Es necesario entender el proceso de urbanización que vivió nuestro país durante esta época a fin de poder explicar los cambios económicos, políticos y sociales que surgieron en la segunda mitad de la cuarta revolución tecnológica. Dicho proceso pasó por dos fases a lo largo de la primera mitad del siglo XX: la primera fase está marcada por una urbanización lenta y de predominio rural de 1900 a 1940 y la segunda caracterizada por una urbanización acelerada y preeminente de 1940 a 1980. La tasa de urbanización tuvo valores por encima del 3% en las décadas de los 1950 y 1960, la cual es alta si se tiene en cuenta que entre 1960 y el 2000 la tasa bajó hasta llegar a 0.6%.⁹⁵

Otras características que tenía la población fue que era esencialmente joven, masiva y urbana. En 1950 la media de edad fue de 23.7 años, en 1960 de 22.9 y para 1970 se

⁹³ Abraham Aparicio. Óp. Cit. P.7.

⁹⁴ Andrea Terán Bobadilla. “Análisis histórico de la nacionalización de la Comisión Federal de Electricidad y sus implicaciones políticas y económicas para México” en Tercera Jornada de Historia Económica. Tomo 1. Asociación mexicana de historia económica. México. 2015. P. 120.

⁹⁵ Jorge Gallegos Contreras. Caracterización del desarrollo urbano en México (1950-2010). UNAM. México. 2016. P. 2-8.

mantuvo en 22.3. El aumento de la clase media creó una demanda creciente de educación superior para sus hijos, así pues entre 1950 y 1970 la expansión de la matrícula universitaria y tecnológica fue sorprendente: mientras que en 1950 había 32,143 estudiantes, en 1960 aumentó a más del doble, con 75,434 estudiantes, y al final de la década la población estudiantil llegó a 208,944 en las instituciones de educación superior.⁹⁶

Las consecuencias económicas y sociales de un cambio tan rápido fueron complejas. Por un lado, se vio reflejado en una redistribución significativa de la ocupación por sectores de actividad económica, predominando las industrias y maquilas. Por el otro, implicó la población que venía del campo tuviera que adaptarse a la ciudad, aumentando el número de colonias populares que demandaban servicios básicos, iniciando el proyecto de electrificación en las colonias proletarias de las principales ciudades a finales de la década de 1950.⁹⁷

Una nueva tecnología estaba surgiendo en aquella época, la cual fue acogida rápidamente por la población mexicana. La industria televisiva nace en 1938 con las primeras transmisiones experimentales, sin embargo hasta 1946 surge la televisión comercial, proyectándose en blanco y negro. En 1939 el ingeniero Guillermo González Camarena hizo los primeros ensayos con un equipo rudimentario que él mismo construyó, inventando un sistema de televisión a colores que patentó en México y en los Estados Unidos. En pocos

⁹⁶ Ricardo Pozas. “Los años sesenta en México: la gestación del movimiento social de 1968” en Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales. Año LXIII, núm. 234. UNAM. México. 2018. P. 121.

⁹⁷ Leonardo Lomelí Óp. Cit. P. 97.

años, la televisión se convirtió en el medio de comunicación masiva más importante del país.⁹⁸

3.5 La estabilidad macroeconómica y la inestabilidad social

El periodo de 1958 a 1970 fue llamado de desarrollo estabilizador por encontrarse asentado sobre la estabilidad macroeconómica. Gracias al sólido marco institucional que se había forjado en las décadas anteriores se logró un crecimiento armónico, caracterizado por una baja inflación y un tipo de cambio estable. Durante el sexenio de López Mateos el crecimiento del PIB promedio fue de 6.73%, con una inflación de 2.28%; condición que se mantuvo en el gobierno de Gustavo Díaz Ordaz, en el cual el PIB creció 6.84% con una inflación de sólo 2.76% y un tipo de cambio nominal de \$12.50 por dólar que se mantendría durante 12 años.⁹⁹

