

FACULTAD DE ECONOMÍA

**INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO: UN ANÁLISIS DEL
CRECIMIENTO ECONÓMICO EN MÉXICO, 2007-2019.**



T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
LICENCIADA EN ECONOMÍA**

P R E S E N T A

JACKELIN GORDILLO OLGUÍN

DIRECTOR DE TESIS:

DR. EDMAR ARIEL LEZAMA RODRÍGUEZ

FACULTAD DE ECONOMÍA, UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MEX, 2022





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice

Introducción.....	1
I. Capítulo I: “ <i>Determinantes del crecimiento económico desde una perspectiva de Innovación, Investigación y Desarrollo</i> ”	7
1. Modelo de desarrollo económico de Schumpeter.....	8
2. Crecimiento de Solow.....	11
3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.....	18
3.1 El deterioro de los términos de intercambio en el pensamiento de Raúl Prebisch.....	18
3.2 Propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico.....	22
3.2.1 Propiedad intelectual.....	22
3.2.2 Innovación.....	23
3.2.3 Desarrollo económico.....	23
4. Conclusiones del capítulo I.....	25
II. Capítulo II: “ <i>Sectores de innovación, investigación y desarrollo en México</i> ”.....	30
2.1 Características del aparato productivo nacional.....	30
2.1.1 La manufactura en México: enero 2007- enero 2019.....	34
2.2 Industrias ligeras y su caída en la manufactura mexicana.....	37
a) Refinación de petróleo y fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado.....	37
b) Fabricación de preparaciones farmacéuticas.....	37
c) Complejos siderúrgicos y fabricación de productos de hierro y acero....	38
d) Elaboración de azúcar de caña.....	40
e) Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal.....	40
2.3 Industrias dinámicas.....	41
a) Fabricación de equipo aeroespacial.....	44
b) Fabricación de equipo ferroviario.....	45
c) Fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico.....	47
d) Fabricación de maquinaria en general.....	49
2.4 Comparación internacional.....	50
Estados Unidos.....	52
China.....	53
Japón.....	54
Alemania.....	54
2.5 Conclusiones del capítulo II.....	56
III. Capítulo III: “ <i>Un estudio econométrico de la relación entre los sectores de (I+D+i) con el Producto Interno Bruto de México.</i> ”.....	58
3.1 Revisión de la literatura.....	59
3.2 Hipótesis.....	60
3.3 Metodología econométrica.....	60
3.4 Análisis estadístico preliminar.....	62
3.5 Análisis de Series de Tiempo.....	64
3.6 Adecuación estadística.....	65
3.6.1 Normalidad.....	65
3.6.2 Homoscedasticidad.....	67
3.6.3 Ausencia de correlación serial.....	68

3.6.4 Correlación.....	70
3.6.5 Linealidad del modelo.....	73
3.6.6 Ausencia de colinealidad perfecta.....	74
3.7 Análisis de Cointegración	74
3.8 Conclusiones del capítulo III.....	77
IV. Conclusiones generales.....	79
Propuesta de política pública.....	82
V. Anexos.....	85
Anexo I. Grupos de productos de acuerdo con su intensidad tecnológica.....	85
Anexo II. Raíces unitarias.....	91
VI. Bibliografía.....	92

Índice de gráficos y tablas

Capítulo I: “Determinantes del crecimiento económico desde una perspectiva de Innovación, Investigación y Desarrollo”

Gráfica I. Efectos fijos.....	12
Gráfica II. Estado estacionario.....	15
Gráfico III. Un aumento mayor de la inversión.....	15
Gráfico IV. Un aumento menor de la inversión.....	16
Gráfico V. Regla de oro.....	17
Figura I. Esquema de la tendencia secular al deterioro de los términos de intercambio.....	20

Capítulo II: “Sectores de innovación, investigación y desarrollo en México”

Cuadro I. Participación de las exportaciones manufactureras en las exportaciones totales e indicadores de importación.	33
Cuadro II. Principales industrias manufactureras como % del total mensual del valor de la producción.....	36
Cuadro III. Tasas de crecimiento promedio del valor de la producción de enero 2007–enero 2019.....	43
Gráfico I. Comparación Internacional del gasto en investigación y desarrollo e investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, por país; 2015 o más reciente año.....	51

Capítulo III: “Un estudio econométrico de la relación entre los sectores de (I+D+i) con el Producto Interno Bruto de México.”

Gráfico I. Comportamiento estadístico de las variables.....	63
Tabla I. Estimación de la regresión.....	64
Tabla II. Estimación de la regresión eliminando la variable patentes.....	65
Tabla III. Normalidad.....	66
Gráfico II. Histograma de los errores.....	66
Tabla IV. Regresión con proceso autorregresivo de orden tres AR(3).....	69
Tabla V. Modelo condicional.....	72
Tabla VI. Modelo marginal.....	73
Tabla VII. Causalidad de Granger.....	73
Gráfico III. Comportamiento de los residuales.....	75
Tabla VIII. Resultados de la regresión de cointegración.....	76
Gráfico IV. Comportamiento de los residuales con ajuste del modelo.....	76
Tabla IX. Resultados de la regresión suavizada.....	77
Gráfico V. Comportamiento de los residuales con ajuste del modelo de las variables suavizadas.....	77

Dedicatoria

El significado de estas palabras no se compara con todo el amor, cariño y agradecimiento que tengo por cada uno de los nombres que se encuentran en esta página.

Agradezco a Eva por ser el pilar de mi vida; por sus enseñanzas y valores; por ser mi ejemplo a seguir y por su apoyo y amor recibido a lo largo de todos estos años. Te admiro, te respeto y te amo mamá.

A Montse, hermana y equipo incondicional, quién llena mi vida de sonrisas y aventuras, sin su compañía todo sería diferente.

A Rodolfo por su incondicional amor de padre y por siempre asegurarse que todo marche bien.

A Georgina y Alejandro, quienes con su ejemplo íntegro me inspiran. Por darle a mi vida esperanza, alegría y ternura.

A mis amigas y amigos por hacer que mi paso por la licenciatura fuera un lugar feliz, gracias por su amistad incondicional y, sobretodo, por dibujar siempre una sonrisa en mí rostro.

Al Dr. Edmar Ariel Lezama, quién siempre encontró las palabras acertadas para lograr encaminar este trabajo. Sus enseñanzas y ejemplo se quedarán por siempre.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme un sinfín de oportunidades académicas y culturales, por darme una formación científica pero también humana. En sus aulas, auditorios y jardines conservo grandes recuerdos.

A quienes están y a quienes vendrán.

“No te rindas, por favor no cedas, aunque el frío queme, aunque el miedo muerda, aunque el sol se esconda y se calle el viento, aún hay fuego en tu alma, aún hay vida en tus sueños”

- Mario Benedetti

Introducción

La innovación, investigación y desarrollo es un aspecto que se observa de forma diferente en países desarrollados y en vías de desarrollo. La teoría económica afirma que un importante determinante del crecimiento y el desarrollo económico de las naciones está directamente relacionado con las actividades de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. La literatura sugiere que la apropiación y generación del conocimiento son rasgos característicos de economías avanzadas, por ejemplo, el crecimiento de Europa Occidental a raíz de la revolución industrial; de Estados Unidos mediante el ensamble y la producción en masa durante los gloriosos treinta; o el dinamismo de China gracias a la industria 4.0 y a la inteligencia artificial. Por consiguiente, y a pesar de los distintos esfuerzos por tratar de erradicar las divergencias económicas y sociales a lo largo de la historia, el mundo globalizado del siglo XXI continúa siendo altamente desigual.

La gobernanza mundial, el denominado “establishment” y los grandes actores del comercio mundial han adquirido durante la última década los beneficios del avance tecnológico. Si lo pensamos de una manera sencilla, las economías avanzadas y los grandes corporativos transnacionales son, preponderantemente, los agentes inversores directos en innovación y desarrollo tecnológico, lo que genera un aumento en las expectativas de la demanda y una fuerte barrera a la entrada para los oferentes en el mercado mundial. Del mismo modo, mediante la propiedad intelectual los agentes dominantes protegen y se apropian del conocimiento creando externalidades negativas para los pequeños y medianos actores económicos, manteniendo y propiciando la desigualdad mundial.

Este trabajo no busca resolver el problema nobel de la desigualdad a escala mundial ni a nivel Estado-Nación porque reconocemos que el estudio de la desigualdad, sus causas y consecuencias son un asunto multidisciplinario y no sólo deben tratarse a partir de una mirada puramente económica. Tampoco se examinarán los deciles y percentiles de la distribución del ingreso mundial como en muchos otros trabajos. Mas bien, a lo largo de este texto se tratará de reconocer la importancia de los sectores de innovación como vía de desarrollo y crecimiento económico en países emergentes.

En primer lugar, el problema de la desigualdad afecta en todos los aspectos de la vida, desde el ingreso per cápita, los precios de los productos, la infraestructura social, las oportunidades de educación y empleo, el gasto en servicios públicos, los rezagos en materia de salud, vida digna, condiciones de vulnerabilidad y pobreza. Sin duda, todos estos

son aspectos que debilitan a las sociedades y, sobretodo, permean en el bienestar del ser humano.

Dinamizar los sectores de innovación tecnológica puede ser una estrategia de desarrollo que impacte positivamente en la erradicación de la desigualdad y el progreso de las condiciones de vida para países emergentes, pero la pregunta es ¿Cómo?, la propuesta del trabajo es: Durante años, se ha aceptado la clásica historia donde las economías en vías de desarrollo exportan bienes primarios e importan la tecnología a economías avanzadas. Si bien, esto en mayor medida es cierto, la internacionalización y diversificación de la producción ha permitido en muchos de los países en desarrollo transformar su dinámica comercial primaria hacia una estructura comercial manufacturera. Se han creado fuertes lazos comerciales de proveeduría mundial donde las economías emergentes forman encadenamientos productivos cruciales entre sectores estratégicos. Esto da pie a una importante oportunidad de desarrollo y crecimiento para los países emergentes pertenecientes a los encadenamientos globales mediante la inversión extranjera directa, dando un gran paso hacia la homogenización del conocimiento. Paulatinamente, la transformación de su estructura comercial sugiere la necesidad real de incrementar el gasto en educación conforme la nueva demanda, mejorando la especialización y calificación del mercado laboral mediante inversiones público-privadas que mejorarían no sólo el grado tecnológico -determinante directo del crecimiento económico- y el valor agregado de sus productos, sino también las condiciones laborales actuales y el fortalecimiento del sector industrial a nivel Estado-Nación, lo que aumentaría la competitividad y disminuiría las brechas de desarrollo de los países emergentes en un mediano y largo plazo a escala mundial.

Economías como Alemania y Estados Unidos se caracterizan por tener un sector industrial altamente sofisticado, una industria de transformación asociada con el valor agregado del conocimiento reflejado en los productos que le ofrecen al mundo y en sus altos niveles de productividad que, van estrechamente de la mano con el fuerte papel de la ciencia y la tecnología en sus procesos de producción.

En *Increasing Returns and long-run Growth* (1986), Romer le da origen a la teoría de crecimiento endógeno, en donde plantea un modelo de crecimiento basado en externalidades positivas ligadas a la acumulación de un factor expresado como “conocimiento”, pero que está implícitamente ligado al capital físico, de manera que, Romer

concluye: la cantidad total de capital humano destinado a la Investigación y Desarrollo (I+D) determina la tasa de crecimiento.¹

En efecto, a medida que los países posean mayor stock de capital humano dirigido a (I+D) estarán en mejores condiciones de acumular el conocimiento y, por tanto, de crecer. Así mismo, se considera que un aumento en las innovaciones y el desarrollo tecnológico genera más allá que sólo un aumento en la producción en volumen, pues potencializa el desarrollo económico y el incremento del nivel de vida.

En este trabajo, se discute la importancia de las actividades de (I+D+i) para la expansión económica, hecho propuesto por distintos autores clásicos tales como Schumpeter en *Theories of Economic Development* (1911) quien inició la aportación de las innovaciones como factor principal en el crecimiento económico, puesto que a través de ellas se producía la acumulación. Posteriormente, a partir de mediados del siglo XX, los trabajos de Robert Solow (1956) y Trevor Swan (1956) consideraron el progreso técnico como una variable exógena que determina la existencia de tasas de crecimiento positivas a largo plazo de la renta per cápita.

Dado que los modelos de Schumpeter (1911) y de Solow (1956), se aproximan en mayor medida a las propiedades de países en desarrollo quienes logran cumplir con los supuestos de la teoría económica por medio de superiores incentivos a las actividades de (I+D+i); las ideas de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (1949) abordadas a lo largo del apartado 3.1 del capítulo I, serán la base teórica del estudio de caso: México, debido a su aproximación teórica y conceptual con las características de países emergentes.

Partiendo de este hecho, se profundizará en el estudio de las industrias en México. Información que nos permitirá comprender la estructura del sector industrial y, por ende, clasificar e identificar al sector tecnológico del aparato productivo. De esta forma, se comprenderá de lo particular a lo general el aporte del sector de innovación (I+D+i) al crecimiento económico en México.

Por tanto, la hipótesis que guía la investigación es que de acuerdo con las ideas de la CEPAL(1949), los sectores económicos en los cuáles exista una alta relación de actividades ligadas a (I+D+i) son determinantes para el crecimiento económico de un país, ya que, sólo

¹ Romer. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, Vol. 94, pp. 1002-1037.

de esa forma una nación en vías de desarrollo puede romper la relación centro-periferia que tiene con países desarrollados e industrializados evitando que se cumpla la teoría sobre el deterioro de los términos de intercambio, ofreciendo productos con alto valor agregado.

A lo largo del trabajo se busca enfatizar y comprobar el bajo aprovechamiento de los sectores tecnológicos en México desde un enfoque que va más allá de la postura clásica basada en que México no cuenta con los factores de producción: tierra, trabajo y capital, así como tampoco con los factores para el desarrollo: tecnología, comercio y planeación. Más bien, el bajo despliegue de estos sectores se relaciona con otros aspectos económicos dentro de la dinámica comercial y productiva como la alta dependencia importadora, la inversión extranjera directa, los bajos niveles de inversión y las barreras a la entrada que dificultan el dinamismo y las oportunidades de crecimiento que existen dentro de las principales industrias de innovación en el país.

En este sentido, se plantea el siguiente escenario de investigación:

El caso de estudio es México puesto que obedece a las características de un país en desarrollo, tiene una estrecha relación comercial con Estados Unidos y cumple con la teoría centro-periferia.

En amplitud de la investigación y tomando en consideración que las exportaciones de México a Estados Unidos significan el 80% donde, a su vez, del total comerciado con Estados Unidos, el 83% son manufacturas, surge la necesidad obligada de revisar la industria manufacturera en México.

Por tanto, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

¿Los sectores de I+D+i en el caso de México aportan positivamente al crecimiento económico?

¿Cuáles son estos sectores?

Una vez planteada la hipótesis y las preguntas de investigación en el caso de estudio, los objetivos a seguir son:

- a) Describir a la manufactura mexicana durante el periodo: enero 2007-enero 2019
- b) Realizar una clasificación propia de la manufactura en México
- c) Analizar los sectores ligados a las actividades de I+D+i

- d) Elaboración de un modelo econométrico que de respuesta a la hipótesis y a las preguntas del trabajo de investigación
- e) Concluir y realizar una propuesta para el caso en México

En el mismo sentido, el documento busca impulsar el análisis del crecimiento económico, particularmente, desde las condiciones del aparato productivo mexicano como un ejemplo de país en vías de desarrollo en contraste con las particularidades y beneficios de las economías avanzadas. En la dinámica en la que el trabajo desarrolle las características de los sectores de (I+D+i) -establecidos como variables positivas del crecimiento económico-, el análisis tendrá, por consiguiente, un avance social y académico en los factores que determinan la dinámica económica en México.

Al conocer las condiciones y las características actuales de las distintas actividades de (I+D+i) en México para un periodo que abarca de enero de 2007 a enero de 2019, se genera la posibilidad de diseñar políticas económicas enfocadas a mejorar la estructura de estos sectores y nos permite conocer las fortalezas y debilidades de las actividades científicas y tecnológicas, de manera que, se elaboren propuestas que refuercen su desempeño.

Por tanto, el trabajo se estructura en cuatro apartados. En el capítulo I se realiza una revisión teórica detallada de los determinantes del crecimiento económico desde una perspectiva de Innovación, Investigación y Desarrollo; se revisan las teorías de Schumpeter (1944), Solow (1976) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 1949), especialmente sobre la tendencia secular al deterioro de los términos de intercambio. Así mismo, se abordan aspectos conceptuales y definiciones clave como: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico para conseguir una visión integral del aporte que la ciencia y la tecnología detonan en la sociedad y en el aparato productivo, pues, “el estrecho vínculo entre el desarrollo económico y el crecimiento económico es simultáneamente una cuestión de importancia” (Sen, 1988).

En el capítulo II se presentan las tendencias más generales de la política industrial en México entre 1960 y 1990, destacando el fortalecimiento del comercio exterior desde finales del siglo XX, pues, el papel de los procesos diferenciados de industrialización en la dinámica mundial se observa hoy en día en la divergente oferta mundial entre países con sectores industriales altamente sofisticados y países donde la industrialización presenta ciertos obstáculos. Se estudian las actividades económicas manufactureras por clase de actividad y por valor de producción de acuerdo con la Encuesta Mensual de la Industria

Manufacturera (EMIM, 2019) para el periodo: enero 2007-enero 2019. Y finalmente, se realiza una comparación internacional empírica de indicadores relevantes como: gastos en investigación y desarrollo, investigadores por cada mil habitantes, patentes en vigor y solicitudes de títulos de propiedad intelectual para Estados Unidos, China, Japón y Alemania.

En el capítulo III se presenta un esfuerzo por identificar la relación de los sectores de (I+D+i) con el ingreso desde un panorama macroeconómico mediante la estimación de un modelo econométrico de series de tiempo. El modelo analiza el comportamiento del Producto Interno Bruto respecto a las variables: *numero de investigadores, patentes otorgadas a titulares mexicanos* y el *valor de la producción* de las industrias tecnológicas con mayor dinamismo que son producto del desarrollo metodológico del capítulo II.

La última sección presenta las conclusiones más relevantes, recomendaciones de política económica y propuestas para incentivar el dinamismo económico a través de las innovaciones tecnológicas.

CAPÍTULO I

“Determinantes del crecimiento económico desde una perspectiva de Innovación, Investigación y Desarrollo”

En este capítulo se revisarán tres aspectos teóricos de relevancia, los cuales exponen la importancia de los procesos de innovación, las ventajas del progreso tecnológico, los términos de intercambio y la industrialización como componentes del crecimiento económico.

En la primera parte se desarrolla el modelo económico de Schumpeter (1944) como una teoría que incorpora como variables de una función de producción a la tecnología y a la innovación, siendo estos determinantes positivos y endógenos del Producto Interno Bruto (PIB).

Se definen términos como: “desenvolvimiento económico” y “fuerzas inmateriales” que permiten arribar a la comprensión del dinamismo económico como un proceso de transformación económica y social donde la tecnología y la innovación generan más allá que sólo un aumento en la producción en volumen, pues, dinamizan la economía generando transformaciones en los bienes, el mercado y la sociedad.

En la segunda parte, se analiza una de las teorías cruciales en la ciencia económica, que es el denominado “Crecimiento de Solow” (1976), pues, hasta entonces los modelos clásicos suponían a la tecnología como un factor endógeno y completamente constante sin variaciones a lo largo del tiempo, hecho que es fuertemente criticado por Solow (1976), negando el supuesto clásico de la relación capital-producto.