El modelo mexicano de desarrollo fue impulsado por un Estado fuerte, interventor, proteccionista y altamente regulador. Las políticas públicas se orientaron a la inversión de infraestructura y bienes de capital, la cual creció 158% entre 1959 y 1970. Diversos sectores de la economía tuvieron un incremento significativo: la electricidad mostró un aumento del 12.83%; el comercio, el transporte y las comunicaciones, 6.03%; el sector manufacturero, 9.11%, a través del modelo de sustitución de importaciones y el crecimiento del mercado interno; los servicios se elevaron 6.65%; la construcción, 8.48%; la minería,

⁹⁸ Eloy Caloca Carrasco. Óp. Cit. Pp. 272-273.

⁹⁹ Ricardo Pozas. Óp. Cit. P. 113.

6.81%; siendo la agricultura el sector económico con más bajo crecimiento: apenas 3.28%.¹⁰⁰

Sin duda la década de 1960 fue la más importante en la historia de la industria eléctrica mexicana. Durante la década anterior, se calcula que del total de la capacidad instalada en el país, la CFE aportaba el 48%, la canadiense *The Mexican Light and Company Power* el 28%, la estadounidense *The American and Foreign Power Company* el 14% y otras compañías el 10%.¹⁰¹ El panorama cambió totalmente el 27 de septiembre de 1960 con el anuncio del presidente Adolfo López Mateos, quien decretó la nacionalización de la industria eléctrica, adquiriendo los bienes e instalaciones de las empresas transnacionales por medio de fondos públicos y deuda externa. El costo de la nacionalización fue de 52 millones de dólares, con lo que se compró el 90% de las acciones de la canadiense *The Mexican Light and Power Company*, además el Gobierno se comprometió a pagar sus deudas que ascendían a 78 millones de dólares. De igual forma, se obtuvieron todas las acciones de la estadounidense *American and Foreign Power Company* por 70 millones de dólares.¹⁰²

Con estas adquisiciones el Gobierno mexicano recibió:

- 16 plantas hidráulicas y 3 térmicas que abastecían la CDMX, Puebla, Estado de México, Michoacán, Morelos e Hidalgo.
- 137 km de línea de transmisión de doble circuito trifásico en el sistema de 220 kW.
- Dos subestaciones transformadoras en Cerro Gordo y El Salto.

¹⁰⁰ Ricardo Pozas. Óp. Cit. P. 114.

¹⁰¹ Leticia Campos. Óp. Cit. P. 174.

¹⁰² Leticia Campos. Óp. Cit. P. 178.

- 38 subestaciones receptoras conectadas a la red de transmisión de 85 y 60 kV.
- 4,500 km de líneas primarias de distribución de 6 kV.
- 11 mil transformadores de distribución con capacidad de 670 mil kV.
- 6,800 km de líneas de baja tensión.

Para asegurar la legalidad de la expropiación eléctrica, el presidente López Mateos reformó el Artículo 27 de la Constitución para establecer un monopolio público de la industria. El Artículo se redactó de la siguiente forma:

Corresponde exclusivamente a la Nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares, y la Nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.¹⁰³

Gracias a la expropiación, la industria eléctrica estaba más fuerte que nunca: la inversión pública se destinó a crear obras de infraestructura por el equivalente a 1.6 veces lo hecho hasta el momento. Otro gran logro fue la unificación de la frecuencia eléctrica a 60 Hz en todo el país, lo cual fue una tarea titánica; en tan sólo cinco años trabajadores de la industria eléctrica visitaron a 2,434,810 consumidores de energía para adaptar sus equipos electrodomésticos a la nueva frecuencia. La unificación permitió que se mejoraran los factores de utilización y carga en las plantas, reduciendo los costos operativos.¹⁰⁴

¹⁰³ Leticia Campos. Óp. Cit. P. 152.

¹⁰⁴ Leticia Campos. Óp. Cit. Pp. 201-202

El florecimiento en la oferta de petróleo a raíz de la explotación de nuevos yacimientos que abarataron su precio dio pauta a que las centrales termoeléctricas sirvieran como fuente de generación base, ya que usaban los hidrocarburos para producir energía eléctrica. La CFE dio prioridad a las plantas termoeléctricas, especialmente a las que usaban combustóleo o gas natural, incrementándose de forma acelerada desde un 48% de participación en la energía en 1960 hasta un 81% en 1987.¹⁰⁵

Por otro lado, fue durante esta década cuando se comenzó a utilizar la energía nuclear para producir electricidad en México. Gracias a los avances en materia de investigación nuclear que surgieron después de la Segunda Guerra Mundial, ésta fue usada con fines pacíficos en los Estados Unidos y en la Unión Soviética. El primer reactor en producir electricidad fue el Reactor Experimental de Reprodutor I de Idaho en 1951. La URSS también contaba con un floreciente programa de energía nuclear, inaugurando su primera planta en Obninsk en 1954. Unos años más tarde, el 18 de diciembre de 1957, la primera planta de energía nuclear comercial de los Estados Unidos, la Estación de Energía Atómica Shippingport, se sincronizó con la red eléctrica en Pennsylvania. México no se quedó atrás, en 1972 se tomó la decisión de construir la primera central nuclear del país en el Estado de Veracruz. Cuatro años después se inició la construcción de Laguna Verde, que contaba con dos reactores de 654 MW de agua en ebullición.¹⁰⁶

Este pujante progreso de la industria eléctrica dio el preludio de la quinta revolución tecnológica, la llamada era de la informática y las telecomunicaciones comenzó a gestarse a

¹⁰⁵ Leonardo de Jesús Ramos y Manuel Montenegro. Óp. Cit. P. 199.

¹⁰⁶ Luz Fernanda Azuela Y José Luis Talancón. Contracorriente: historia de la energía nuclear en México, 1945-1995. UNAM. México. 1999. Pp. 124-127.

finales de la década de 1950.¹⁰⁷ En 1958 llegó a México la primera computadora, una IBM modelo 650 de tres años de antigüedad, convirtiéndose en la primera computadora electrónica de América Latina. Ésta fue instalada en el recién fundado Centro de Cálculo Electrónico CCE de la UNAM y fue aprovechada primeramente por los institutos de investigación y luego por las instituciones bancarias y empresas de servicios.¹⁰⁸

Sin embargo, el agotamiento de la cuarta revolución tecnológica era cada vez más evidente en el ámbito social. El modelo de industrialización centralizada priorizó al sector industrial y comercial, disminuyendo la inversión en el sector agrario y aumentando la pobreza de las zonas rurales. Esta precariedad creciente se expresó en la urbanización acelerada y el surgimiento de violencia política, lo que dio origen a las primeras guerrillas de carácter rural en la época posrevolucionaria. A esto se le sumó una considerable disminución del ritmo de crecimiento en mercado laboral industrial, producto del agotamiento de la etapa fácil del modelo de sustitución de importaciones.¹⁰⁹

La creciente desigualdad, inequidad, exclusión, discriminación y toda clase de desequilibrios se hicieron públicos; cada vez más crecía el número de zonas marginadas dentro de las grandes urbes, la cuales tenían una precaria calidad de vida. La distancia entre una sociedad compleja y las formas autoritarias del ejercicio del poder, verticales y unidireccionales, rompieron el equilibrio entre las instituciones estatales y las demandas colectivas.

¹⁰⁷ Carlota Pérez. Óp. Cit. P. 44.

¹⁰⁸ Dafne Barahona e Iker Magdaleno. Historia de la informática en México: 1959-2003. Fundación Arturo Rosenblueth. México. 2007. P73.

¹⁰⁹ Ricardo Pozas. Óp. Cit. P. 115.