Solow (1976) crea la definición de “Estado estacionario” y genera una función de producción incorporando a la tecnología como variable exógena, lo que avanza el estudio del crecimiento económico hacia una visión de largo plazo y sobre todo, de procesos, es decir, la tecnología se basa en el ahorro que se convierte en inversión, la inversión se convierte en capital y el capital se convierte en producción, generando un ciclo positivo y sostenido.

Además, su trabajo va de la mano con el desarrollo económico impulsado por el cambio tecnológico mediante la calidad del trabajo y el rendimiento de los trabajadores gracias a la especialización. Es por ello vital para el trabajo, la comprensión del modelo de Solow, pues,

demuestra que el progreso tecnológico es la única explicación del constante aumento del nivel de vida.

En la tercera sección se abordan teorías del desarrollo y subdesarrollo de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), principalmente, de Raúl Prebisch (1949) y Hans Singer (1949) mediante la hipótesis de la tendencia secular al deterioro de los términos de intercambio. En esta sección se busca conseguir una visión integral del aporte que la ciencia y la tecnología detonan en la estructura económica.

Específicamente se consideran las características del intercambio comercial, de la división internacional del trabajo y de las definiciones de países “centro” y “periferia”, dinámica fuertemente ligada a la capacidad de industrialización, calidad y características de los bienes y servicios que los países ofertan y demandan al mundo. Por ello, en esta última parte, se presentan los conceptos de: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico.

1. Modelo de desarrollo económico de Schumpeter

Schumpeter (1944) establece la teoría de un cambio tecnológico para incentivar el ciclo económico en donde determina a la innovación como causa del desarrollo y al empresario innovador como propiciador de los procesos de innovación.

Considera el proceso de producción como una combinación de fuerzas productivas que, a su vez, están compuestas por fuerzas materiales y fuerzas inmateriales (Montoya, 2004).

- Fuerzas materiales: Factores originales de la producción (factor trabajo, factor tierra y factor capital). Denominados, a su vez, "componentes del crecimiento económico".
- Fuerzas inmateriales: Se componen por los “hechos técnicos” y los “hechos de organización social”, que, al igual que los factores materiales, también condicionan la naturaleza y el nivel del desarrollo económico (Montoya, 2004).

Son denominados también como “fuerzas o factores del desenvolvimiento económico o evolución económica”

Esta diferenciación es importante, y contrasta con la posición de la escuela neoclásica, pues, para Schumpeter (1944) los factores inmateriales son los decisivos en el desarrollo económico, mientras que los factores materiales asumen una función pasiva no decisiva en este proceso.

Schumpeter (1944) hace uso de una función de producción donde incorpora los factores socio-culturales, la tecnología e innovación:

$$PIB = f(K, RN, W, T, ASC) \quad (1)$$

Donde:

PIB: Producto Interno Bruto como el volumen de producción de un país determinado.

K: Factor denominado por Schumpeter como “medios de producción producidos” Es decir, maquinaria, equipo, materias primas e insumos, infraestructura física, infraestructura de transporte y comunicaciones.

RN: Recursos naturales.

W: Trabajo

T: Tecnología e innovación

ASC: Aspectos socio-culturales

Reduce la ecuación uno denominando “factores productivos” (FP) a: K, RN y W, manteniendo a RN constantes:

$$PIB = f(FP, T, ASC) \quad (2)$$

Donde:

FP: Factores productivos como fuerzas materiales:

$$FP = K, RN, W \quad (3)$$

T y ASC: Fuerzas inmateriales

De esta manera, el aumento de la producción depende del cambio en los factores productivos, de la tecnología y del ambiente socio-cultural.

El trabajo de Schumpeter es pionero en la incorporación de los sectores tecnológicos a la esfera económica, pues, hasta ese momento, la ciencia económica entendía como “crecimiento” únicamente al incremento de fuerzas materiales. Su concepción se basaba en un aumento de los “medios de producción producidos” y al incremento de la población, que generaban un flujo circular año con año de la producción en volumen, sin innovación en una economía esencial.

Esta clásica concepción dejó de ser suficientemente aceptada, por lo que, Schumpeter (1944) avanza el estudio de la comprensión del crecimiento económico incorporando factores cruciales a la función de producción en donde determina que la clave del desarrollo

económico se concentra en lo que él denominó “desenvolvimiento económico” mediante dos factores: T (tecnología e innovación) y ASC (aspectos socio-culturales), los cuales generan “un cambio espontáneo y discontinuo en los cauces de la corriente, alteraciones del equilibrio, que desplazan siempre el estado de equilibrio existente con anterioridad” (Schumpeter, 1944, p.75).

En este sentido, las innovaciones forman parte del dinamizador de la economía mediante transformaciones decisivas en la sociedad y en la producción. Es por ello que, Schumpeter denomina como fuerzas a las innovaciones radicales, entendidas de acuerdo con Montoya, (2004) como:

- a) La introducción de nuevos bienes de consumo en el mercado.
- b) El surgimiento de un nuevo método de producción y transporte.
- c) Apertura de un nuevo mercado.
- d) La generación de una nueva fuente de oferta de materias primas.
- e) Cambio en la organización de cualquier organización o en su proceso de gestión.

En donde el verdadero innovador es aquella persona que tiene capacidad e iniciativa para proponer y realizar nuevas combinaciones de medios de producción, introducir nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organización o en incursionar en nuevos mercados (Schumpeter, 1944).

Las aportaciones de Schumpeter (1944) avanzan hacia la importancia del desarrollo de la tecnología e innovación como fuerzas motriz para la economía. Pues, para Schumpeter el desarrollo económico se explica como un “proceso de transformación económica, social y cultural, mediante la innovación en primer plano, seguido por las fuerzas socio-culturales” (Montoya, 2004, p.212).

El trabajo de Schumpeter fue pionero en la incorporación -fundamental- de la aportación de los sectores de tecnología e innovación como factores fijos y variables endógenas a la función de producción del crecimiento económico.

Posteriormente, autores clásicos avanzaron el estudio de la ciencia económica y lograron concebir la estructura económica con diversos supuestos que, si bien mantienen la esencia del trabajo de Schumpeter, incorporan el estudio de largo plazo y enriquecen la ciencia económica.

Es por ello que, el trabajo debe tomar en cuenta desde una visión panorámica los avances en la literatura económica. Por ello, daremos el salto a una de las obras cruciales donde se demuestra que el progreso tecnológico es la única explicación del constante y sostenido aumento del nivel de vida: el “Crecimiento de Solow” (1976).

2. Crecimiento de Solow

La teoría de crecimiento de Solow fue publicada en 1956 en el artículo “A contribution to the Theory of Economic Growth” en el Quarterly Journal of Economics, en el mes de febrero de 1956.

En esencia, analiza la interacción del nivel de producción entre el crecimiento del stock de capital, el crecimiento de la población y los avances de la tecnología.

Con base en Solow (1956) los supuestos del modelo son:

1. La población y la fuerza de trabajo -que se suponen iguales- crecen a una tasa proporcional constante (n) determinada por factores biológicos, es decir, el crecimiento demográfico, pero independiente de otras variables y aspectos económicos.
2. El ahorro y la inversión son una proporción fija del producto neto en un momento dado.
3. La tecnología se supone afectada por dos coeficientes constantes: la fuerza de trabajo por unidad de producto y el capital por producto.
4. Los planes de ahorro e inversión se cumplen en forma simultánea y los mercados se vacían siempre². La oferta de bienes depende del nivel de producción, que es función del stock de capital K y del trabajo L , habiendo posibilidad de sustitución entre los factores.
5. La pendiente de la función es el producto marginal del capital e indica el incremento en la producción por trabajador al adicionar una unidad de capital por trabajador.

El desarrollo de su trabajo parte del modelo Harrod Domar, en el cual la tecnología de la economía solamente puede tener efectos fijos, por lo que no existe ningún cambio tecnológico (Solow, 1956).

² El mercado se vacía cuando la cantidad (Q) del bien que se intercambia coincide con la cantidad que los consumidores quieren comprar a ese precio (P) y con la cantidad que las empresas están dispuestas a vender.

Efectos Fijos

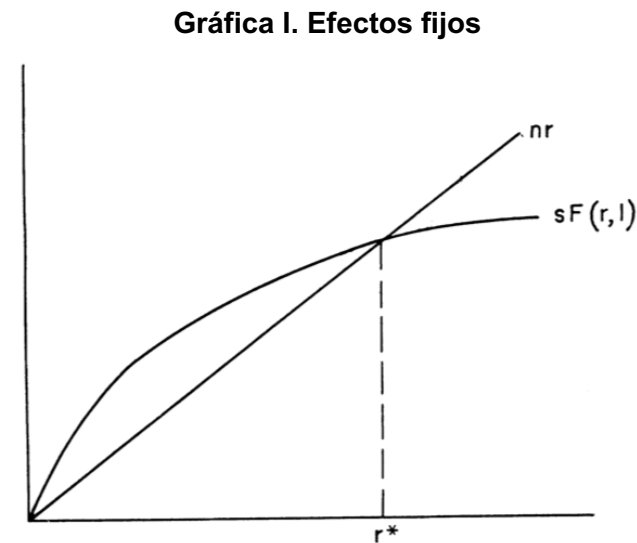
$$\dot{r} = sF(r, 1) - nr$$

Dónde:

\dot{r} = relación capital trabajo

s = ahorro

$F(r, 1)$ = curva del producto total como cantidad variable de capital empleado por unidad de trabajo



Fuente: Solow (1956)

A su vez, la tecnología queda descrita completamente por dos coeficientes constantes. Uno de ellos, es la fuerza de trabajo que se requiere por unidad de producto, y el segundo hace referencia al capital requerido por unidad de producto. Ambos como números fijos sin variaciones a lo largo del tiempo (Solow, 1976).

De esta manera, el crecimiento de una economía se explicaría si y sólo si la tasa de ahorro -que también es una fracción fija- es el producto de la razón capital producto por la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo. (Solow, 1976).

Por tanto, Solow critica el fundamento de constantes dadas, no admite el supuesto del carácter exógeno de la relación capital-producto y utiliza una función de producción para explicar su modelo.

Las variables son: Producción (Y), capital (K), trabajo (L) y conocimiento (A), cuya relación funcional se plantea como la siguiente función de producción: (Destinobles G y Hernández J, 2001)

$$Y(t) = F(K(t), A(t)L(t)) \quad (1)$$

Dónde:

$$K = sF(K, L_0 e^{nt})$$

$$L_t = L_0 e^{nt}$$

A = Progreso tecnológico

Una vez planteada la función de producción, el primer supuesto del modelo se refiere a que la producción está en función del capital, pagando por éste su productividad marginal (Pmgk).

Además, incorpora al progreso tecnológico como un variable exógena, por tanto, el modelo busca describir el crecimiento económico a largo plazo, para ello, Solow (1956) se basa en el ahorro como clave para conseguirlo. Es decir, el ahorro se convierte en inversión, la inversión se convierte en capital y el capital se convierte en producción.

El ahorro se calcula como una tasa de ahorro o proporción de la producción/ingreso del país. Por otro lado, el consumo se representa como la proporción de la producción del país que no se ahorra. La acumulación de capital será el ahorro, menos la reducción o depreciación del capital.

$$S = sY \quad (2)$$

$$C = (1-s) Y \quad (3)$$

$$\Delta K = \text{Ahorro} - \text{Reducción del capital} \quad (4)$$

Asimismo, Solow (1956) estudia las variables en valores relativos, es decir, con base en los términos por trabajador, por ello:

$$K = K/N \quad (5)$$

$$y=Y/N \quad (6)$$

$$c=C/N \quad (7)$$

$$\Delta k=sy - (gN + gA + \delta)k \quad (8)$$

Dónde:

gN representa el crecimiento de la población

gA representa el crecimiento de la tecnología, y

δ representa la depreciación.

El modelo de Solow predice que, a largo plazo, la economía alcanzará un equilibrio conocido como Estado Estacionario, en la cual la acumulación de capital por trabajador será igual a cero ($\Delta k=0$).

Sabemos que el Δk dependerá del nivel de inversión que se hace en capital y de la depreciación que sufre dicho capital. Como dijimos anteriormente, el ahorro se convierte en inversión y posteriormente en capital.

$$\Delta k = \text{Inversión} - \text{Depreciación}$$

$$\Delta k = sy - (gN + gA + \delta)k \quad (9)$$

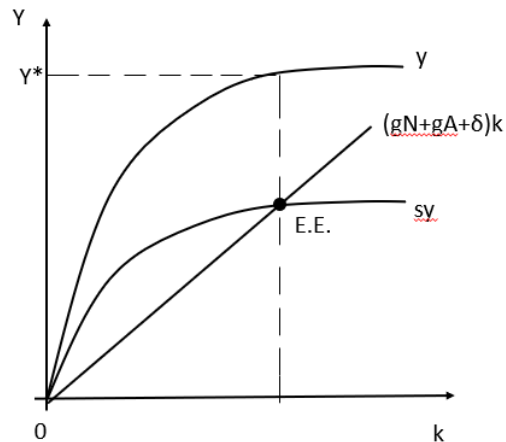
Estado estacionario

$\Delta k=0$, entonces:

$$0 = sy - (gN + gA + \delta)k$$

$$sy = (gN + gA + \delta)k \quad \text{Estado Estacionario} \quad (10)$$

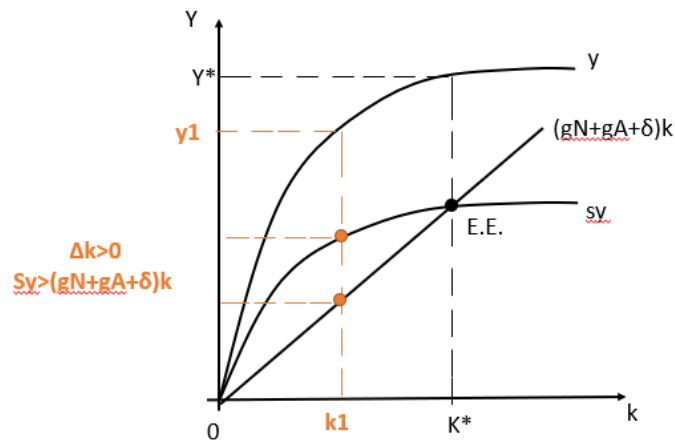
Gráfica II. Estado estacionario



Fuente: elaboración propia con base en Solow (1956)

Puede darse también que, nos encontremos en un nivel de capital k_1 donde la inversión es mayor a la depreciación, es decir, $sy > (gN + gA + \delta)k$, por lo que el capital por trabajador k_1 genera un nivel de producto y_1 , que es menor al producto en estado estacionario y^* , por lo que la acumulación de capital tenderá a aumentar para alcanzar el equilibrio potencial ($+\Delta k$).

Gráfico III. Un aumento mayor de la inversión

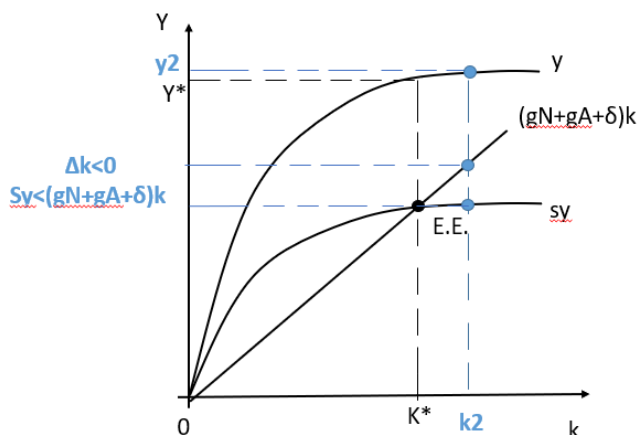


Fuente: elaboración propia con base en Solow (1956)

Asimismo, podemos encontrarnos en un nivel de capital k_2 , donde la inversión es menor a la depreciación, es decir, $sy < (gN + gA + \delta)k$. El capital por trabajador k_2 genera un nivel de producto y_2 , mayor al producto en estado estacionario y^* .

Por tanto, existe un exceso de producción que ocupa una mayor depreciación y desgaste de capital, por lo que la acumulación de capital Δk se ajustará de tal forma que llegue al capital por trabajador en estado estacionario ($-\Delta k$).

Gráfico IV. Un aumento menor de la inversión



Fuente: elaboración propia con base en Solow (1956)

En este modelo, la acumulación de capital es la clave de la economía -proveniente del ahorro-, sin embargo, una economía en la que se ahorra demasiado podría provocar que no se consumiese nada y; lo que no se consume, no se vende. (Coll, 2001)

De acuerdo con Coll (2001), de esta idea surge el estado estacionario como “la regla de oro”, en donde la productividad marginal del capital deberá ser igual a la suma del crecimiento poblacional, crecimiento tecnológico y depreciación.

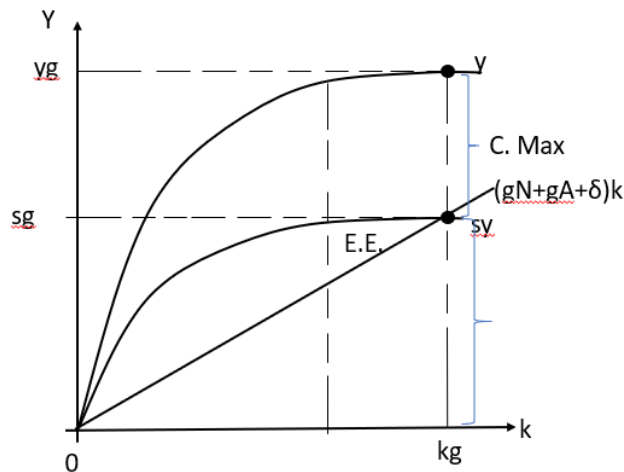
De esta forma, se alcanzará el nivel óptimo de capital en la cual la economía está en estado estacionario. Para ello, se tiene que cumplir que el consumo es el máximo posible y que la acumulación del capital es cero.

Estado Estacionario como regla de oro

$$PMgk = gN + gA + \delta \quad (11)$$

$$\Delta k=0 \rightarrow sy=(gN + gA + \delta)k \quad (12)$$

Gráfico V. Regla de oro



Fuente: elaboración propia con base en Solow (1956)

En este sentido, el estado estacionario se alcanza cuando la inversión es igual a la reducción de capital, es decir, $sy=(gN + gA + \delta)k$. Esto quiere decir que gN y gA son variables que afectan esta condición.

De acuerdo a las conclusiones del modelo del Solow (1956), si en una economía crece el número de habitantes, una mayor parte del ahorro deberá utilizarse para poder mantener a los nuevos trabajadores con las mismas dotaciones de capital que ya tengan los anteriores.

Si se produce una disminución en la tasa de población, por el contrario, aumenta el ingreso per cápita. Por otro lado, el cambio tecnológico incrementa la calidad del trabajo y el rendimiento de los trabajadores mediante la especialización, la educación y otros factores.

El progreso tecnológico permite un crecimiento sostenido de la producción por trabajador porque desplaza la función de producción, la cual a su vez modifica la función de ahorro.

Una vez que la economía se encuentra en estado estacionario, la tasa de crecimiento de la producción por trabajador depende sólo de la tasa de progreso tecnológico. Así, el modelo de Solow demuestra que el progreso tecnológico es la única explicación del constante aumento del nivel de vida.