Fue en 1958 cuando los obreros ferrocarrileros dieron la voz de alarma, iniciando una serie de movilizaciones civiles protagonizadas por los sectores sociales emergentes. En 1965 la evidencia del cambio social estuvo dada por el movimiento de los trabajadores del sistema de salud nacional, quienes se confrontaron con las viejas formas de organización laboral, demandando mejores condiciones.¹¹⁰

Mientras tanto, la joven población de México mostraba cada vez más rechazo por el viejo régimen social, detonando en el movimiento estudiantil de 1968 que continuó hasta principios de la siguiente década. Como movimiento social, confrontó con sus demandas y sus acciones políticas a los instrumentos institucionales de dominación y control social que constituían la base de un régimen político autoritario, ocasionando un desfase cada vez mayor entre el régimen político y el cambio social. El movimiento hizo evidente el agotamiento de los recursos políticos e ideológicos del Estado, haciendo una crítica a la cultura del Gobierno, formada por valores, orientaciones y creencias que daban sustento a la tradición de un mando vertical y de moral autoritaria con la que los gobernantes se justificaban como los guardianes del orden político y social heredado y vigente.¹¹¹

La cuarta revolución tecnológica vio su fin con la crisis petrolera de la década de 1970, que tuvo enormes repercusiones sobre el nivel de vida de los mexicanos de las generaciones futuras. Cabe aclarar que el estancamiento económico no fue una contracción de la actividad productiva, sino el registro de una tasa de crecimiento del PIB cada vez menor y una inflación creciente, pasando de 6.8% en 1972 a 31.2% en 1977. Dos hechos

¹¹⁰ Ricardo Pozas. Óp. Cit. P. 125.

¹¹¹ Ricardo Pozas. Óp. Cit. Pp. 127-130

provocaron el auge inflacionario: por un lado, el abandono del patrón oro por parte de los Estados Unidos en 1971 derrumbó el sistema Bretton Woods, devaluando el dólar; y por otro lado, los precios del petróleo aumentaron súbitamente entre 1975 y 1979. Tras 20 años de tipo de cambio fijo, en 1976 se devaluó el peso un 25% respecto al dólar, iniciando una oleada de devaluaciones continuas, a lo que se sumó el aumento incontrolado de la deuda externa, que pasó de 8,990 millones de dólares en 1973 a 97,662 millones de dólares en 1986.¹¹²

Con el fin de la crisis vino un cambio de modelo económico y de paradigma. El llamado neoliberalismo buscaría poner fin a la fuerte intervención del Estado en algunas actividades económicas, lo que se traduciría en una reestructuración del marco institucional vigente. De igual forma, en esa época llegan las primeras computadoras personales de IBM al país (1983), las cuales comenzaron a usarse intensivamente en centros de investigación, empresas y hogares. Su éxito fue tal que se estima que en 1986 ya había aproximadamente 230,000 PC; la era de la informática estaba floreciendo. En los años 90 se afianzó la quinta revolución tecnológica con la llegada del internet, principalmente al sector educativo, conectando las computadoras de las universidades de México con instituciones extranjeras, masificándose poco a poco en las empresas y los hogares.¹¹³

¹¹² Abraham Aparicio. Óp. Cit. P. 9

¹¹³ Dafne Barahona e Iker Magdaleno. Óp. Cit. P. 153.

CAPÍTULO IV. Conclusiones

Sin duda el estudio de las revoluciones tecnológicas es de suma importancia para comprender la dinámica del crecimiento económico, ya que cada oleada de innovaciones tiene un impacto profundo sobre los diferentes actores económicos, modelando el paradigma según las necesidades de cada revolución y determinando el desarrollo industrial de un país.

Dentro de estos procesos de cambio actúan en conjunto diversos factores para permitir el tránsito de un estadio a otro. Sin embargo, la presente investigación refuerza los postulados neo-schumpeterianos que proponen como pilares de las revoluciones al surgimiento de innovaciones tecnológicas, el uso del capital financiero y la readaptación del marco institucional.

De igual forma, en esta investigación pudimos observar que el motor de las revoluciones tecnológicas es el proceso de destrucción creadora que va cambiando paulatinamente las condiciones socioeconómicas existentes hasta afianzar por completo al nuevo paradigma. A raíz de que el progreso tecnológico es más rápido que el progreso institucional, el proceso de destrucción creadora en un primer momento sacude fuertemente a los cimientos de una economía madura.