Esta teoría demuestra la importancia real de los sectores tecnológicos que van de la mano con la innovación e investigación. Incorpora la idea del desarrollo económico asistido por el crecimiento y permite concebir el ciclo económico como una transformación dinámica de los medios de producción y sobretodo del aspecto social en donde el sector científico y tecnológico juegan un papel crucial en aras de mejorar las condiciones de vida.

El creciente cambio tecnológico y la transformación económica han provocado una discusión de la relación entre producción económica y el bienestar, existen alternativas y esfuerzos académicos -entre ellos las ideas de Solow- que buscan cohesionar ambas ideas.

Si bien, representa un verdadero reto para los gobiernos y para la política comercial, los agentes económicos tienen que replantearse las herramientas de política en las que han confiado por el último siglo. De esta forma, abrimos el tercer apartado que busca comprender de una manera más integral y desde una perspectiva social, el importante aporte de los sectores de (I+D+i).

3. Comisión Económica para América Latina y el Caribe

3.1 El deterioro de los términos de intercambio en el pensamiento de Raúl Prebisch

Raúl Prebisch (1949) desarrolló la hipótesis de la tendencia secular al deterioro de los términos de intercambio en su trabajo *Economic Survey of Latin America* en enero de 1949. Donde explicaba la divergencia que provocaba la producción y exportación entre materias primas y alimentos por un lado, y bienes industrializados por el otro.

Estas ideas son conocidas en la literatura como la hipótesis Prebisch-Singer, ya que de manera simultánea a Raúl Prebisch, Hans Singer (1949) desarrolló ideas muy similares en su trabajo "Post-war relations between under-developed and industrialized countries" en febrero de 1949.

Dada la especialización de los países en desarrollo en la producción de materias primas y alimentos, la tendencia al detrimento de los precios de estos productos llevaría al deterioro de los términos de intercambio de estos países, (Prebisch, 1986).

De acuerdo con Pérez, Sunkel y Olivos (2012), el deterioro de los términos de intercambio quiere decir que de mantenerse estables los volúmenes exportados, su capacidad de

compra de bienes y servicios desde el exterior, es decir, su capacidad de importar se vería disminuida con el transcurso del tiempo.

Para Prebisch, el deterioro de los términos de intercambio es un método que caracteriza estructuras socioeconómicas internas y las interrelaciona de manera sinérgica para explicar el progreso en un polo de la economía mundial y el rezago o estancamiento en otro polo (CEPAL, 1951).

Según Prebisch, los supuestos de la teoría del libre comercio no eran aplicables a los países en desarrollo -periferia- y su relación con los desarrollados -centro-.

Existe un ciclo en donde el intercambio comercial propicia la división internacional del trabajo, creando países centro y países periferia. Dinámica donde el centro exporta bienes industriales y concentra las ventajas del progreso tecnológico; en contraste con los periféricos, quienes exportan materias primas y productos relacionados a actividades caracterizadas por la ausencia del progreso tecnológico y exceso de oferta de trabajo; creándose así una divergencia que explica las diferencias acentuadas entre los niveles de vida del centro y la periferia.

Prebisch (1949) plantea que la llave para disminuir la divergencia se presenta en la industrialización de la periferia como principal medio para captar los frutos del progreso tecnológico y elevar el estándar de vida.

Figura I. Esquema de la tendencia secular al deterioro de los términos de intercambio



Fuente: elaboración propia

No obstante, los países periféricos ven frenada su industrialización debido a la gran barrera de necesidades de financiamiento como consecuencia de “la trampa de la pobreza” Nurkse (1960)³, al deterioro de los términos de intercambio y por la baja elasticidad ingreso que caracteriza a las exportaciones de bienes primarios.

Gran parte de la divergencia en los procesos de industrialización se debe a factores arraigados en las economías de la periferia como lo es su historia, las diferencias sistemáticas en las características institucionales y a la misma dinámica mundial en la que se mantiene olvidada la idea en palabras de Amartya Sen de “no solo de proteger su "propio" territorio, sino también de mantener viva la motivación fundamental del tema de la economía en general” (Sen, 1988, p.11).

El tema de la industrialización como vía de desarrollo ha sido trabajado por distintos autores tales como Kuznets (1953) y adoptado por los ideales de la Cumbre del Milenio en aras de construir un mundo justo, equitativo e inclusivo. Promover la industrialización mediante la

³ La trampa de la pobreza de acuerdo con Nurkse explica que los bajos niveles de ahorro propician bajos niveles de inversión, débil formación de capital y baja productividad en un proceso circular que termina y encauza con un débil ahorro.

especialización y la homogenización del conocimiento ayudará a luchar contra las desigualdades.

En lo referente, este trabajo aborda tres características esenciales que pueden explicar las divergencias en los procesos de industrialización: la propiedad intelectual, la innovación y el desarrollo económico.

3.2 Propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico

“El conocimiento incorporado como proporción del valor total de un producto es cada día mayor en todos los sectores. La capacidad de generar conocimiento, de apropiarse de él y transformarlo en nuevas tecnologías es un fundamento de la riqueza de las naciones más desarrolladas y explica en gran medida su crecimiento económico, (...) el cambio técnico, la introducción de nuevos productos y procesos, la capacidad de responder, y de crear nuevos espacios en el mercado, son elementos determinantes del patrón de crecimiento y desarrollo de las economías (...) En un contexto de creciente apertura comercial y, por lo tanto, de creciente exposición a la competencia internacional, dicha capacidad de respuesta es determinante para el éxito económico” (Martínez, 2008, p.11).

De acuerdo con Myrdall (1974) el crecimiento y el desarrollo económico se dan por las interrelaciones entre variables que suelen crear un proceso acumulativo que, en caso de tratarse de variables que promueven el desarrollo, lo potencian e impulsan, pero en caso contrario promueven su estancamiento. He de aquí, la relevancia del conocimiento y las capacidades tecnológicas en el desarrollo económico.

Si retomamos y añadimos el pensamiento de Prebisch (1949) a las ideas de Myrdall (1979) y la CEPAL (2008), se comprende que la capacidad tecnológica permite, entonces, la transformación de los sistemas de producción en los países centro, haciéndolos cada vez más complejos y tecnológicos, marcando una clara divergencia en los términos de intercambio con países periféricos.

Los países centro invierten más en generación de conocimiento y tecnología, lo que se transforma en mayores capacidades tecnológicas y de competencia internacional, es decir, viven un proceso de causación circular y acumulativa virtuoso (Martínez, 2008).

Este círculo virtuoso es dinamizado por las normas de propiedad intelectual, pues fortalecen los medios por los cuales las naciones más desarrolladas generan gran parte de su riqueza,

pues constituyen un sistema que regula y protege las rentas de las innovaciones al tiempo que limita la competencia (Martínez, 2008).

3.2.1 Propiedad intelectual

“La propiedad intelectual se refiere al conocimiento y la información que forman parte de los inventos, las creaciones e incluso los signos y las palabras. Su función específica es convertirlos legalmente en bienes privados intangibles y transables en el mercado, por un periodo determinado de tiempo y con ciertas restricciones” (Díaz, 2008, p.25).

Si bien la información es de dominio público, ésta se vuelve un activo cuando se utiliza y se transforma para un determinado beneficio. Citando a Dominique Foray, “la información se mantiene en pasivo inerte hasta que son utilizados por quienes disponen del conocimiento necesario para interpretarla y procesarla” (Foray, 2004).

Es así que la propiedad intelectual está altamente ligada al desarrollo del conocimiento y a la generación y apropiación de la información obtenida mediante el aprendizaje. De modo que, los centros de investigación y desarrollo forman parte importante de las nuevas tecnologías y de los nuevos activos “intangibles”⁴ que potencializan el crecimiento y desarrollo de los actores económicos.

Como se sostendrá en el capítulo siguiente, los países con un mayor número de patentes, obtendrán, eventualmente, ganancias extraordinarias y un crecimiento en el acervo de capital fijo, pues el acervo se compone de un elemento tangible y otro intangible. De ahí que los países que incrementen sus bienes intangibles también lo harán, por consiguiente, en su acervo de capital que se expresa como una mayor riqueza.

3.2.2 Innovación

⁴ Estos sistemas definen un conjunto de derechos que se articulan en diferentes regímenes legales de vasto alcance, los cuales abarcan desde las patentes de las invenciones, el derecho de autor de las formas originales de expresión (como las producciones artísticas y literarias) y las marcas que protegen los símbolos que identifican a los bienes y servicios, entre otros. (Martínez, 2008, p.32)

Retomando a Dominique Foray (2004), la información tiene que ser interpretada y procesada, por lo que las invenciones son el resultado de la transformación del conocimiento.

En este sentido, el conocimiento por sí mismo no se puede apropiar, sino es solamente hasta que se incorpora a creaciones o invenciones. Es decir, las innovaciones y creaciones contienen conocimientos e informaciones que a su vez serán insumos de nuevos inventos y creaciones (Díaz, 2008).

En un contexto de globalización y un mundo mucho más interconectado, participar del comercio internacional sugiere una mayor automatización de procesos, aceleración del cambio técnico y sobretodo de una mayor capacidad de innovar en los campos tecnológicos, sociales y organizacionales.

De acuerdo con la CEPAL (2016), el aspecto distintivo de la nueva economía del conocimiento es el papel central de la innovación en el juego competitivo y la división internacional del trabajo en línea con la tendencia secular al deterioro de los términos de intercambio.

Sin embargo, aún a pesar de los beneficios que conlleva la generación de conocimiento y la transformación de este, la propiedad intelectual no sólo es un incentivo económico a la innovación e investigación, este puede transformarse en barrera a la entrada de otros innovadores y en instrumento de preservación de monopolios, resultando en obstáculo más que en incentivo a la innovación” (Martínez, 2008, p.21).

De ahí que, el problema económico central no consiste solo en incentivar la innovación, sino también en lograr que el conocimiento y la información incorporados en ella se difundan rápidamente en todo el cuerpo social y económico de una nación, pues, la desigualdad es fruto del crecimiento diferencial que comienza con la apropiación del conocimiento. Para comprender ello, tenemos que hablar de desarrollo económico.

3.2.3 Desarrollo económico

El desarrollo económico forma parte importante de este trabajo. Es prudente mencionar que, si bien, existen diferentes trabajos que abordan el estudio del desarrollo económico desde distintas perspectivas como: Kuznets (1953), Rostow (1960), Sen (1999), Piketty (2014), etc.

La directriz de la definición de desarrollo utilizada en esta investigación se basa en la economía del desarrollo heterodoxo, esencialmente desde las ideas de Raúl Prebisch (1949) y la CEPAL: el deterioro de los términos de intercambio en países periféricos; y Thirwall (1979)⁵: la desigualdad es fruto del crecimiento diferencial. El uso de estas consideraciones teóricas se fundamenta en el sentido en que el proceso de industrialización mediante la creación y difusión de conocimiento ayudarán a los países periferia a erradicar la desigualdad.

De una manera más simple, se entenderá como desarrollo económico a la razón del porqué unas economías son “ricas” y otras “pobres” en un mismo periodo de tiempo.

Retomando la discusión, en línea con el estudio del crecimiento diferencial fundamentado en la apropiación del conocimiento, lograr que éste y la información incorporados en las innovaciones se difundan o estén rápidamente en todo el cuerpo social y económico de una nación, como parte de la industrialización, también es tópico del estudio del desarrollo económico y del problema de la desigualdad.

Una de las razones por las cuales existen países “ricos” y “pobres” se puede relacionar con las condiciones de utilización y transferencia de las patentes. Actualmente, la mayoría de los títulos de propiedad intelectual en el mundo se encuentran en manos de los países centro.

Si bien, las solicitudes de patentes se han incrementado a escala global, la pertenencia de los títulos intangibles sigue una tendencia dominante encabezada por las grandes economías.⁶

Es decir que, las innovaciones ante un mercado internacionalizado y de procesos de producción diversificados con encadenamientos productivos alrededor del mundo y sobretodo hacia economías emergentes, no necesariamente han generado la transferencia y homogenización del conocimiento a los países periferia.

⁵ Thirwall (1979) analiza el crecimiento económico desde una perspectiva keynesiana en donde el crecimiento se restringe por la balanza de pagos y se enriquece mediante la oferta de factores de producción, el empleo y el progreso técnico. El encarecimiento de estos factores genera la desigualdad.

⁶ Varios estudios analizan este comportamiento. Véase Hall, 2004; Guellec, Martínez y Sheehan, 2004; Montobbio, 2006 y OMPI, 2019, donde explican que la mayor tenencia de títulos de propiedad intelectual se encuentra en Alemania, China, Estados Unidos, Japón y República de Corea.

La evidencia empírica e histórica comprueba que el incremento de las actividades de investigación y desarrollo en países centro con actividades en el exterior no es suficiente para asegurar la introducción de innovaciones hacia economías emergentes, ya que para ello es necesario que los agentes productivos en los países periferia adopten y utilicen los resultados de la investigación y desarrollo en los diferentes procesos de producción (CEPAL, 2016).

Esta dinámica converge con el desigual mundo del siglo XXI como se verá detalladamente en el capítulo II a lo largo de la comparación internacional. Adelantando una parte del trabajo, se sostiene que existe una acentuada brecha entre las tasas de crecimiento de países quienes poseen un mayor número de títulos de propiedad intelectual y que se caracterizan por tener elevados niveles de gasto en investigación y desarrollo en contraste con países periféricos, quienes a pesar de ser receptores de inversión extranjera directa no logran percibir los beneficios del progreso tecnológico, ni tampoco crear estructuras tecnológicas internas que compitan internacionalmente y mejoren sus términos de intercambio.

4. Conclusiones del capítulo I

Dentro de la ciencia económica diversos autores reconocen el aporte de los sectores de innovación, investigación y desarrollo al dinamismo económico y al bienestar social. Por medio de ellos se transforma el ciclo económico mediante un crecimiento sostenido de la producción y la especialización laboral que tienden a mejorar la calidad del trabajo y el ingreso per cápita. Sin embargo, la nueva economía del conocimiento donde la innovación competitiva potencializa la división internacional del trabajo, acentúa las desigualdades por medio del crecimiento diferencial entre países que concentran las ventajas del progreso tecnológico y países con dificultades para mejorar sus términos de intercambio.

Los supuestos teóricos clásicos se alejan mucho de las características de países emergentes, pero así como en muchos aspectos económicos, se puede suponer dentro de estos modelos cambios en las características, por ejemplo, podemos suponer dentro del modelo de Schumpeter (1944) que no existen estímulos de las fuerzas inmateriales que potencialicen el crecimiento; en el modelo de Solow (1956) un ahorro no constante derivado de las diferencias en las características institucionales, políticas, sociales y económicas de los países en vías de desarrollo, causarían un producto marginal decreciente; y en el

modelo de Raúl Prebisch (1949) se puede demostrar que las naciones periféricas, suelen tener problemas para lograr una industrialización propia y no dependiente de relaciones y lazos en el exterior.

En línea con los supuestos de Schumpeter (1944) la innovación es un factor decisivo que causa al desarrollo mediante las fuerzas inmateriales, las cuales, además, son la razón principal de la evolución económica. Aquellos países en donde la fuerza inmaterial: tecnología, innovación y aspectos socio-culturales converjan con las fuerzas materiales: trabajo, tierra y capital, estarán en posibilidades de mejorar sus agregados macroeconómicos, pero sobretodo, de elevar el nivel de vida.

Las innovaciones permiten a los agentes económicos introducir nuevos bienes de consumo, abrir nuevos mercados y mejorar o cambiar procesos, lo que requiere, primero, de altos niveles de inversión y gasto en investigación y desarrollo, primera barrera a la entrada para pequeños y medianos agentes, sobretodo, si tampoco pueden acceder a líneas de financiamiento.

En los países periféricos donde los recursos de la banca de desarrollo muestran un mayor beneficio para empresas grandes, especialmente en el importe de otorgamiento en comparación con las medianas y pequeñas empresas, la inversión se hace un proceso más difícil. Las brechas entre países centro y países periferia siguen existiendo, debido, en parte, a la concentración de recursos, hecho que bien podría ser un factor por el cuál el desarrollo se ve frenado.

Se sostiene que otra vía para reducir las brechas de desigualdad, es la industrialización en relación con el progreso tecnológico para evitar que se cumpla la teoría sobre el deterioro de los términos de intercambio, sin embargo, los países en vías de desarrollo ven frenado su proceso de industrialización debido a los bajos niveles de ahorro e inversión y a la baja elasticidad ingreso de las exportaciones de bienes primarios.

Los bajos niveles de ahorro que anteceden a la inversión en las economías periféricas en el sentido de la "trampa de la pobreza" de Nurkse (1960), coinciden con la crítica que hace Robert Solow (1956) al modelo Harrod Domar, pues podemos suponer que los planes de ahorro e inversión en economías emergentes no serían una fracción fija debido a que ni el ahorro ni la inversión crecen constantemente, y al contrario, su tendencia es a la baja, de esta forma, la razón capital producto que multiplica a la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo, no tendría una pendiente positiva ni constante, es decir, el producto marginal sería

negativo debido a que no se lograría incrementar ninguna unidad de capital por trabajador y no existiría crecimiento económico.

En el mismo modelo, la tecnología se ve afectada por dos coeficientes constantes: la fuerza de trabajo por unidad de producto y el capital por producto. En un escenario de país periférico, el coeficiente de la fuerza de trabajo por unidad de producto sería constante si *ceteris paribus* debido al crecimiento demográfico a una tasa (n). En cuanto al coeficiente capital producto la tasa no sería constante debido a la pendiente negativa de la razón capital producto por falta de ahorro e inversión.

Además, en el modelo de Solow (1956) es crucial la acumulación de capital por trabajador (ΔK) que depende de la inversión que se hace en capital. Sin ahorro que se convierta en inversión, no se cumpliría el ciclo del capital para lograr un estado estacionario con Δ poblacional, Δ tecnológico y Δ depreciación, sino solamente se elevaría la población a una tasa (n) explicada biológicamente y el nivel de la depreciación, simplemente, por el paso del tiempo. Una mayor depreciación y desgaste de capital, se ajustará de tal forma que el capital por trabajador en estado estacionario converja con un decremento de capital ($-\Delta k$).

En México, desde mediados de los noventa, la formación bruta de capital fijo (FBKF) lleva una tendencia desacelerada y a la baja, los niveles de inversión en el país durante la última década son más bajos que los registrados durante 1994 y el porcentaje de la inversión pública respecto del total de FBKF es menor al 15%⁷. Esto da cuenta no sólo de que se cumple con la trampa de la pobreza, sino también de la existencia de un problema estructural dentro de los componentes del PIB por el lado del gasto y de la concentración de recursos en el sector privado.

El problema de la inversión en México, no representa un tema coyuntural, sino mas bien un tema estructural de largo plazo que se ha dejado del lado. Dentro de los componentes del PIB, se ha apostado por las exportaciones a consecuencia del cambio de modelo económico orientado hacia el exterior pese a no diversificar -realmente- el aparato productivo nacional, ni el contenido tecnológico y científico, lo que le ha costado a la nación un alto precio en el bienestar social reflejado en la oferta laboral, en la infraestructura social y en los bienes y servicios públicos, menos aún, se ha visto una mejoría en la distribución del ingreso.

⁷ INEGI. Cuentas nacionales. Formación bruta de capital fijo por sector demandante

En la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2018 ⁸, se revela que en 2018, el 10.0% de la población con mayores ingresos, representada por el decil X, concentra cerca del 40.0% del ingreso total, mientras que la mitad de la población con menores ingresos, correspondientes del decil I al decil V, suma sólo el 20.0% del ingreso total. Respecto a la ENIGH 2016, si bien se ve un incremento en el ingreso promedio por deciles de los hogares, el decil I aumentó en \$29 pesos corrientes su ingreso, lo que es una diferencia nominal y poco significativa.

Por su parte, para 2018 el coeficiente de Gini⁹ se sigue manteniendo en 0.4, mismo nivel que en 2008, ni, las transferencias, ni las políticas públicas en busca de reducir las brechas de ingreso entre los diferentes deciles ha sido del todo lograda. Esto es muy importante, porque al existir una mejora en la distribución del ingreso la población experimenta diferentes beneficios sociales como en salud y educación; situación que permite elevar las condiciones sociales, potenciando el capital humano, y a su vez, aumentando las capacidades de crecimiento en la economía (Galor y Moav, 2004).

El problema de la inversión en México es causa y consecuencia de otras características propias, sistemáticas e institucionales. Lo que es cierto, es que es su dinámica ha desacelerado el crecimiento y el desarrollo económico.

Como afirma Raúl Prebisch (1949), el deterioro de los términos de intercambio es una cuestión de relevancia para los países periféricos, y por lo tanto, por propiedad transitiva, para México. Si bien, se sostiene durante el capítulo II que la economía mexicana ha transformado su aparato productivo orientado al exterior y encauzado hacia las manufacturas mediante la inmersión hacia las cadenas globales de valor con eslabones específicos de producción en industrias estratégicas, esto no se ha reflejado en la posición de los términos de intercambio de México con el mundo.

Es un hecho que la fragmentación de las etapas de producción ha estimulado los flujos de comercio e inversión alrededor del mundo, de esta manera, los países se especializan en etapas específicas de la producción y los países importan y reexportan bienes, por lo tanto,

⁸ Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. ENIGH 2018

⁹ El coeficiente de Gini es una medida de concentración del ingreso: toma valores entre cero y uno. Cuando el valor se acerca a uno, indica que hay mayor concentración del ingreso; cuando el valor del Gini se acerca a cero la concentración del ingreso es menor. INEGI. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2016 y 2018.

las exportaciones brutas actualmente contienen grandes cantidades de valor agregado extranjero (Banxico, 2019).

En este sentido, las exportaciones en México y en países periferia, suelen contener altos niveles de valor agregado importado, por lo cual el concepto tradicional de ventaja comparativa ya no es suficiente para comprender los patrones de flujos comerciales.

Las normas de propiedad intelectual juegan un papel importante, ya que éstas se conservan por medio de las inversiones extranjeras directas, fusiones y adquisiciones dentro del país, haciendo más difícil la homogenización del conocimiento, y creando externalidades negativas para los productores y desarrolladores de tecnología nacional.

Es así que, las naciones mantienen brechas de desigualdad debido a problemas que van más allá de la explicación clásica en donde los países subdesarrollados exportan solamente bienes primarios y no cuentan con los factores de producción: tierra, trabajo y capital, ni con los factores para el desarrollo: tecnología, comercio y planeación.

CAPÍTULO II

“Sectores de innovación, investigación y desarrollo en México”

Este capítulo busca comprender la estructura industrial y conocer los sectores en México ligados al desarrollo tecnológico. Por lo que, en la primera parte se realiza un análisis de las tendencias más generales de la política industrial entre 1960 y 1990. Se sostiene que desde finales del siglo XX se dio un cambio en la estructura productiva e industrial, donde destaca el fortalecimiento del comercio exterior, la transformación del esquema de crecimiento de la industria y, sobretodo, de la propensión a la protección del sector externo.

Así mismo, para conocer las condiciones y características del aparato productivo nacional, con la finalidad de identificar las industrias de interés, en la segunda parte del capítulo se presentan los resultados del análisis estadístico de las actividades económicas manufactureras por clase de actividad y por valor de producción de acuerdo con la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM, 2019). Este enfoque, permite conocer la participación relativa de las industrias en general y, especialmente, de aquellas ligadas a los sectores de innovación, investigación y desarrollo en México.

Como se señaló en el capítulo I, la evidencia sugiere que la apropiación del conocimiento no ha propiciado un mayor desarrollo económico, es por ello que, para dar cuenta de la divergencia que profundiza el deterioro de los términos de intercambio y el rezago de los polos, en el tercer apartado se realiza una comparación internacional mediante cuatro indicadores relevantes: gastos en investigación y desarrollo, investigadores por cada mil habitantes, patentes en vigor y solicitudes de títulos de propiedad intelectual para Estados Unidos, China, Japón y Alemania.

Finalmente, el apartado cuatro presenta las conclusiones preliminares del capítulo.

2.1. Características del aparato productivo nacional

El auge de lo que hoy conocemos como las grandes economías ha transcurrido por un fenómeno histórico de cambios en su estructura productiva mediante la emergencia de un sólido proceso de industrialización ligado al desarrollo de conocimiento científico y tecnológico. La innovación, investigación y desarrollo se han convertido en una de las principales riquezas de las sociedades modernas, y se han posicionado como un elemento indispensable para impulsar la prosperidad de los países.

Economías desarrolladas como Alemania y Estados Unidos se caracterizan por tener un sector industrial altamente sofisticado, una industria de transformación asociada con el valor agregado del conocimiento, reflejado en los productos que le ofrecen al mundo y en sus altos niveles de productividad que, van estrechamente de la mano con el fuerte papel de la ciencia y la tecnología en sus procesos de producción.

En economías emergentes y más aún en desarrollo, la industrialización presenta ciertos obstáculos: a) el fuerte peso del sector agrícola y la carga de “la maldición de los recursos naturales”¹⁰; b) la deslocalización de la producción a nivel mundial, dándole más peso al sector manufacturero en economías en desarrollo por las ventajas comparativas en materia salarial.

En México, entre 1940 y 1980, la llamada “industrialización basada en sustitución de importaciones” fue un intento por convertir a la industria en la base del crecimiento económico y combatir la dependencia de demanda de bienes manufacturados importados. Este proceso de industrialización constaría de sucesivas etapas donde después de consolidar en una primera fase las industrias de bienes de consumo no duradero, después se daría paso a una etapa de desarrollo de las industrias de bienes duraderos y de bienes de capital (Fitzgerald, 2003; Tavares, 1964).

En este periodo la actuación estatal reguló y protegió al sector productivo frente al exterior; se impusieron subsidios, exenciones, protección directa a las actividades e instituciones industriales, mecanismos de crédito público y de asesoría industrial, por lo que se dieron elevadas tasas de inversión pública, tanto en infraestructura física y social que alentaban a la inversión privada.

El esfuerzo por avanzar a la industrialización comenzó a mostrar fallas debido a los grandes montos de capital requeridos para dotar a la industria de tecnología y técnicas de producción -que eran a su vez importadas de países desarrollados-, además, se requería de una mano de obra altamente calificada mientras se contaba con capacidad ociosa. Por lo que, se tejió una estructura de mercado concentrada y oligopólica con preponderantes barreras a la entrada. Y a partir de 1978 con el boom petrolero que permitió cubrir las obligaciones de la deuda, así como tener solvencia financiera sin la necesidad de

¹⁰ La maldición de los recursos naturales es un término económico que surge en las décadas de los 70 y 80 por Alan Gelb, y hace referencia a economías que dependen y basan su crecimiento en la explotación de los recursos naturales, por lo que la volatilidad de los precios de las materias primas permea su desarrollo económico.

desarrollar una sólida estructura industrial, se siguió una política de liberalización comercial y se incrementó el flujo de importaciones.

Si bien, durante este periodo se logró un avance significativo en la producción de bienes complejos tales como: motores de diésel, discos de embrague, interruptores, distribuidores, reguladores, cinescopios de televisión a color, equipos de muy alta frecuencia, hornos de inducción, cautines eléctricos de uso industrial, etc. Surgieron también empresas proveedoras de partes y refacciones para la industria manufacturera y automovilística.

La ineficiencia del modelo denotó en un cambio de la estructura productiva e industrial que aprovechó los encadenamientos de proveeduría generados a partir de la acumulación de capacidades tecnológicas y empresariales que, nos hacen regresar al segundo obstáculo para la misma industrialización, es decir, la deslocalización de la producción.

Como resultado, se dio un proceso de industrialización orientada hacia las exportaciones desde finales de la década de los ochenta en México y la política industrial fue encauzada hacia las manufacturas desde la publicación del Plan Nacional de Desarrollo Industrial, 1979-1982, continuamente de programas nacionales como el Fomento Industrial y del Comercio Exterior, 1984-1988 (Pronafice) y de Modernización Industrial y del Comercio Exterior, 1990-1994 (Pronamice).

En este contexto, desde una perspectiva de procesos, es preciso señalar que, alrededor del 80.0% de las exportaciones mexicanas en la actualidad dependen de procesos de importación temporal para su exportación con costos arancelarios mínimos para importar partes, componentes, ensamblar componentes y reexportar el producto terminado y manufacturado (Dussels Peters, 2009).

**Cuadro I. Participación de las exportaciones manufactureras en las exportaciones
totales e indicadores de importación.**

(%)

Año	Participación de las exportaciones manufactureras en las exportaciones totales	Participación de las importaciones de bienes de consumo en las importaciones totales	Participación de las importaciones de bienes de intermedios en las importaciones totales
1993	82.21	12.98	69.43
1994	79.58	13.36	68.93
1995	83.06	8.08	79.46
1996	81.82	9.07	76.06
1997	87.17	10.43	73.45
1998	91.32	9.55	76.01
1999	86.63	10.65	74.30
2000	88.07	11.22	73.35
2001	89.71	13.18	71.74
2002	84.98	13.83	72.55
2003	83.46	13.57	73.66
2004	82.19	15.75	70.70
2005	80.92	15.91	70.80
2006	82.87	15.36	71.02
2007	78.22	17.38	70.02
2008	86.19	16.50	67.06
2009	81.50	15.67	71.06
2010	80.12	15.52	73.39
2011	78.55	14.50	73.65
2012	82.68	14.28	74.06
2013	81.20	15.03	73.03
2014	88.49	14.55	74.54
2015	90.89	15.15	73.82
2016	89.18	13.79	75.52
2017	86.64	14.77	74.97
2018	88.45	13.45	76.62

Fuente: elaboración propia con datos de Banco de México, indicadores en materia de balanza comercial de mercancías de México.

Las exportaciones de la industria manufacturera han tomado mayor significancia tanto para la estructura industrial del país, como para el crecimiento económico si tomamos en consideración el peso de las exportaciones como proporción del Producto Interno Bruto que asciende a poco menos del 40.0%¹¹.

La política industrial desde finales del siglo XX ha tendido a proteger y fortalecer el sector externo con i) reducciones arancelarias; ii) incentivos fiscales y crediticios para la exportación; iii) programas sectoriales con políticas específicas para las industrias automovilística, de cómputo, farmacéutica y maquiladora; iv) desregulación con la creación de la Comisión Federal de Competencia y la Ley Federal de Competencia Económica; v) el desarrollo tecnológico con el decreto de la Ley de Propiedad Industrial y el establecimiento

¹¹ Banco Mundial. Exportaciones como proporción del PIB 2018.

del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; vi) la promoción de la inversión extranjera mediante la Ley de Inversión Extranjera; y vii) el fomento de las exportaciones con la firma de varios acuerdos comerciales, entre ellos el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN, 1992) -actualmente Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) (Méndez, 1997).

En otras palabras, se reemplazó el esquema de crecimiento de la industria basado en el mercado interno por aquel orientado hacia afuera. Se potencializaron industrias como la automotriz -principalmente-, la maquiladora, de construcción, la alimenticia y de bebidas, la minería y más recientemente la industria aeroespacial.

Con base en la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) 2007-2019 y tomando en consideración el valor de la producción de los mismos, se realizó un análisis de las actividades económicas manufactureras con mayor peso por mes y año durante el periodo 2007-2019.

Se efectuaron las sumas de cada clasificación industrial para obtener el total de la industria manufacturera por mes y año, expresado como la suma de los sectores 31-33 correspondientes a industrias manufactureras de acuerdo con el SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte).

Posteriormente, se obtuvieron las participaciones porcentuales por mes y año para cada clasificación industrial a seis dígitos (311110 - 339999) respecto a la suma total (31-33) correspondiente al mes y año. Filtrando las participaciones respecto al total de la industria manufacturera de mayor a menor, utilizando sólo los datos del valor de la producción, se pudieron obtener los valores para cada mes y año. A continuación se presentan los resultados del análisis estadístico.

2.1.1 La manufactura en México: enero 2007- enero 2019

El alcance de este trabajo se limita al estudio de la industria manufacturera, en vista de que, las manufacturas, en menor o mayor grado son intensivas en tecnología (CEPAL, 2003a).

El estudio comprende el periodo 2007-2019 del mes de enero, puesto que los datos completos al momento de realizar la investigación sólo permiten cubrir hasta enero de 2019.

Durante el mes de enero, fueron dos clases de la actividad las que registraron el mayor peso sobre el total de la industria manufacturera medido por el valor de la producción: para 2007 destacó la “Refinación de petróleo”, y posteriormente, en 2019 lo hizo la “Fabricación de automóviles y camionetas”. Con ello, distinguimos al periodo en dos partes.

Uno de 2007-2012, en donde la refinación de petróleo obtuvo la mayor participación sobre el total de la producción manufacturera medida por el valor de la producción obteniendo un promedio de 10.31%. Registra su mínima en los años 2007 y 2011 con 9.73% y su máxima en el año 2012 con una participación de 11.21%. Cabe mencionar que, existe una excepción en el año 2011 donde la fabricación de automóviles y camionetas asciende a la primera posición tan sólo por una diferencia de 0.22 pp (puntos porcentuales).

La segunda parte del periodo corresponde de 2013-2019, donde la actividad con mayor peso para todos los años en el total manufacturero medido por el valor de la producción concierne a la fabricación de automóviles y camionetas. El promedio de la participación para la fabricación de automóviles y camionetas representó 13.49% del total de la industria manufacturera, una participación más alta por 3.18 pp respecto al promedio de la refinación de petróleo en la primera parte del periodo. Así mismo, la clase 336110 correspondiente a fabricación de automóviles y camionetas registró su mínima en 2014 con una participación de 11.14% y una máxima en 2019 con 16.31%.

Este análisis permite comprender en una primera aproximación que la industria manufacturera en México ha cambiado estructuralmente, dejando a un lado industrias ligeras como la alimentaria, farmacéutica y agrícola para darle paso a la potente industria automotriz.

Para ello, en el cuadro II se observan las diez principales industrias por clase de la actividad medidas por su valor de producción. Estas diez clases presentan una mayor participación porcentual con respecto al total de la industria manufacturera.

En general, la fabricación de automóviles y camionetas ha concentrado de 2007 a 2019 alrededor del 12.0% del total del valor de la producción de la industria manufacturera con 240 diferentes actividades, incluso por encima de la refinación de petróleo, industria que cae al puesto seis para 2019. Además, es la industria automotriz en sus diversas clasificaciones, la que año con año, lidera y ha ganado peso sobre el total de la manufactura.

Cuadro II. Principales industrias manufacturas como % del total mensual del valor de la producción
(%)

2007 Enero		2019 Enero	
%	Clasificación	%	Clasificación
↓ 9.73	Refinación de petróleo	16.31	Fabricación de automóviles y camionetas ↑
↑ 7.05	Fabricación de automóviles y camionetas	3.22	Fabricación de motores de gasolina y sus partes para vehículos automotrices ↑
↓ 5.67	Fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado	3.22	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices ↑
↓ 2.91	Fabricación de preparaciones farmacéuticas	2.85	Fabricación de camiones y tractocamiones ↑
= 2.82	Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas	2.75	Elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas =
↓ 2.45	Complejos siderúrgicos	2.69	Refinación de petróleo ↓
↓ 2.04	Elaboración de azúcar de caña	2.31	Fabricación de otros productos de hierro y acero ↑
↓ 2.00	Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal	2.21	Fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado ↓
↑ 1.84	Fabricación de otras partes para vehículos automotrices	2.19	Elaboración de cerveza ↑
↓ 1.84	Fabricación de otros productos de hierro y acero	2.18	Complejos siderúrgicos ↓

Fuente: elaboración propia con base en la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM). Inegi

Anteriormente, dimos una primera aproximación sobre una caída en las industrias ligeras. Esto se comprueba al observar que específicamente las clases de la actividad por a) refinación de petróleo; b) fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado; c) fabricación de preparaciones farmacéuticas; d) complejos siderúrgicos, fabricación de productos de hierro y acero; e) elaboración de azúcar de caña; y f) elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal, disminuyeron significativamente su participación en el total de la industria manufacturera.

Considerando el cuadro II se profundizará el análisis tanto de las clases industriales con mayores caídas en la estructura manufacturera, como también de aquellas que parecen haber ganado importancia en los sectores de (I+D).

2.2 Industrias ligeras y su caída en la manufactura mexicana

a) Refinación de petróleo y fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado

Estas clases disminuyeron su participación sobre el total de la industria manufacturera 7.02 puntos porcentuales y 3.46 respectivamente de 2007-2019.

La refinación de petróleo pasó de ser la industria más importante a estar por debajo de las distintas clases de la industria automotriz e incluso por debajo de la elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas.

A su vez, la fabricación de petroquímicos básicos del gas natural y del petróleo refinado transcurrió de ser la segunda industria con mayor peso en el total manufacturero con una participación de 5.67% en 2007, a posicionarse en el puesto ocho con una participación de tan sólo 2.21% medido por el valor de su producción en 2019.

El Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (CIEP) en su estudio sobre los factores que inciden en la industria de refinación en México (Limón A, CIEP, 2018) atribuye una menor refinación de petróleo a tres principales causas interdependientes entre sí:

- Menor producción petrolera.
- Ineficiencias de operación en las refinerías.
- Presupuesto precario a Pemex Transformación Industrial y Pemex Refinación (Pemex TRI; unidad de Pemex encargada de la refinación de crudo).

b) Fabricación de preparaciones farmacéuticas

Esta clase industrial figuraba como una de las cinco industrias más importantes sobre el total de la manufactura en 2007. No obstante, para 2019 su participación como proporción del total del valor de la producción de la industria manufacturera cayó más de la mitad, pasando de una participación de 2.91% en 2007 a 1.46% en 2019. Ubicándose muy lejanamente del top cinco, cayendo hasta el puesto catorce.

A pesar del aumento tendencial en la demanda global de productos farmacéuticos¹², la tasa promedio de crecimiento del periodo para el valor de la producción fue sólo de 0.74%.

¹² Secretaría de Economía. Pro México, Unidad de Inteligencia de Negocios: Industria Farmacéutica. Pro México. (2016). Industria Farmacéutica, de Secretaría de Economía.

La dinámica de esta industria ha propiciado la caída del empleo, incluso si medimos el dinamismo de la creación de empleos como el personal ocupado total correspondiente a la suma del personal dependiente de la razón social, del personal suministrado por otra razón social y del personal no remunerado, se observa un decrecimiento durante el periodo de 2.08%.

En 2007 la fabricación de preparaciones farmacéuticas de acuerdo con datos proporcionados en la EMIM, registró un personal ocupado total de 48549, mientras que en 2019 la cifra descendió a 37736.