Las nuevas industrias aprovechan los vacíos legales o la inexistente de regulación para aumentar sus ganancias rápidamente por medio de procesos especulativos, inflando burbujas bursátiles y forjando estructuras de mercado en competencia imperfecta. Como el

ritmo de aparentes ganancias extraordinarias no puede mantenerse durante largos periodos de tiempo surgen crisis económicas que dejan en evidencia a el malestar social proveniente de una distribución desigual de los beneficios de las innovaciones.

Lo anterior hace evidente que el marco institucional y normativo es un factor clave en el desarrollo económico. No basta únicamente con que surjan innovaciones, sino que el marco institucional vigente tiene que renovarse a fin de encaminar los beneficios obtenidos por las nuevas tecnologías en pro del bien común. De no hacerlo, los descontentos sociales se acrecentarían a lo largo del tiempo, haciendo imposible la existencia de una cohesión entre las diferentes esferas de la población.

De igual forma, el capital financiero es fundamental para explicar el crecimiento industrial. Al poco tiempo de que emergen las innovaciones radicales aún no hay un fuerte marco institucional que las regule, predominan las formas especulativas en los y el desorden en los mercados financiero. Es hasta que su comportamiento se regula por normas y leyes cuando el capital financiero se logra canalizar hacia inversiones de largo plazo, convirtiéndose en un capital productivo que nutre a las industrias y favorece el crecimiento económico.

Por último, el acoplamiento de las innovaciones a las tecnologías existentes o la creación de otras da lugar a continuas oleadas de nuevos productos que revitalizan los mercados saturados, auspiciando el crecimiento de las fuerzas productivas. No obstante, para que una innovación triunfe esta debe ser validada por la sociedad, quien la tiene que encontrar útil y a su alcance. Si se cumplen ambos criterios, la tecnología se masifica, requiriendo que los mercados financieros proporcionen los medios para aumentar los niveles de producción y satisfacer la demanda.

En conclusión, los tres elementos deben actuar de forma conjunta para que una revolución tecnológica pueda desplegarse por completo. Esta falta de sinergia en la industria eléctrica mexicana provocó un bajo aprovechamiento de los beneficios que aportaba las innovaciones durante las primeras fases de ambas revoluciones. Caracterizándose por: la predominancia de capitales extranjeros, la falta de mano de obra nacional calificada, una mala ejecución de los mercados bursátiles que no promocionaron las inversiones productivas, el reparto inequitativo de los beneficios y el otorgamiento de malos servicios con tarifas abusivas.

Hasta que estas circunstancias no cambiaron, el crecimiento económico y el desarrollo social fue muy bajo. Lo que explica que a pesar de que México es un país muy activo en las revoluciones tecnológicas, los frutos de estas tardan mucho tiempo en aparecer para el ancho de la población y en los indicadores macroeconómicos.

Reflexión: presente y futuro de la industria eléctrica.

Así como el carbón fue el motor de la industria en el siglo XIX y el petróleo en el siglo XX, la electricidad lo será para el siglo XXI. Entrando el nuevo milenio, se dio el boom de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones, revolucionando las formas de trabajo, de educación, de interacción social, y en general a todo el paradigma socioeconómico. Las computadoras, los dispositivos móviles y el internet experimentaron un crecimiento vertiginoso en las últimas décadas, y a su vez dieron lugar a otras tecnologías e industrias.

No hay duda, la energía eléctrica es el sustento de la modernidad y del futuro. Con la próxima revolución tecnológica veremos el florecimiento de innovaciones en materia de robótica, nanotecnología y biotecnología, estas tres ramas tienen algo en común, surgieron gracias a los avances en la investigación eléctrica.

México debe prepararse para acoger la nueva era, por ello, es necesario que las políticas públicas actúen como promotoras en su desarrollo, ya que como vimos a lo largo de la investigación, el devenir de la industria no es algo espontáneo y caótico, sino el resultado de un proceso activo entre los agentes económicos, sobre el cual se tiene control para ir modelando la economía a fin de instalar los nuevos paradigmas y perfilarse como un país moderno. Por ello son urgentes los cambios de estrategia para acelerar la adopción de las TICs, que serán la base para el próximo gran cambio, así mismo se necesitan encaminar a todos los agentes económicos hacia este fin y fomentar una educación acorde a lo que se vive en el mundo moderno. Aún hay tiempo para prepararse pero debemos tener en cuenta

que cuando inicie el auge los cambios se darán de una forma veloz, por ello es necesario que existan los marcos socioinstitucionales adecuados a fin de encaminar el uso de tecnologías hacia un bienestar social generalizado.

La gran mayoría de las nuevas tecnologías y de las futuras, no harán sino aumentar los niveles de la demandada de energía eléctrica en medio de un mundo que adquiere mayor conciencia sobre los problemas ambientales. El próximo auge de la industria eléctrica será una gran oportunidad para que las tecnologías continúen evolucionando y al mismo tiempo tener una mayor conciencia ecológica. Las llamadas energías verdes cada día cobran más relevancia, desplazando a las formas contaminante de producción eléctrica.

Afortunadamente nuestro país cuenta con un gran potencial para explotar diversas fuentes de energías renovables, como lo son las fotovoltaicas, las solares, las mareomotrices y las geotérmicas. Fomentar su uso debe ser otra de las prioridades para el Gobierno y las empresas. De esta manera se podrá encarar de forma responsable la próxima revolución tecnológica, en este que será el siglo de oro de la energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, Abraham. *Economía Mexicana 1910-2010: Balance de un siglo*. UNAM. México. 2010.
- AZUELA, Luz y José Talancón. *Contracorriente: historia de la energía nuclear en México, 1945-1995*. UNAM. México. 1999.
- BARAHONA, Dafne e Iker Magdaleno. *Historia de la informática en México: 1959-2003*. Fundación Arturo Rosenblueth. México. 2007.
- BRAUN, Eliezer. *Electromagnetismo: de la ciencia a la tecnología*. FCE. México. 2003.
- CALOCA, Eloy. *Recuento histórico del periodismo*. Instituto Politécnico Nacional. México. 2010.
- CAMPOS, Leticia. *La electricidad en la ciudad de México y área conurbada. Siglo XXI*. México. 2005.
- DÍAZ, Libertad y Juan Saldaña. *La revolución mexicana y la enseñanza de la ingeniería eléctrica: el caso de la Escuela Práctica de Ingeniería Mecánica y eléctrica*. En “Memoria del I Coloquio latinoamericano”. UNAM. México. 2007.
- GALLEGOS, Jorge. *Caracterización del desarrollo urbano en México (1950-2010)*. UNAM. México. 2016.
- IBÁÑEZ, Luis. *Las primeras grandes plantas hidroeléctricas de México: Echeverría, El Salto y Necaxa*. En “La electrificación y el territorio. Historia y futuro”. Cuarto Simposio de Electrificación. Barcelona. 2017.
- LOMELÍ, Leonardo. *Interpretaciones sobre el desarrollo económico de México en el siglo XX*. En “Economía UNAM vol. 9 núm. 27”. UNAM. México. 2012.
- MANDEL, Ernest. *El capitalismo tardío*. Editorial Era. México. 1979.
- MARX, Karl. *El capital: tomo III*. FCE. México. 1959.
- MORENO, Javier. *La Bolsa de Valores de México durante el porfiriato y la revolución, 1885-1934*. En “América Latina en la Historia Económica, Vol. 24, núm. 1”. Instituto Mora. México. 2017.
- PÉREZ, Carlota. *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza. Siglo XXI*. México. 2004.

POZAS, Ricardo. Los años sesenta en México: la gestación del movimiento social de 1968. En “Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales. Año LXIII, núm. 234”. UNAM. México. 2018.

RAMOS, Leonardo. Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro. En “Tecnología y Ciencias del Agua, vol. III, núm. 2”. CFE. México. 2012.