Esto se explica en gran parte por la complejidad de la industria farmacéutica, “pues las actividades indispensables para su comercialización como pruebas clínicas pueden durar hasta diez años para demostrar la efectividad del medicamento. Esto hace que el desarrollo de un nuevo producto farmacéutico sea un proceso incierto y muy costoso” (Comecyt, 2018, p.9)

La menor participación de la industria farmacéutica en el total de la industria manufacturera se debe a que gran parte del valor generado por esta industria se caracteriza por el desarrollo de nuevos conocimientos mediante el uso de innovación, investigación y desarrollo, es decir, intangibles. Como también del vínculo de la industria a empresas extranjeras que buscan la expansión de mercados a través de la inversión y cuyas investigaciones son protegidas a través de patentes (Comecyt, 2018).

c) Complejos siderúrgicos y fabricación de productos de hierro y acero

Ambas clases industriales hacen referencia a los minerales hierro y acero. La diferencia radica en las actividades que realiza cada clase industrial.

La siderurgia de acuerdo con el SCIAN es la industria básica del hierro y el acero, abarca el proceso de transformación de los minerales comenzando desde su extracción en las minas. Mientras que la fabricación de productos de hierro y acero es la industria secundaria de productos derivados de dichos minerales.

Los complejos siderúrgicos cayeron 0.27 puntos porcentuales. En 2007 el peso de esta clase industrial significó el 2.45% del total de la manufactura y actualmente representa 2.18%.

En contraste, la fabricación de productos de hierro y acero tuvo un ascenso de 0.47 puntos porcentuales. Pasó de una participación medida como el valor de su producción sobre el total de la industria manufacturera en 2007 de 1.84% a 2.31% en 2019.

Es decir, se vio un retroceso en la industria básica del hierro y el acero, pero al mismo tiempo un ascenso en la industria secundaria de fabricación de productos de estos minerales. Lo que refiere un aumento en el consumo nacional de hierro y acero en el país con insumos importados, dada la disminución de la misma industria básica del hierro y el acero.

La balanza comercial de la rama 3311 Industria del hierro y del acero se vuelve cada vez más deficitaria.¹³ Esto es significativo ya que, la Cámara de Diputados a través del Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP) establecen que:

“La industria del hierro y el acero en México tienen un carácter estratégico, ya que su producción está estrechamente ligada a la dinámica de la economía en su conjunto; los productos de acero son indispensables en la cadena productiva para la generación de bienes de consumo duradero; además, las plantas acereras constituyen un ingrediente fundamental en los acervos de capital fijo de los que dispone el país por los altos requerimientos de inversión que implica su operación y producción” (CESOP, 2018, p.5)

No obstante, la industria siderúrgica, principalmente en su ente básico o primario, ha perdido peso respecto a otras industrias, por lo que, sería, en un segundo plano, importante analizar la dinámica de esta clase de la actividad para reorientar y recuperar su importancia, sobretodo reconociendo que es indispensable para la cadena productiva de otros bienes de consumo.

Además, en un entorno de controversias comerciales internacionales, en las que destacan el establecimiento de medidas arancelarias a estos minerales por parte del principal socio comercial de México, Estados Unidos a China. México podría convertirse y posicionarse como actor estratégico de estos minerales en la esfera internacional.

¹³ Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Perfil de la industria del hierro y del acero en México, México, INEGI, 2016.

d) Elaboración de azúcar de caña

La clase industrial 311311 referente a la elaboración de caña de azúcar muestra una menor participación en el total del valor de la producción de la industria manufacturera. Esta disminución registrada en el periodo 2007-2019 fue de 0.15 puntos porcentuales.

La importancia de la industria de la caña radica en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, quien identifica a la caña como un cultivo básico del país, además de que su cultivo se lleva en 22 de las 32 entidades de la república.

Por otra parte, la azúcar de caña es la materia prima de la industria azucarera, aunque también se convierte en materia prima para la fabricación de papel, cemento, abonos, bebidas alcohólicas destiladas y alimento animal. (Delegación SADER Nayarit, 2018)

A diferencia de otros productos, el precio de la caña de azúcar es determina mediante la junta directiva del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA) con base en el Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar en cumplimiento de la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar en su Artículo 57.¹⁴

De tal manera que, la disminución del peso de la clase correspondiente a la elaboración de la azúcar de caña sobre el total de la manufactura se podría deber, en parte, a la disminución de los precios internacionales de la misma.

e) Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal

Una de las industrias que figuraba como una de las diez más importantes en la industria manufacturera total en 2007, era la clase 311830 correspondiente a la elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal.

Sin embargo, su importancia ha disminuido al pasar de una participación de 2.00% en 2007 a una participación de 1.06%, cayendo 0.94 puntos porcentuales durante el periodo.

Su elaboración está fuertemente ligada a la dinámica de la producción del maíz y a su comercialización.

¹⁴ Para conocer la metodología de la determinación del precio de la caña de azúcar consultar: CONADESUCA. (2018). METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL PRECIO DE REFERENCIA DEL AZÚCAR BASE ESTÁNDAR PARA EL PAGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR, de CONADESUCA Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394401/Metodologia_Vigente_de_Precio_de_Referencia-SEPTIEMBRE2018__1_.pdf

De acuerdo con un estudio de la Secretaría de Economía, la elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal presenta varios problemas: i) La producción interna de maíz no es suficiente para abastecer toda la demanda de maíz; ii) A excepción del estado de Sinaloa, no existen rendimientos crecientes en la producción del maíz; iii) No se identifican esfuerzos importantes para transferir tecnología con el objeto de incrementar la productividad de la producción primaria, iv) Existen barreras a la entrada de nuevos competidores debido a la concentración de la industria; y, v) Los mercados internacionales inciden de forma directa en el mercado mexicano del maíz (Secretaría de Economía, 2012).

Por otra parte, Garrido y Villanueva (2019), explican las preferencias de los consumidores por tortillas de maíz en México, concluyendo que, los consumidores expresan un gran apego a este alimento. Por lo que, más que un cambio de preferencias por el consumidor, la caída de esta clase industrial se debe a problemas internos.

Habiendo puntualizado a lo largo de las últimas páginas las características de los sectores manufactureros que han perdido dinamismo respecto a otras clases industriales, continuaremos con la revisión sucinta de aquellas industrias ligadas al desarrollo de conocimiento que han ganado importancia.

2.3 Industrias dinámicas

En adhesión al análisis de las industrias dinámicas en México, se sostiene que el grado de tecnología incorporado a los productos permite conocer de cierta manera la dinámica del progreso técnico, por lo que la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) hizo un primer esfuerzo por clasificar la intensidad tecnológica entre 1979 y 1992 (CEPAL, 2003b). Esta metodología clasifica los productos en: i) productos de alta intensidad tecnológica, ii) de intensidad tecnológica media; y iii) productos de baja intensidad tecnológica (industrias tradicionales y de insumos básicos basadas en productos primarios), (Ver Anexo I).

Para poder identificar las ramas pertenecientes a los sectores de innovación, investigación y desarrollo en México, utilizaremos como referencia la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) 2007-2019 base 2008. Ya que, muestra las principales variables del sector manufacturero en México. Además, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), establece como objetivo principal de la encuesta: “servir de apoyo para la toma de

decisiones en materia de política económica” (INEGI, 2015, p.1) ¹⁵ lo que posteriormente permitirá realizar un análisis estructural para el crecimiento económico.

La EMIM nos proporciona datos mensuales de 34 distintas variables para cada industria por categoría del SCIAN. Se han utilizado los datos más desagregados correspondientes a seis dígitos (clase de la actividad) y posteriormente se han realizado filtros a cuatro dígitos para conocer el estado de las industrias de nuestro interés.

Para comenzar, estableceremos cuáles son aquellas industrias de interés. En México, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN 2018)¹⁶ incorporaremos a nuestro estudio el sector 31-33 correspondiente a Industrias manufactureras, así como los subsectores 333, 334, 335 y 336 correspondientes a fabricación de maquinaria y equipo; fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos; fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica; y fabricación de equipo de transporte.

Se elaboraron las tasas de crecimiento promedio del valor de producción de cada clase de la actividad (311110 - 339999) por mes, tomando como periodo 2007-2019. Se organizaron los resultados de mayor a menor para conocer las ramas con mayor crecimiento promedio de la industria manufacturera.

Con el fin de estudiar la estructura industrial más ampliamente, se descontaron las clases 336310 – 336390 pertenecientes a la industria automotriz, para observar la dinámica de otras clasificaciones. Si bien, el peso de la industria automotriz es primordial, centraremos el esfuerzo en analizar el comportamiento de otras industrias de innovación, investigación y desarrollo puesto que la industria automotriz en México se caracteriza por tener medios niveles de intensidad tecnológica. La literatura es extensa y se ha convertido en un paradigma del proceso de industrialización en México, de tal forma que, existen diversos

¹⁵ Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera. Síntesis metodológica de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera: EMIM: SCIAN 2007: versión 2015 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2015.

¹⁶ Para más información sobre la estructura y clasificación del SCIAN, revisar: INEGI. (2018). Síntesis metodológica del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2018. -, de INEGI Sitio web: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825099701.pdf

trabajos que estudian la dinámica de la industria automotriz, por lo que, este trabajo se limita a hacer algún tipo de abstracción sobre sus características.¹⁷

Aquellas ramas que presentan las mayores tasas de crecimiento promedio del valor de su producción en la industria manufacturera 2007-2019, se caracterizan por tener altos y medios niveles de intensidad tecnológica.

Posteriormente, se descontaron simultáneamente las ramas de baja intensidad tecnológica de acuerdo con la clasificación de la CEPAL¹⁸, para hacer énfasis en las áreas de innovación, investigación y desarrollo que están fuertemente ligadas a la intensidad tecnológica.

**Cuadro III. Tasas de crecimiento promedio del valor de la producción de enero 2007
– enero 2019
(%)**

Clasificación general			Clasificación descontando baja intensidad tecnológica		
Intensidad tecnológica	%	Clase de la actividad	Clase de la actividad	%	Intensidad tecnológica
Alta	29.40	Fabricación de equipo aeroespacial	Fabricación de equipo aeroespacial	29.40	Alta
Baja	18.52	Fabricación de baleros y rodamientos	Fabricación de equipo ferroviario	17.16	Media
Media	17.16	Fabricación de equipo ferroviario	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones	14.94	Media
Media	14.94	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones	Fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico	14.93	Alta
Alta	14.93	Fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	14.13	Media
Media	14.13	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	Fabricación de maquinaria y equipo para envasar y empacar	13.50	Media
Media	13.50	Fabricación de maquinaria y equipo para envasar y empacar	Fabricación de bombas y sistemas de bombeo	11.02	Media
Baja	13.37	Acabado de productos textiles	Fabricación de otra maquinaria y equipo para el comercio y los servicios	10.75	Media
Media	13.02	Fabricación de herramientas de mano metálicas sin motor	Fabricación de maquinaria y equipo para levantar y trasladar	9.50	Media
Alta	12.11	Fabricación de otros productos eléctricos	Fabricación de maquinaria y equipo agrícola	9.13	Media

Fuente: elaboración propia con base en la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM).
Inegi

¹⁷ Puede consultarse el trabajo de Durán (2016).

¹⁸ Véase la clasificación de productos por grupos en el anexo I.

El dinamismo en la industria manufacturera, se concentra en la *fabricación de equipo aeroespacial; equipo ferroviario*; de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico; y finalmente en *fabricación de maquinaria y equipo para la industria en general*. En vista de ello, a continuación se hará un esfuerzo por comprender las características generales de estas cuatro clases industriales.

a) Fabricación de equipo aeroespacial

La industria aeroespacial no sólo es de alto nivel de intensidad tecnológica, sino también, es la más dinámica, presentando una tasa de crecimiento promedio del valor de la producción de la industria manufactura de 29.40% de diciembre de 2007 a diciembre de 2018. Lo que constituye una de las oportunidades más relevantes para México de generar, a su vez, empleos con mano de obra competitiva y capacitada. Respecto a ello, las remuneraciones totales de la industria aeroespacial son las más enérgicas, creciendo en promedio 18.9% de enero de 2007 a enero de 2019. En contraste, ramas como la fabricación de maquinaria y equipo para la industria textil muestra decrecimientos para el mismo periodo de 24.8% y 7.0% para remuneraciones y valor de la producción respectivamente.

La promoción de actividades de innovación y alta tecnología de empresas del sector aeroespacial ha sido y es clave para lograr un desarrollo industrial orientado a incrementar el valor agregado del contenido nacional, esto ante la propia dinámica de un mercado orientado hacia el exterior. Así mismo, la industria aeronáutica se ha caracterizado por desarrollar continuos avances tecnológicos mediante la innovación, lo que en cierto grado ha promocionado el crecimiento de centros de investigación y ofertas académicas.

En ese sentido, de acuerdo con un estudio publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en colaboración con la la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) y Secretaría de Economía (SE), tan sólo de 2010 a 2017 el número de egresados por personas de carreras específicas para el sector aeroespacial creció 30.1%, ampliando la oferta del personal calificado a 4,523 especializados egresados en la industria. De este total, 82% fueron de Licenciatura y el 18% restante fueron de nivel Técnico Superior Universitario. (INEGI, 2018)

“En el país existen diversos programas educativos de ingeniería espacial tanto a nivel licenciatura como posgrado, incluyendo la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), la

Universidad Autónoma de Baja California (UABC), la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) y la Universidad Aeronáutica de Querétaro (UNAQ)” (Juan Ponce y Pablo Duarte, 2018, p.1)

Las distintas universidades han hecho un esfuerzo por realizar alianzas con empresas tecnológicas para el fortalecimiento de la calidad educativa, atendiendo los retos y oportunidades que integran la transformación digital o las fábricas del futuro. En particular, resaltan los casos de la UNAQ y NCTech, asimismo, en Hermosillo, Sonora, se inauguró el primero de tres laboratorios que conformarán el Centro de Investigación Tecnológica e Innovación para el Sector Aeroespacial (CITISA), por lo que se esperan grandes inversiones del sector aeroespacial. (Pineda, 2019)

Sin embargo, la industria aeroespacial actualmente trabaja con redes de proveeduría internacionales para mejorar la competitividad, es decir, con eslabonamientos hacia adelante. Además, hace uso de las cadenas globales de valor¹⁹ mediante las diferentes etapas de producción.

Por lo que, es necesario diseñar microcadenas de valor nacionales, que fabriquen piezas o componentes en México ante las demandas del mercado. Acorde con ello, ya existen algunos esfuerzos como el de la empresa Aerospace Cluster Chihuahua, la cual realizó un programa de clúster²⁰ con Pymes, incluyendo el análisis de necesidades regionales como industria. De esta manera, algunas empresas han logrado cotizar para otras empresas y ya cuentan con certificación y experiencia. Pasaron de solo desarrollar piezas simples a desarrollar piezas más complejas de especificaciones críticas. (Pineda, 2019)

b) Fabricación de equipo ferroviario

Simultáneamente, la segunda rama más dinámica correspondiente a fabricación de equipo ferroviario presenta un crecimiento promedio de 17.16% del valor de la producción de la

¹⁹ Cadena de valor: “(...) el amplio rango de actividades involucradas en el diseño, producción y comercialización de un producto” (Gereffi, 2000: 58; 2001: 1618; 2001b: 14). Destacando que: “(...) el análisis de la cvg (...) se enfoca, sobre todo, en las cuestiones de reorganización industrial, coordinación, gobernabilidad y poder en la cadena” (Gereffi, 2005: 168).

²⁰ Clúster: Concentraciones geográficas de compañías interconectadas, redes especializadas de suministros, proveedores de servicios. Es decir, empresas que compiten, pero a su vez cooperan. (Porter, 1998)

industria manufacturera. Con un monto de inversión para 2019 de más de 13,000²¹ millones de pesos en infraestructura.

De acuerdo con el Anuario Estadístico Ferroviario 2018 publicado por la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF) en ejercicio del artículo 6 Bis, de la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, la industria ferroviaria de carga en México movilizó en 2017 126.9 millones de toneladas, es decir, que la industria ferroviaria significa también una base para el comercio interno y externo.

Es innegable no admitir la importancia de los ferrocarriles y el peso que han tenido sobre la economía y el desarrollo de grandes naciones. Esta industria llegó a ser el motor de la economía europea del siglo XIX, su desarrollo movilizaba recursos financieros y humanos, creando nuevas pautas de localización y competitividad (Capel, 2007).

En la actualidad, muchas de las ventajas del ferrocarril se mantienen incluso ante la alta oferta de nuevas tecnologías de carga y transporte. Sin embargo, “depende de una infraestructura compleja de redes de vías y terminales de carga y descarga” (Medina, 2013, p.8). Lo que inevitablemente requiere de una fuerte especialización de infraestructura, niveles altos y medios de calificación técnica, abundancia de mano de obra y sobretodo, de magnos flujos de inversión que sólo pueden realizar grandes empresas y/o el sector gobierno. (Valencia, 2013).

Es por eso que, ante el dinamismo de la industria ferroviaria, la calificación técnica ha venido acompañada. Independientemente de la variedad de ingenierías que puedan ser ofertadas por las distintas universidades públicas y privadas del país, particularmente, en 2015, la Universidad Tecnológica de San Juan del Río (UTSJR) en Querétaro, en conjunto con la Asociación Mexicana de Ferrocarriles (AMF) y con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), impulsaron el primer Centro de Capacitación Ferroviaria del país (CECAFE).

El sector privado, por su parte, también muestra interés, generando entidades orientadas a la capacitación en el sector del transporte ferroviario como lo es, The Railway Academy - empresa mexicana-

²¹ Exporail 2019.

Es importante mencionar que en su mayoría, la infraestructura ferroviaria en México está constituida por 26,727 km²² de vías, en su mayoría concesionadas, por lo que el desarrollo de la misma, precede del sector privado. En los últimos años se han hecho algunos esfuerzos para impulsar proyectos como el Tren Interurbano de Toluca, el Tren Suburbano Buenavista-Cuautitlán, el Tren de Alta Velocidad México-Querétaro y el Tren Maya.

La derrama económica que estos proyectos producen, abarca desde la creación de empleos hasta el desarrollo regional, sin embargo, la tasa de crecimiento promedio de los empleados totales en la industria, solamente ha crecido 7.39%, en contraste con el 12.62% de la derrama de empleo que ha generado la industria aeroespacial.

A su vez, la tercera rama con mayor tasa de crecimiento promedio del valor de la producción de la industria manufacturera dentro del periodo 2007-2019 es la construcción de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones con una tasa de crecimiento de 14.94%, y 9.92% correspondiente al crecimiento promedio de sus remuneraciones. Su dinamismo -en cierto grado- se relaciona con el éxito de industrias como la automotriz, aeronáutica y eléctrica.

Esta rama no sólo requiere de infraestructura e innovación propia, sino también de proyectos públicos que faciliten su transporte y logística, es decir, inversión pública.

c) Fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico

Por otra parte, la rama de fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico, que se caracteriza por tener un grado alto de intensidad tecnológica, se encuentra en la cuarta posición al registrar una tasa promedio de crecimiento del valor de la producción de 14.93% y un dinamismo de 8.13% en sus remuneraciones.

La Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA) refiere que “la industria farmacéutica se constituye como (...) área estratégica para la generación de conocimiento, pues se encuentra vinculada esencialmente con la innovación, con el hallazgo de nuevas

²² CESOP, 2018.

entidades químicas y biotecnológicas, y con la implementación de nuevas tecnologías que generan avances en la ciencia médica” (CANIFARMA, 2019).

Los avances tecnológicos mundiales, la digitalización e incorporación de nuevas tecnologías, y la mayor demanda de dispositivos médicos ha impulsado el crecimiento sostenido de la industria.

La calificación del personal de la industria médica es amplia, lo que ha extendido la oferta académica con nuevas carreras como ingeniería biomédica, biotecnología, investigación biomédica, entre otras.

Para la industria de la navegación, los avances tecnológicos han tenido un gran peso. Por un lado, la tecnología geoespacial ha impactado no sólo en la movilidad de personas, sino también en la movilidad de mercancías, reduciendo los tiempos de viaje y optimizando la distribución de mercancías.

México se encuentra en una posición geográfica favorable para la distribución de mercancías, brinda acceso estratégico a las principales rutas de navegación marítima de los Océanos Pacífico y Atlántico, así como al Golfo de México y el Mar Caribe, beneficiando el tránsito de embarcaciones que enlazan a los principales centros de producción del mundo, por lo que el desarrollo de la industria de navegación podría ser un gran impulso para el desarrollo regional que, a su vez, impulse el crecimiento económico.

En México, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) cuenta con cuatro escuelas especializadas: Escuela Náutica Mercante de Veracruz, Escuela Náutica Mercante de Mazatlán, Escuela Náutica de Tampico, el Centro de Educación Náutica de Campeche y además el Fideicomiso de Formación y Capacitación para el Personal de la Marina Mercante Nacional (FIDENA) cuenta con escuelas ubicadas en: Veracruz, Mazatlán, Tampico y Campeche, que de 2012 a 2017 han duplicado su número de estudiantes. (SCT, 2017)

No obstante, aún, “Es necesario dar un mayor impulso a los sistemas de educación náutica para continuar generando los profesionales del mar que requiere el comercio marítimo nacional e internacional” (Riveros, 2017).

d) Fabricación de maquinaria en general

En relación con la continuidad del análisis de las ramas con mayor crecimiento, haciendo referencia al cuadro III, podemos observar que, a excepción de la fabricación de bombas y sistemas de bombeo, las ramas con mayor dinamismo están ligadas a la fabricación de maquinaria en general.

Respecto a la fabricación de bombas y sistemas de bombeo con una tasa de crecimiento promedio de 11.02% del valor de la producción, es de relevancia señalar que la rama está altamente ligada a la industria petrolera. Las bombas se utilizan comúnmente para el transporte de hidrocarburos y sus derivados, manejo de fluidos de los procesos de producción y servicios auxiliares.

Tan solo de 2013 a 2014 conforme a las estadísticas del comercio internacional de bombas de Banco de México, las bombas centrífugas y las centrífugas especializadas en el sector petrolero muestran una balanza comercial superavitaria, es decir, el monto de las exportaciones que realizan las empresas fabricantes nacionales excede el monto de las importaciones de bombas.

Sin embargo, específicamente las bombas de engranes y tornillos muestran una balanza comercial deficitaria, donde el valor de las importaciones realizadas supera el valor de las exportaciones de la industria nacional especializadas en la fabricación de este tipo de bombas²³.

Es por ello que, nuevamente es preciso señalar la necesidad de incrementar el desarrollo y la incorporación de tecnología nacional.

En continuidad al análisis sobre la industria de maquinaria en general. El país ha experimentado una transformación en la última década transitando de una manufactura casi manual hacia una manufactura mucho más compleja, en la que las empresas están demandando mayor tecnología y mayor productividad, lo que va de la mano con maquinaria de alta tecnología (Medrano 2017).

De acorde con ello, el mercado mexicano de maquinaria se ha transformado significativamente para ofrecer un gran potencial en maquinaria de alta precisión -

²³ Para más información véase: Pemex: ESTUDIO SECTORIAL: BOMBAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA PETROLERA.

independientemente del contenido nacional- este ha sido impulsado sobre todo por las industrias automotriz y aeroespacial.

Con respecto a la industria de maquinaria, el Departamento de Comercio de Estados Unidos afirma en el *ITA Manufacturing Technology Top Markets Report 2016*, que México es un mercado estratégico para los exportadores de tecnología de manufactura. Ante ello, pensar en desarrollar un mercado nacional altamente tecnológico que proporcione el equipo necesario para la industria manufacturera es indispensable. De modo que, posteriormente se hará un análisis más detallado del mecanismo para la adquisición de conocimientos en el campo de la ciencia y la tecnología aplicada, es decir, patentes.

Es evidente que se necesita desarrollar una industria tecnológica de contenido nacional que potencialice el dinamismo que actualmente están experimentando los sectores aeroespacial, ferroviario, naval, farmacéutico y mecánico.

Dicho lo anterior, y haciendo referencia a la tesis Prebisch-Singer que plantea la especialización de los países desarrollados en bienes de alta elasticidad-ingreso y la de los países periféricos en bienes de baja elasticidad-ingreso. Se requiere de una transformación en las estructuras y políticas productivas enfocadas hacia un “desarrollo desde adentro” (Vázquez, 2017), es decir, -en nuestro caso- desarrollo tecnológico nacional.

Las ramas con mayor crecimiento del valor de la producción conforme a los datos proporcionados por el EMIM, muestran en una primera fase, una clara relación del crecimiento enfocado al desarrollo de la ciencia y tecnología.

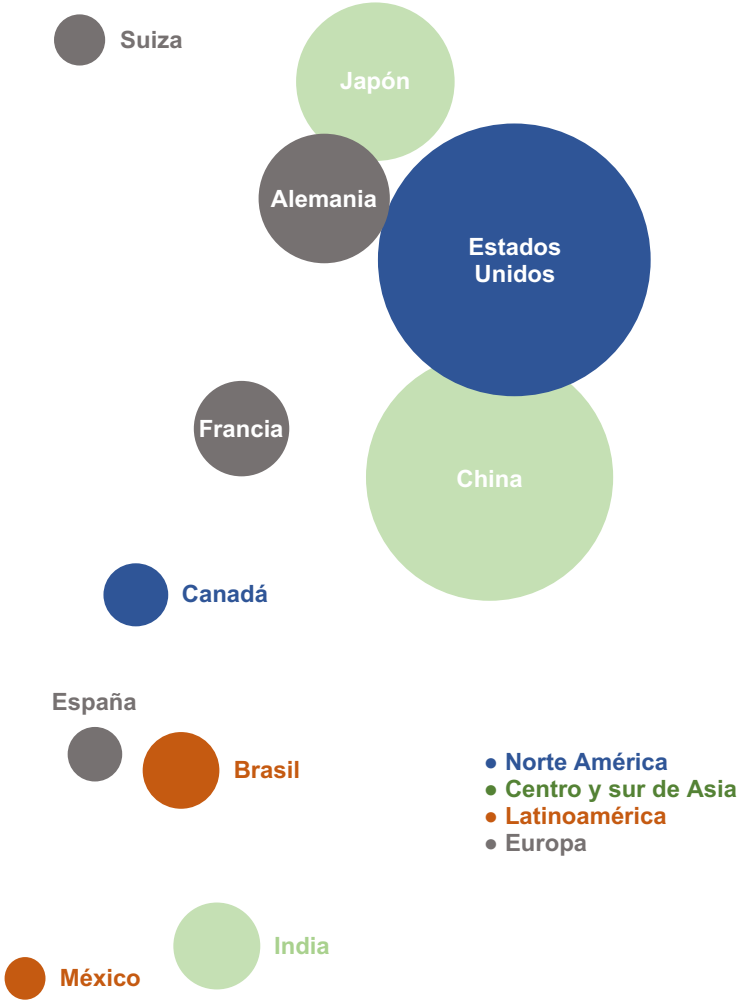
Ahora bien, como se señaló en el capítulo I, la evidencia sugiere que la apropiación del conocimiento no ha propiciado un mayor desarrollo económico, es por ello que, para dar cuenta de la divergencia que profundiza el deterioro de los términos de intercambio y el rezago de los polos, a continuación se presenta la comparación internacional

2.4 Comparación internacional

En un análisis de comparación, los gastos en investigación y desarrollo han aumentado a un ritmo relativamente alto en los últimos quince años (2000-2015), con un promedio de 6.70% anual. El desempeño mundial de investigación más desarrollo (medido como gastos) totalizó un estimado de \$1.918 billones (dólares actuales de PPA) en 2015, el último total global disponible. (Science and Engineering Indicators, 2018)

Este primer indicador relaciona la importancia que los países destinan a la generación y desarrollo del conocimiento como parte de sus estrategias de crecimiento. Por consiguiente, es importante conocer las características de distintas economías y contrastar las ideas del capítulo II sobre la apropiación del conocimiento de los países centro. (Ver Gráfico I).

Gráfico I. Comparación Internacional del gasto en investigación y desarrollo e investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, por país; 2015 o más reciente año



Fuente: elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos. (National Science Board, 2018)

Con base en el tamaño de la comparación internacional del gasto en investigación y desarrollo se realizará un análisis más a fondo de las cuatro principales economías: Estados Unidos, China, Japón y Alemania.

2.4.1 Estados Unidos.

El gasto en investigación y desarrollo en 2015 representó el 2.74% de su PIB, mientras que México sólo destinó 0.53%, es decir, existe una brecha de 2.21 pp (puntos porcentuales)²⁴.

Hay que aclarar que, un factor importante para concebir la divergencia en la importancia que le da cada economía al rubro de investigación y desarrollo, se explica también por el tamaño del PIB de cada economía.

Estados Unidos es el país que lidera el ranking medido a través del PIB Nominal²⁵, mientras que México se encuentra en la posición número 15²⁶, representando menos de una décima parte de la economía estadounidense.

Estados Unidos es el país que gasta más recursos como monto en actividades ligadas a la generación de conocimiento y tecnología, llegando a destinar hasta 496,598 millones de dólares en 2015. Sin embargo, no es la economía que más peso le da a este rubro; Corea del Sur asigna 4.23% de su PIB a I+D.

Por otra parte, Estados Unidos cuenta con 8.92 investigadores por cada 1000 habitantes empleados, y su tasa de crecimiento promedio de 2007-2016 fue tan sólo de 1.53%.²⁷

En cuanto a la propiedad intelectual, los datos más recientes a 2018, muestran un crecimiento de las patentes en vigor de 4.72% de 2009 a 2018, no obstante, el dinamismo de las solicitudes de títulos de propiedad intelectual ha sido menor, con una tasa de 2.61% para el mismo periodo. Es decir que, si bien, aún Estados Unidos conserva el mayor número de patentes (3063.494), las actividades en innovación, investigación y desarrollo que

²⁴ Con base en el Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Science and Engineering Indicators 2018.

²⁵ PIB Nominal: Valor total de los bienes y servicios a precios corrientes producidos en un determinado país durante un periodo de tiempo determinado, generalmente un año.

²⁶ PIB a precios constantes para 2018. Banco Mundial.

²⁷ Con base en OECD.

contribuyen a dinamizar las solicitudes de títulos de propiedad intelectual, está siendo menos dinámica.²⁸

2.4.2 China

China es el segundo país por debajo de Estados Unidos en destinar un mayor monto a las actividades de investigación y desarrollo. En 2015 -dato más reciente- empleó 408,829 millones de dólares a este rubro, y el coeficiente del gasto en I+D sobre el PIB fue de 2.07% para este mismo año.²⁹

Si bien, China es la segunda economía del mundo medida en PIB nominal, su coeficiente de gasto en investigación y desarrollo en relación a su PIB, se encuentra por debajo de países como Corea del Sur (4.23%), Japón (3.29), Estados Unidos (2.73) y Alemania (2.93).

A su vez, la República Popular China cuenta con 2.24 investigadores por cada 1000 habitantes empleados, y su tasa de crecimiento promedio de 2007-2017 creció solamente 1.56%.

A pesar del aparente bajo nivel de investigadores por cada 1000 habitantes empleados en China, en comparación con otras economías desarrolladas como Japón (10.01 investigadores por cada 1000 habitantes para el mismo periodo), hay que tomar en cuenta el tamaño de su población, caso similar al de Estados Unidos cuando tomamos en cuenta el tamaño de su economía.

Sucede que, China es el país con el mayor número de población, por lo que, el contar con 2.24 investigadores por cada 1000 habitantes empleados³⁰, se vuelve proporcional al tamaño de su población. Tan sólo en 2017 –mismo año que el dato más reciente de investigadores-, su población total fue de 1,383 mil millones de habitantes, mientras Japón que cuenta con un mayor número de investigadores por cada 1000 habitantes empleados, registró una población total de 126.78 millones de habitantes.³¹

En relación con la propiedad intelectual, la República Popular China para 2018 posee 2366.314 patentes en vigor, tan sólo por debajo de Estados Unidos, su tasa de crecimiento

²⁸ Con base en OMPI Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

²⁹ Con base en el Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Science and Engineering Indicators 2018.

³⁰ Con base en OECD.

³¹ Población total, Banco Mundial.

promedio de 2009-2018 se encuentra en 18.37%, y a su vez, las solicitudes de títulos de propiedad intelectual muestran un dinamismo de 19.71% para el mismo periodo.³²

Por lo que, la relación de las actividades de investigación y desarrollo que fomentan las solicitudes de títulos de propiedad intelectual, compaginan con el dinamismo observado en sus patentes en vigor.

2.4.3 Japón

Japón es la tercera economía en destinar mayor proporción de su PIB a gasto en investigación y desarrollo. Los últimos datos recolectados por el Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos en el *Science and Engineering Indicators 2018*, en 2015, Japón se posiciona en el lugar tres por debajo de Corea del Sur y Suiza, quienes destinan 4.23% y 3.43% respectivamente.

Japón gasta 3.29% de su PIB a actividades en I+D con una economía que pesa significativamente por debajo de Estados Unidos y China. En 2015, destinó 170,003 millones de dólares a este rubro.³³

Para 2017, registró 10.01 investigadores por cada 1000 habitantes empleados y el tamaño de su población para el mismo año ascendió a 126.80 millones de habitantes.³⁴

Sin embargo, pese al buen número de investigadores, la tasa de crecimiento promedio de los mismos, registró de 2009-2017 un decrecimiento de 0.24%. Mientras que en 2009 contó con 10.28 investigadores por cada 1000 habitantes empleados, en 2017 la cifra disminuyó 0.27 pp (puntos porcentuales).

Con respecto a los títulos de propiedad intelectual, en 2018, Japón registró 2054.276 patentes en vigor, por debajo de Estados Unidos y China. La tasa de crecimiento promedio de 2009-2018 de las patentes en vigor fue de 4.30%, mientras que la referente a las solicitudes de títulos de propiedad intelectual registró un decrecimiento de 0.07%.³⁵

³² Con base en OMPI Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

³³ Con base en el Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos. *Science and Engineering Indicators 2018*.

³⁴ Con base en OECD.

³⁵ Con base en OMPI Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

Es decir que, las actividades de investigación, innovación y desarrollo no han potencializado las solicitudes de títulos de propiedad intelectual. No obstante, Japón continúa siendo una potencia en cuanto a patentes en vigor.

2.4.4 Alemania

Alemania destina el 2.93% de su PIB a gastos en investigación y desarrollo, en 2015 gastó 114,778 millones de dólares, mientras su economía es la cuarta del mundo.

En 2017, contó con 9.47 investigadores por cada 1000 habitantes empleados; numero realmente significativo tomando en cuenta el tamaño de su población para el mismo año de 82.65 millones de habitantes.

Ante una menor población y un mayor número de investigadores por cada 1000, el coeficiente que los relaciona muestra una mejor dinámica y denota la gran importancia de las actividades de I+D en la población. Esto es señal de una población con mayor grado técnico y personal calificado.

La tasa de crecimiento promedio del numero de investigadores por cada 1000 habitantes de 2007-2017 registró 2.51%, pasando de 7.21 investigadores en 2007 a 9.47 en 2017, un aumento de 2.26 pp (puntos porcentuales).³⁶

Así mismo en 2018, Alemania registró 703.606 patentes en vigor y una tasa de crecimiento promedio de 2009-2018 de 3.08%. No obstante, el crecimiento de las solicitudes de títulos de propiedad intelectual fue menos dinámica con 1.04%.

La comparación internacional permite comprender el rezago de los polos, pues, como se observo durante el último apartado, son las economías desarrolladas quienes fomentan el desarrollo del conocimiento. Estados Unidos es la economía que más gasta en (I+D); China ha experimentado un importante dinamismo, representando hoy en día una competencia significativa en cuanto a solicitudes de títulos de propiedad intelectual; Japón sigue destacado por sus importantes avances tecnológicos, pero durante los últimos años, ha perdido potencia y; Alemania es líder mundial en numero de investigadores por cada 1000 habitantes.

³⁶ Con base en OECD.

5. Conclusiones del capítulo II

Se destaca un cambio en la estructura productiva e industrial de México, pues, se reemplazó el esquema de crecimiento de la industria basado en el mercado interno mediante una política industrial orientada a proteger y fortalecer el sector externo desde finales de la década de los ochenta en México.

En respuesta a ello, la industria manufacturera tomó mayor peso y ha experimentado un cambio estructural durante 2007 y 2019, dejando a un lado industrias ligeras como la alimentaria, farmacéutica (con un alto grado de tecnología) y agrícola. En relación con ello, la caída de industrias ligeras no responde necesariamente a un aumento en industrias con mayores grados de incorporación tecnológica, pues, se le dio paso a la potente industria automotriz clasificada con un grado medio de tecnología.

En este sentido, el cambio de estructura detonó en pérdida de empleos y en balanzas comerciales deficitarias. Estos resultados convergen con problemas nacionales estructurales de gran envergadura, particularmente, en el sector de la petroquímica. El presupuesto público y la caída de la producción de petróleo -a pesar del general aumento en la demanda- son hoy en día un problema arraigado en la economía y en las finanzas públicas nacionales.

Simultáneamente, se observan algunas externalidades negativas que han afectado el ciclo de la industria farmacéutica, líder en desarrollo de conocimiento, pues, si bien las patentes pueden ser una estrategia de desarrollo, las patentes a manos de extranjeros se convierten en barreras a la entrada que impactan negativamente en los grados de inversión en innovación. Así mismo, se cumple la trampa de la pobreza de Nurkse (1969) en el sentido en que los bajos niveles de ahorro privado propician bajos niveles de inversión.

En contraste, las industrias más dinámicas del aparato productivo nacional con tasas de crecimiento promedio entre 2007 y 2019 mayores a la media nacional, coinciden con altos grados de tecnología. Estas industrias son: fabricación de equipo aeroespacial; equipo ferroviario; de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico; y fabricación de maquinaria y equipo para la industria en general.

El análisis detallado por industria permite arribar a tres importantes conclusiones. Las industrias tecnológicas en México:

- Crean empleos formales y calificados mediante la especialización

- Ayudan a mejorar el desarrollo y la calidad de vida
- Propician la creación de centros educativos
- Detonan proyectos de infraestructura productiva y social

Es evidente que se necesita desarrollar una industria tecnológica de contenido nacional que potencialice el dinamismo que actualmente están experimentando los sectores aeroespacial, ferroviario, naval y mecánico. Al mismo tiempo que surgen oportunidades para las industrias ligeras, sobretodo en la industria del hierro y el acero, pues, el ya vigente Tratado de Libre Comercio: Estados Unidos, México y Canadá (T-MEC) dota a la industria metalmeccánica de exportación de una importante ventaja comparativa sobre las reglas de origen del acero³⁷.

El papel que desempeñen los agentes en las industrias metalmeccánica y automotriz en los próximos años, puede ayudar a mejorar la incorporación tecnológica y aminorar las desigualdades, o a mantener el estancado nivel de desarrollo del conocimiento.