RAMOS, María. La compañía Mexican Light and Power Company Limited durante la Revolución mexicana. UNAM. México. 2017.

RICOSSA, Sergio. Diccionario de economía. Siglo XXI. México. 2007.

RÍOS, Gabriela e Israel Santos. Breve historia hacendaria de México. UNAM. México. 2013.

SCHUMPETER, Joseph. Capitalismo, socialismo y democracia. Volumen I. Página Indómita. Barcelona. 2015.

SCHUMPETER, Joseph. Ciclos económicos: análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista. Prensas Universitarias de Zaragoza. Zaragoza. 2002.

SCHUMPETER, Joseph. Teoría del desenvolvimiento económico. FCE, México, 1963.

SCHWAB, Klaus ed. World Economic Forum. The Global Competitiveness Report Ginebra. 2019.

SEPÚLVEDA, César. Diccionario de términos económicos. Editorial Universitaria. Chile. 2004.

TERÁN, Andrea. Análisis histórico de la nacionalización de la Comisión Federal de Electricidad y sus implicaciones políticas y económicas para México. En “Tercera Jornada de Historia Económica. Tomo 1”. Asociación mexicana de historia económica. México. 2015.

TORTOLERO, Alejandro. De la coa a la máquina de vapor: actividad agrícola e innovación tecnológica en las haciendas mexicanas, 1880-1914. Siglo XXI. México. 1998.

WILKINS, Mira y Harm Schöter. The Free-standing Company in the World Economy, 1830-1996. Oxford University Press. Nueva York. 1998.

Auditoría Superior de la Federación. Evaluación número 1589 de “Reforma energética: electricidad”. ASF. México. 2019.

ANEXOS

Año	Capacidad instalada Megawatts	TC Capacidad Instalada
1895	8*	-
1900	18	118%
1905	35	94%
1910	99	183%
1915	138*	39%
1920	192	39%
1925	281*	46%
1930	411	46%
1935	529*	29%
1940	680	29%
1945	720	6%
1950	1234	71%
1955	1929	56%
1960	3058	59%
1965	5238	71%
1970	7414	42%
1975	11210	51%
1980	16985	52%
1985	24069	42%
1990	28261	17%
1995	39939	41%

Tabla 3. Capacidad eléctrica instalada en México (MW)

Fuente: INEGI Estadísticas Históricas de México 2014

* Valores estimados a partir de una TC media anual.

Año	Términos reales	Términos nominales	Año	Términos reales	Términos nominales
1888	25.6	21.4	1912	51.8	77.4
1889	32.7	28.9	1913	44.6	68.3
1890	44.1	36.8	1914	37.8	64.1
1891	136.2	106.5	1915	30	184.9
1892	207.3	178.3	1916	0.8	193.7
1893	174.9	157.4	1917	19.2	41
1894	389.4	354.4	1918	29.7	64.9
1895	344.3	302.4	1919	28.7	79.6
1896	128.2	112.9	1920	14.1	46.1
1897	200.4	180.6	1921	9.4	25.6
1898	119.3	107.4	1922	9.8	22.3
1899	149.8	139.9	1923	11.2	27.1
1900	100	100	1924	8.8	20.1
1901	58.7	75.4	1925	11.8	28.6
1902	70.9	91.2	1926	8.8	21.5
1903	81.4	104.6	1927	6.6	15.2
1904	93.1	106.4	1928	15.5	35.5
1905	86	110.6	1929	12.3	28.1
1906	113.4	145.8	1930	7.3	16.6
1907	94.9	122	1931	9.8	19.6
1908	81.7	105	1932	7.1	13.2
1909	98.6	140.9	1933	5.6	13
1910	56.1	96.2	1934	23.2	45.6
1911	52	75.9			

Tabla 4. Índice de las cotizaciones de los títulos de renta variable en la Bolsa de la Ciudad de México, 1884-1934 (en números índices base 1900).

Fuente: Javier Moreno. Óp. Cit. Pp. 131-132