Contrastando el capítulo I, la evidencia sugiere que la apropiación del conocimiento no ha propiciado un mayor desarrollo económico. En este sentido se demuestra que son las economías desarrolladas las que concentran las ventajas del progreso tecnológico profundizando el deterioro de los términos de intercambio.

Estados Unidos, China, Japón y Alemania son los países con mayor propensión al gasto en investigación y desarrollo como valor monetario y como valor relativo ponderado por el PIB. A pesar de las divergencias en el tamaño del PIB, México está lejos -aún- de figurar como un actor clave en el desarrollo de conocimiento, pues, no invierte en ello. Esta dinámica continúa, acentúa la dependencia de la inversión extranjera, quienes en su lógica de diversificación de la producción, incorporan las innovaciones al producto nacional, pero generalmente no homogenizan el conocimiento.

³⁷ T-MEC, artículo 4-b.6: “Un vehículo de pasajeros, camión ligero, o camión pesado, es originario solamente si, durante el año previo, (el productor certifica que) al menos el 70% de las compras de acero del productor del vehículo en América del Norte y las compras de aluminio del productor del vehículo en América del Norte, son originarias” (SE, 2020).

CAPÍTULO III

“Un estudio econométrico de la relación entre los sectores de (I+D+i) con el Producto Interno Bruto de México.”

Este capítulo busca analizar el comportamiento del Producto Interno Bruto (PIB) de México respecto a las variables número de investigadores, patentes otorgadas a titulares mexicanos y el valor de la producción de las industrias tecnológicas con mayor dinamismo.

Antes de comenzar con la especificación del modelo se realizó una búsqueda de trabajos econométricos que abordan esta problemática con la intención de enriquecer el presente trabajo y dotar al lector de diversas consultas.

En la segunda parte se presenta la hipótesis del modelo que converge con la hipótesis general de este trabajo. Durante los apartados tres y cuatro, de manera puntual se detalla la metodología econométrica y el análisis estadístico preliminar. Posteriormente, se evalúa el análisis de series de tiempo para continuar con la adecuación estadística que incluye la revisión de los supuestos de regresión lineal a lo largo de los apartados cinco y seis.

Finalmente, en el apartado siete se encuentra el análisis de cointegración. Hasta este punto cuando se estudia si una función es dependiente o independiente, se pueden considerar dos criterios: el de Granger y Newbold (1974) y el criterio de Soren Johansen (2014); sin embargo, el enfoque de Johansen considera que en algún momento todas las series son convergentes, característica que contrasta seriamente con los resultados de las características de la manufactura mexicana a lo largo del desarrollo del capítulo II, por lo que este trabajo realiza un análisis de cointegración siguiendo la metodología de Granger y Newbold (1974), generando una estimación de la serie de tiempo diferenciada.

Se muestran los resultados de una combinación lineal de los vectores correspondientes a las variables independientes por un vector alfa de cointegración en relación con el comportamiento de los errores μ_t , mediante la prueba de raíces unitarias.

Con ello, la última parte del capítulo presenta las conclusiones preliminares del modelo.

3.1 Revisión de la literatura

Para México, existen trabajos que abordan los temas de (I+D+i) de forma estadística e incluso econométrica, como el de Velázquez y Salgado (2016), que incorporan un análisis del crecimiento económico en México mediante la dinámica de la innovación tecnológica; realizan un modelo en panel con MCO y efectúan también un modelo panel con Efectos fijos (EF) y Efectos Aleatorios (EA), concluyendo que, con base en la evidencia, se afirma categóricamente que, un efecto negativo de la débil inversión en ciencia y tecnología es la relación negativa que tiene el gasto federal en ciencia y tecnología con el PIB en el ejercicio a primeras instancias. Esto se debe principalmente a la pequeña proporción del Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación (gfcyt) conforme al PIB.

El trabajo de Costa María Teresa, Néstor Duch, Josep Lladós (2000), quienes analizan los determinantes de la innovación y efectos sobre la competitividad: el caso de las empresas textiles, utilizando un modelo probit. Obteniendo que, a medida que avance la complejidad del mercado, el análisis sobre los factores de competitividad deberá descender probablemente hasta el nivel de empresa -es decir, a nivel micro-, ya que será más trascendente el diseño y la comercialización que el producto en sí mismo como consecuencia directa de su capacidad de innovación.

Existen también otros trabajos como los de Morales y Díaz en Política de cti en México; perspectiva ante el nuevo Plan Nacional de Desarrollo (2019); CTI, UNAM (2018) hacia la consolidación y desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación; el trabajo de Capdevielle, M. (2003) sobre la composición tecnológica de la industria manufacturera mexicana; o la comparación de Licona y Rangel (2018) de la inversión en investigación y desarrollo entre Corea y México.

Sin embargo, hasta la fecha en la que se escribió este trabajo, no existe una actualización de las investigaciones, ni tampoco un análisis de los problemas principales a los que se enfrentan los sectores de (I+D+i).

En este sentido y en cohesión con los objetivos generales de este trabajo, se plantea una hipótesis particular para el capítulo III, con fines de lograr una correcta metodología, así como de lograr conclusiones preliminares que enriquezcan al trabajo.

3.2 Hipótesis

H0= El comportamiento de los sectores de (I+D+i) han contribuido al estancamiento del crecimiento económico del país, dados los bajos resultados obtenidos en invención tecnológica y registro de patentes.

Ha= El comportamiento de los sectores de (I+D+i) ha contribuido al crecimiento económico del país, dados los altos resultados obtenidos en invención tecnológica y registro de patentes.

3.3 Metodología econométrica

Para comprobar el aporte de los sectores de (I+D+i) al crecimiento económico, utilizaremos un modelo en panel con MCO.

El modelo clásico de regresión lineal mediante mínimos cuadrados, relacionando datos de corte transversal durante un periodo determinado. De forma general el modelo que se estima es el siguiente:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \dots + \mu_t$$

Dónde:

t es el periodo de las variables, y

μ_t es el error

En nuestro caso, las variables estudiadas son: *PIB de México*; el valor de la producción de las industrias ligadas a alta tecnología, investigación y desarrollo, las cuales son resultado del trabajo realizado a lo largo del capítulo II mediante el análisis de la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), tomando en consideración las tasas de crecimiento promedio del valor de la producción de enero 2007 a enero 2019: *aeroespacial, ferroviaria,*

fabricación de motores de combustión, instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico, así como también de maquinaria para la industria en general; patentes otorgadas a nacionales y; el número de investigadores vigentes.

De tal forma que la especificación del modelo es:

$$\text{PIB}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Aeroespacial}_t + \beta_2 \text{Ferroviaria}_t + \beta_3 \text{Mcombustion}_t + \beta_4 \text{MyMedico}_t + \beta_5 \text{Maquinaria}_t + \beta_6 \text{Investigadores}_t + \beta_7 \text{Patentes}_t + \mu_t$$

Dónde:

- **PIB**: Producto Interno Bruto a precios de mercado base 2013
- **Aeroespacial**: Valor de la producción de la clase correspondiente a fabricación de equipo aeroespacial.
- **Ferroviaria**: Valor de la producción de la clase correspondiente a fabricación de equipo ferroviario
- **Mcombustion**: Valor de la producción de la clase correspondiente a fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
- **MyMedico**: Valor de la producción de la clase correspondiente a fabricación de otros instrumentos de medición, control, navegación y equipo médico electrónico
- **Maquinaria**: Valor de la producción de la clase correspondiente a fabricación de maquinaria y equipo para industria en general.
- **Investigadores**: Numero de investigadores vigentes dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)
- **Patentes**: Patentes otorgadas a nacionales
- μ_t : Errores de la regresión

Para llevar a cabo el estudio se emplearán como principales fuentes estadísticas: Datos del Producto Interno Bruto (PIB) publicados por el Instituto de Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); el valor de la producción de las industrias manufacturas tecnológicas con base en la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera 2007-2019 (EMIM), esperando signos positivos; el numero de patentes en mano de nacionales, por medio del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), esperando signo positivo; y finalmente, el numero de investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores (SIN), nuevamente con signo positivo.

Las industrias incorporadas a la regresión se eligieron debido a que están fuertemente ligadas a la alta intensidad tecnológica, además que, representan las cinco tasas de crecimiento promedio de 2007-2009 del valor de su producción más altas respecto a todas las clases industriales.

3.4 Análisis estadístico preliminar

La información para todas las variables tiene una periodicidad trimestral de 2008/01 a 2018/04, generando una serie de 44 observaciones.

Los datos del PIB se encuentran en niveles y se usaron los datos en millones de pesos a precios de 2013. La variable de patentes representa el número de patentes otorgadas a titulares mexicanos proporcionadas por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) para el mismo periodo. Y la variable investigadores representa el número de investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores.

Para los datos correspondientes a la industria ligada a innovación y desarrollo, se elaboraron las tasas de crecimiento promedio del valor de producción de cada clase de la actividad (311110 - 339999) por mes, tomando como periodo 2007-2019. Se organizaron los resultados de mayor a menor para conocer las ramas con mayor crecimiento promedio de la industria manufacturera. Aquellas ramas que presentan las mayores tasas de crecimiento promedio del valor de su producción en la industria manufacturera 2007-2019, se caracterizan por tener altos y medios niveles de intensidad tecnológica.

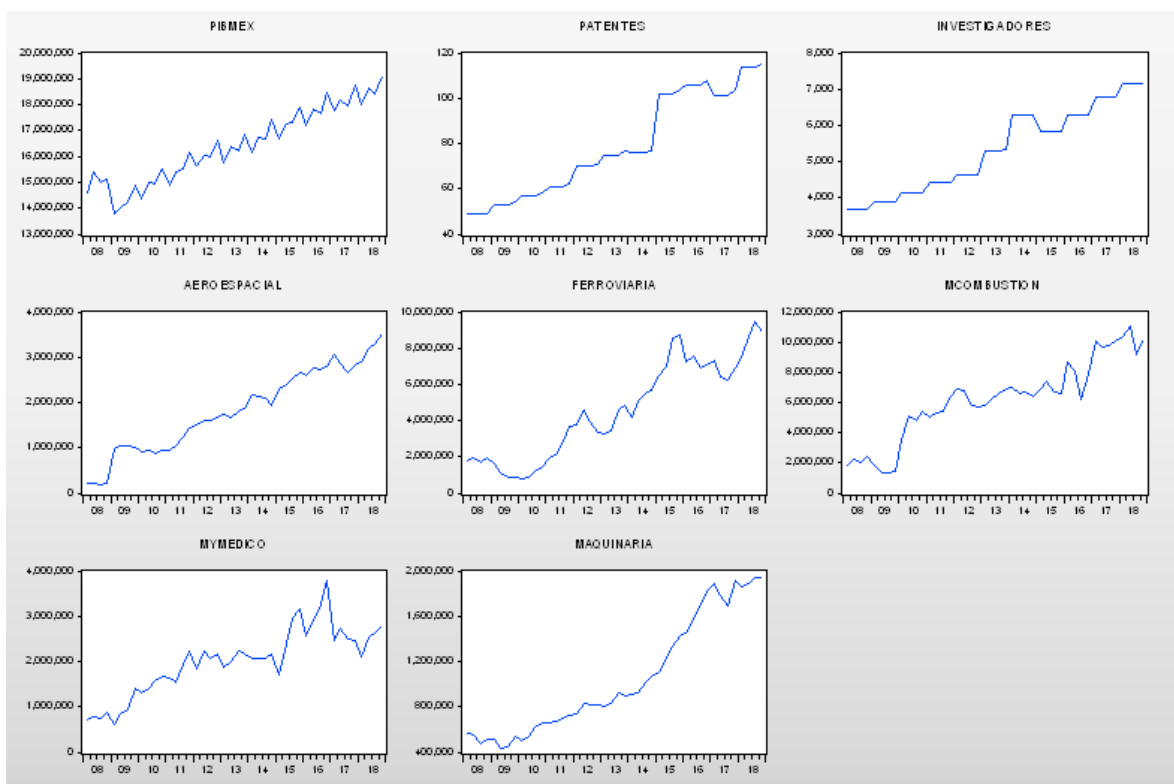
Como se abordó en el capítulo II y con el fin de estudiar la estructura industrial más ampliamente, se descontaron las clases 336310 – 336390 pertenecientes a la industria automotriz.

Posteriormente, se descontaron simultáneamente las ramas de baja intensidad tecnológica de acuerdo con la clasificación de la CEPAL para hacer énfasis en las áreas de innovación, investigación y desarrollo que están fuertemente ligadas a la intensidad tecnológica.

Dada la periodicidad de la encuesta mensual, se sumaron los resultados por trimestre y se agruparon los resultados del valor de su producción para el periodo 2008/01 a 2018/04.

Por otra parte, analizando el comportamiento de todas las variables de importancia concluimos que las variables presentan tendencia estocástica.

Gráfico I. Comportamiento estadístico de las variables



Fuente: elaboración mediante Eviews-8.

En cuanto a la tendencia, es importante mencionar que, casi todas las variables presentan una caída en el 2008 cuando se inició la crisis financiera en Estados Unidos de América. En este contexto, el financiamiento del sector tanto privado como público se debilita y es más complejo generar o dar continuación a nuevos proyectos de innovación, investigación y desarrollo.

A pesar de la tendencia positiva de las siete variables, esto no significa consecutivamente una relación entre ellas. Es por esto que, es importante realizar un ajuste a las variables para evitar ejecutar una regresión con resultados espurios.

Ante ello, es pertinente señalar que el trabajo consideró que al realizarse un estudio econométrico surge la posibilidad de inferir en errores correlacionados que aparentemente muestran un buen grado de ajuste estimado R^2 y un nivel muy bajo de Durbin Watson (1.2 - 2.5). Si no se tiene el cuidado suficiente y una adecuada especificación conforme a la ecuación de la regresión, es muy fácil producir outputs espurios, por lo que el presente trabajo evitó inferir en una regresión espuria.

En este sentido, se realizaron las pruebas de raíces unitarias para analizar el comportamiento de todas las variables y visualizar la existencia de tendencia. (Ver Anexo II). Todas las variables se comportan como I(1) con presencia de tendencia estocástica.

3.5 Análisis de Series de Tiempo

Modelo clásico de regresión lineal:

$$\text{PIB}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Aeroespacial}_t + \beta_2 \text{Ferroviaria}_t + \beta_3 \text{Mcombustion}_t + \beta_4 \text{MyMedico}_t + \beta_5 \text{Maquinaria}_t + \beta_6 \text{Investigadores}_t + \beta_7 \text{Patentes}_t + \mu_t$$

Se realizó la estimación econométrica del Producto Interno Bruto explicado por las industrias más dinámicas de alta tecnología, el numero de investigadores y las patentes otorgadas a nacionales. Esperando la significancia de todas las variables.

Se obtuvo:

$$\text{PIB}_t = 12584448.97 - 0.59 \text{Aeroespacial}_t + 0.21 \text{Ferroviaria}_t + 0.08 \text{Mcombustion}_t + 0.50 \text{MyMedico}_t + 1.34 \text{Maquinaria}_t + 346.99 \text{Investigadores}_t - 10635.41 \text{Patentes}_t + \mu_t$$

Tabla I. Estimación de la regresión

Variable	Coficiente	Estadístico t	Probabilidad
C	12584449	16.16	0.00
Aeroespacial	-0.597018	-2.03	0.049
Ferroviaria	0.210868	3.04	0.004
Mcombustion	0.086754	1.80	0.079
MyMedico	0.502316	3.38	0.001
Maquinaria	1.344549	3.67	0.000
Investigadores	346.9983	1.93	0.061
Patentes	-10635.41	-0.86	0.393

R-squared	0.9538
Durbin Watson	2.4433

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews 8.

No todas las variables resultaron estadísticamente significativas, y además, los signos correspondientes a la industria aeroespacial y patentes son negativos. Esto representaría que, ante el incremento de una unidad en la fabricación de equipo aeroespacial o en el número de patentes, el PIB se contraería.

Con el fin de mejorar los signos esperados y la adecuación del modelo, se intentaron suavizar las series para corregir los signos y la significancia estadística realizando la regresión mediante logaritmos, pero no se encontró un buen ajuste.

En el siguiente cuadro se muestran resultados eliminando la variable patentes. Asimilando los signos esperados, el coeficiente de la industria aeroespacial no se modificó, pero se logró mejorar la significancia de la variable investigadores (0.043).

$$\text{PIB}_t = 12134067.5279 - 0.712433145779 \text{ Aeroespacial}_t + 0.179121361259 \text{ Ferroviaria}_t + 0.0861158293811 \text{ Mcombustion}_t + 0.506377380613 \text{ MyMedico}_t + 11.18963331754 \text{ Maquinaria}_t + 370.326908487 \text{ Investigadores}_t + \mu_t$$

Tabla II. Estimación de la regresión eliminando la variable patentes

Variable	Coefficiente	Estadístico t	Probabilidad
C	12134068	21.08	0.00
Aeroespacial	-0.712433	-2.73	0.009
Ferroviaria	0.179121	3.07	0.004
Mcombustion	0.086116	1.79	0.080
MyMedico	0.506377	3.42	0.001
Maquinaria	1.189633	3.74	0.000
Investigadores	370.3269	2.09	0.043

R-squared	0.9528
Durbin Watson	2.4636

Fuente: elaboración propia con resultados de E-views 8

3.6 Adecuación estadística

3.6.1 Normalidad

La esperanza de los errores igual a cero.

$$\sum(\mu_t) = 0$$

Se analizó el estadístico Jaque-Bera para comprobar la normalidad de la serie.

En donde:

H₀: Normalidad

H_a: No Normalidad

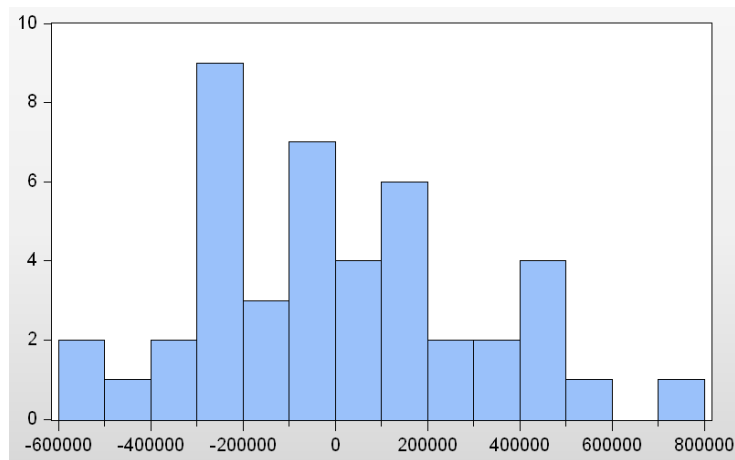
Con una probabilidad de $0.51 > 0.05$ se acepta la hipótesis nula, comprobando que la serie se comporta como una normal.

Tabla III. Normalidad

Media	-9.92e-10
Asimetría (0)	0.41
Kurtosis (3)	2.80
Jarque-Bera	1.33
Probabilidad	0.51

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews 8.

Gráfico II. Histograma de los errores



Fuente: elaboración mediante Eview-8.

3.6.2 Homoscedasticidad

Se comprobó que la varianza sea constante, es decir:

$$\text{Var}(\mu_t) = \sigma^2$$

En este caso se llevo a cabo una prueba de condicional auto-regresivo ARCH. Relacionando la varianza con la varianza en $t-1$ hasta $t-4$.

$$(\bar{\mu}_t)^2 = \alpha_1 + \alpha_2 (\bar{\mu}_{t-1})^2 + \alpha_3 (\bar{\mu}_{t-2})^2 + \dots + v_t$$

Donde: v_t es ruido blanco

ARCH

Prob. F (2,35)	0.12
Prob. Chi-Square (4)	0.12

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Dado que $0.12 > 0.05$. Hay evidencia de homoscedasticidad. Poor lo que, posteriormente, se realizó una regresión auxiliar

$$(\bar{\mu}_t)^2 = \alpha_1 + \alpha_2 \text{Aeroespacial } t + \alpha_3 \text{Ferroviaria } t + \alpha_4 \text{Mcombustion } t + \alpha_5 \text{MyMedico } t + \alpha_6 \text{Maquinaria } t + \alpha_7 \text{Investigadores } t + \alpha_8 (\text{Aeroespacial } t)^2 + \alpha_9 (\text{Ferroviaria } t)^2 + \alpha_{10} (\text{Mcombustion } t)^2 + \alpha_{11} (\text{MyMedico } t)^2 + \alpha_{12} (\text{Maquinaria } t)^2 + \alpha_{12} (\text{Investigadores } t)^2 + v_t$$

Donde: v_t es ruido blanco

WHITE

Prob. F (27,16)	0.71
Prob. Chi-Square (27)	0.56
Prob. Chi-Square (27)	0.95

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Dado que $0.71, 0.56$ y $0.95 > 0.05$, se acepta la hipótesis nula y se comprueba la varianza constante.

Breusch Pagan

Prob. F (6,37)	0.99
Prob. Chi-Square (6)	0.99
Prob. Chi-Square (6)	0.99

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Dado que $0.99 > 0.05$, se acepta la hipótesis nula y se comprueba la no heteroscedasticidad. Es decir, los estimadores mínimos cuadrados ordinarios son insesgados y consistentes

3.6.3 Ausencia de correlación serial

Se analiza la Cov ($\mu_i \mu_j$) esperando que sea cero para verificar que existe alguna relación el valor presente del error μ_t y sus valores previos μ_{t-1} .

Se evaluó la prueba Durbin-Watson para verificar la inexistencia de autocorrelación serial de primer orden.

$$\mu_t = \rho\mu_{t-1} + v_t$$

H₀: $\rho=0$, Proceso AR(1)

H_a: $\rho \neq 0$, Autocorrelación de orden 1.

Los valores críticos de la distribución Durbin-Watson a un nivel de significancia de 5%, con n variables independientes=6 y k números de observaciones =44, el rango de aceptación se encuentra entre 1.175 y 1.854.

Con un DW de 2.46 mayor al rango, existe autocorrelación de primer orden.

Se comprobó mediante la prueba Breusch-Godfrey la ausencia de relación entre los errores con tres y cuatro rezagos.

H₀: $f < 0.05$ Ausencia de autocorrelación

H_a: $f > 0.05$ Correlación

Breusch-Godfrey

Variable	Probabilidad
Residuales(-1)	0.71
Residuales(-2)	0.78
Residuales(-3)	0.01
Residuales(-4)	0.00

Prob. F (4,33)	0.0001
Prob. Chi-Square(4)	0.0002

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación dada una probabilidad < 0.05 .

Se observa autocorrelación de tercer y cuarto orden, por lo que se tomó la decisión de ajustar el modelo tomando en cuenta sus valores rezagados para explicar su comportamiento de acuerdo con el mismo trimestre del año en t-1.

Se agregó como variable un autorregresivo de orden tres AR(3), logrando corregir la autocorrelación.

Tabla IV. Regresión con proceso autorregresivo de orden tres AR(3)

Variable	Coficiente	Estadístico t	Probabilidad
C	1261425	32.5	0.000
Aeroespacial	-0.408219	-1.85	0.072
Ferroviaria	0.178879	4.50	0.000
Mcombustion	0.094777	3.13	0.003
MyMedico	0.339253	3.49	0.001
Maquinaria	0.889986	4.85	0.000
Investigadores	351.8167	2.95	0.005
AR(3)	-0.630954	-4.74	0.000

R-squared	0.9714
Durbin Watson	1.8920

Fuente: elaboración propia con base con resultados de Eviews-8.

Al incorporar el autorregresivo de tercer orden se hizo significativa la variable Mcombustion en (0.003), sin embargo, la industria aeroespacial que ya presentaba signo no esperado pero significativo, dejó de serlo.

La estadístico Durbin Watson presentó un resultado de 1.89, logrando entrar en el rango de aceptación de 1.120 y 1.924 correspondientes a los valores críticos de la distribución Durbin-Watson a un nivel de significancia de 5%, con n variables independientes=7 y k números de observaciones =41.

Se acepta la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación serial de primer orden y posteriormente se realiza nuevamente la prueba Breusch-Godfrey.

Breusch-Godfrey

Prob. F (4,33)	0.3627
Prob. Chi-Square(4)	0.2729

Fuente: elaboración propia con base con resultados de Eviews-8.

Se acepta la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación dada una probabilidad > 0.05. No obstante, más adelante se realizará análisis de cointegración.

3.6.4 Correlación

Analizamos en una primera fase, la causalidad de las variables. Esperando que las variables independientes causen al PIB, pero el PIB no cause a las variables aeroespacial, ferroviaria, Mcombustion, Mymedico, maquinaria e investigadores.

Es decir, que no existe una relación entre el error de la regresión y las variables explicativas.

$$\text{Cov (aeroespacial, } \mu_t) = 0$$

$$\text{Cov (ferroviaria, } \mu_t) = 0$$

$$\text{Cov (Mcombustion, } \mu_t) = 0$$

$$\text{Cov (Mymedico, } \mu_t) = 0$$

$$\text{Cov (Maquinaria, } \mu_t) = 0$$

$$\text{Cov (Investigadores, } \mu_t) = 0$$

Para analizar la correlación de las variables es necesario analizar el concepto de exogeneidad y exogeneidad en el sentido de Granger (1969):

H₀: La variable independiente no causa en el sentido de Granger a la variable dependiente

H_a: La variable independiente causa en el sentido de Granger a la variable dependiente.

Tomamos como base un proceso univariante estacionario y suponemos que:

$$E(\mu_t)=0$$

$$E(\mu_t)^2=\sigma^2$$

$$[E(\mu_t, \mu_{t-i})=0]$$

Realizamos la especificación de los modelos condicionales:

$$\text{Aeroespacial} = \beta_0 + \beta_1 \text{Aeroespacial}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_t + \mu_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Ferroviaria} = \beta_0 + \beta_1 \text{Ferroviaria}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_t + \mu_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Mcombustion} = \beta_0 + \beta_1 \text{Mcombustion}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_t + \mu_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Mymedico} = \beta_0 + \beta_1 \text{Mymedico}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_t + \mu_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Maquinaria} = \beta_0 + \beta_1 \text{Maquinaria}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_t + \mu_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Investigadores} = \beta_0 + \beta_1 \text{Investigadores}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_t + \mu_t$$

$$\beta_2=0$$

En donde los términos de error de cada variable independiente se comportan como una normal.

Obtuvimos:

Tabla V. Modelo condicional

Modelo condicional	Coefficientes $\beta_2=0$ en relación al PIB en t	Probabilidad
Aeroespacial	0.026160	0.5970
Ferroviaria	0.464266	0.0056
Mcombustion	0.465349	0.0190
Mymedico	0.212931	0.0006
Maquinaria	0.060324	0.0013
Investigadores	-2.51E-05	0.7308

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Existe exogeneidad débil, los parámetros son insesgados y consistentes.

Se presentan las marginales:

$$\text{Aeroespacial} = \beta_0 + \beta_1 \text{Aeroespacial}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_{t-1} + e_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Ferroviaria} = \beta_0 + \beta_1 \text{Ferroviaria}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_{t-1} + e_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Mcombustion} = \beta_0 + \beta_1 \text{Mcombustion}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_{t-1} + e_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Mymedico} = \beta_0 + \beta_1 \text{Mymedico}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_{t-1} + e_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Maquinaria} = \beta_0 + \beta_1 \text{Maquinaria}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_{t-1} + e_t$$

$$\beta_2=0$$

$$\text{Investigadores} = \beta_0 + \beta_1 \text{Investigadores}_{t-1} + \beta_2 \text{PIB}_{t-1} + e_t$$

$$\beta_2=0$$

Resultados:

Tabla VI. Modelo marginal

Modelo marginal	Coefficientes $\beta_2=0$ en relación al PIB en $t-1$	Probabilidad
Aeroespacial	0.104918	0.0289
Ferroviaria	0.311940	0.0990
Mcombustion	0.473400	0.0228
Mymedico	0.035906	0.6447
Maquinaria	0.023079	0.2944
Investigadores	0.000209	0.0004

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Las variables Aeroespacial, Mcombustion e investigadores son no significativas. Esto significa que las perturbaciones de estas variables causan o preceden temporalmente a los valores del PIB, por lo que no son consideradas variables exógenas.

Existe exogeneidad fuerte en el sentido de Granger.

Realizando el estadístico de causalidad de Granger:

Tabla VI. Causalidad de Granger

Variable	Probabilidad
Aeroespacial	0.0211
Ferroviaria	0.4369
Mcombustion	0.6065
Mymedico	0.2695
Maquinaria	0.6770
Investigadores	0.5402
ALL	0.0011

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Se cumple la causalidad en el sentido de Granger en todas las variables, en donde la relación de las variables va en un solo sentido.

3.6.5 Linealidad del modelo

Para comprobar que los valores de los parámetros de la muestra son estables se realizó la prueba estadística Ramsey Reset test.

Valores	Probabilidad
Estadístico t	0.67
F estadístico	0.67
Likelihood ratio	0.63

Dada una probabilidad de $0.6 > 0.05$, se comprueba que existe estabilidad estructural.

3.6.6 Ausencia de colinealidad perfecta

La existencia de normalidad en los errores, exige que la matriz X de las variables independientes tenga una inversa X^{-1} . Lo que se comprueba al realizar la regresión, dado que se obtuvo la estimación del modelo mediante su matriz inversa.

Habiendo comprobado los supuestos de la regresión, se revisó la oportunidad de plantear un análisis de cointegración.

3.7 Análisis de Cointegración

Siguiendo a Granger y Newbold (1974), proseguimos a realizar una mejor estimación de la serie de tiempo dadas las variables diferenciadas, es decir, estacionarias.

Generaremos una combinación lineal de los vectores correspondientes a las variables independientes aeroespacial, ferroviaria, mcombustion, mymedico, maquinaria e investigadores, por un vector α de cointegración.

De la regresión inicial:

$$\begin{aligned}
 \text{PIB}_t = & \beta_0 + \beta_1 \text{Aeroespacial}_t + \beta_2 \text{Ferroviaria}_t + \beta_3 \text{Mcombustion}_t + \beta_4 \text{MyMedico}_t + \\
 & \beta_5 \text{Maquinaria}_t + \beta_6 \text{Investigadores}_t + \mu_t
 \end{aligned}$$

Analizamos el comportamiento de los errores μ_t , precisamente la prueba de raíces unitarias para comprobar que sean $I(1)$ no estacionarios.

Realizando la prueba Phillips Perron obtuvimos:

Probabilidad al 1, 5 y 10%	0.0000
----------------------------	--------

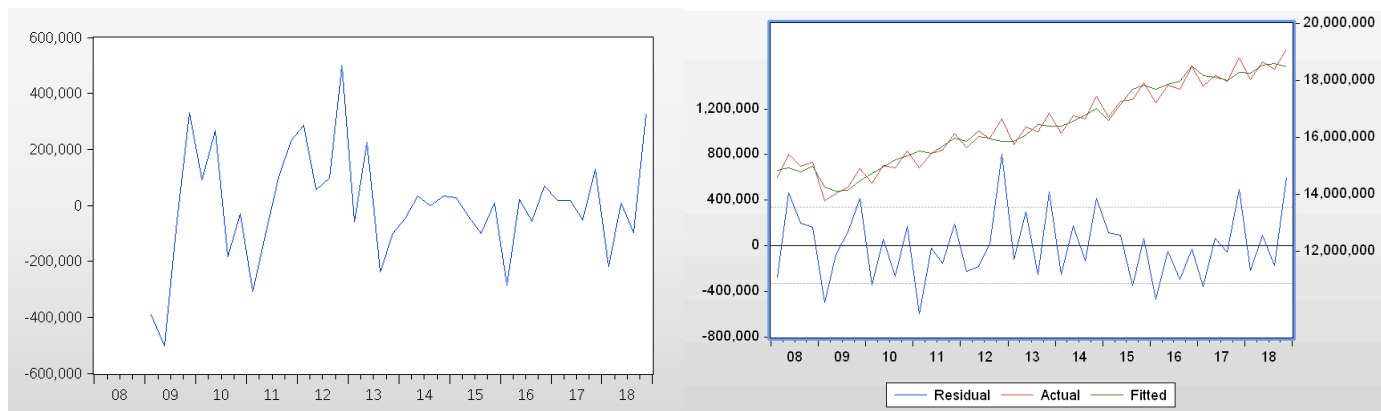
Fuente: Resultados con Eviews-8

H₀: Los residuales son I(1)

H_a: Los residuales son I(0)

Se acepta la hipótesis nula. Los residuales son no estacionarios.

Grafico III. Comportamiento de los residuales



Fuente: elaboración mediante Eviews-8.

Proseguimos a realizar la combinación lineal de los residuales con los valores estimados:

$$\bar{\beta}_t = \text{PIB}_t - \bar{\beta}_0 - \bar{\beta}_1 \text{Aeroespacial } t + \bar{\beta}_2 \text{ Ferroviana } t + \bar{\beta}_3 \text{ Mcombustion } t + \bar{\beta}_4 \text{ MyMedico } t + \bar{\beta}_5 \text{ Maquinaria } t + \bar{\beta}_6 \text{ Investigadores } t$$

Utilizando el modelo mediante corrección del error:

$$\text{PIB-logPIB}(-4) = \beta_0 + \beta_1 \text{ Aeroespacial } t - \text{Aeroespacial } t(-4) + \beta_2 \text{ Ferroviana } t - \text{Ferroviana } t(-4) + \beta_3 \text{ Mcombustion } t - \text{Mcombustion } t(-4) + \beta_4 \text{ MyMedico } t - \text{log MyMedico } t(-4) + \beta_5 \text{ Maquinaria } t - \text{Maquinaria } t(-4) + \beta_6 \text{ Investigadores } t - \text{Investigadores } t(-4) + \text{Desv}\mu_t$$

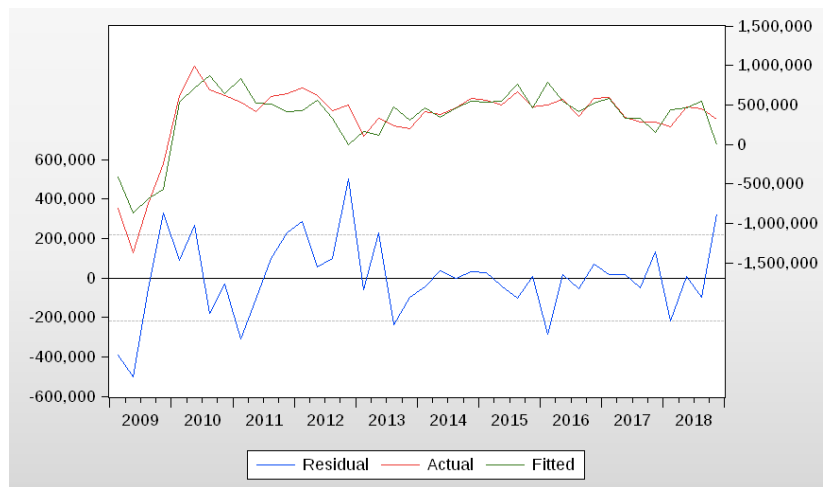
Tabla VIII. Resultados de la regresión de cointegración

Variable	Coefficiente	Estadístico t	Probabilidad
C	183969.0	1.84	0.0742
<i>Aeroespacial</i> t - <i>Aeroespacial</i> $t(-4)$	-0.845317	-5.15	0.0000
<i>Ferroviaria</i> t - <i>Ferroviaria</i> $t(-4)$	0.163573	5.47	0.0000
<i>Mcombustion</i> t - <i>Mcombustion</i> $t(-4)$	0.044958	1.37	0.1788
<i>MyMedico</i> t - <i>MyMedico</i> $t(-4)$	0.226380	2.41	0.0217
<i>Maquinaria</i> t - <i>Maquinaria</i> $t(-4)$	1.063245	3.6	0.0010
<i>Investigadores</i> t - <i>Investigadores</i> $t(-4)$	249.1818	2.15	0.0386
Desvμ_t (-4)	-0.286741	-2.37	0.0238

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Los residuales mejoraron notablemente como se puede apreciar en el gráfico IV:

Gráfico IV. Comportamiento de los residuales con ajuste del modelo



Fuente: elaboración mediante Eviews-8.

En contraste, con el modelo suavizado:

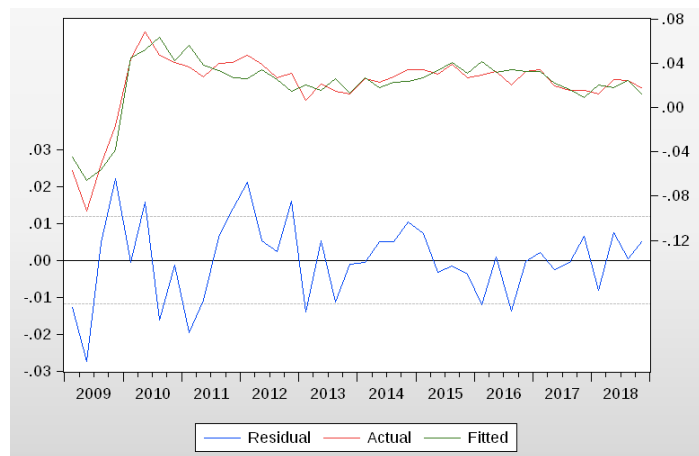
$$\log \text{PIB} - \log \text{PIB}(-4) = \beta_0 + \beta_1 \log \text{Aeroespacial } t - \log \text{Aeroespacial } t(-4) + \beta_2 \log \text{Ferroviaria } t - \log \text{Ferroviaria } t(-4) + \beta_3 \log \text{Mcombustion } t - \log \text{Mcombustion } t(-4) + \beta_4 \log \text{MyMedico } t - \log \text{MyMedico } t(-4) + \beta_5 \log \text{Maquinaria } t - \log \text{Maquinaria } t(-4) + \beta_6 \log \text{Investigadores } t - \log \text{Investigadores } t(-4) + \text{Desv} \mu_t$$

Tabla IX. Resultados de la regresión suavizada

Variable	Coefficiente	Estadístico t	Probabilidad
C	0.018290	3.15	0.0034
$\log Aeroespacial_t - \log Aeroespacial_{t(-4)}$	-0.038996	-5.88	0.0000
$\log Ferroviaria_t - \log Ferroviaria_{t(-4)}$	0.011444	2.23	0.0329
$\log Mcombustion_t - \log Mcombustion_{t(-4)}$	0.003391	0.53	0.5996
$\log MyMedico_t - \log MyMedico_{t(-4)}$	0.031352	2.98	0.0054
$\log Maquinaria_t - \log Maquinaria_{t(-4)}$	0.049303	2.01	0.0523
$\log Investigadores_t - \log Investigadores_{t(-4)}$	0.014274	0.40	0.6886
$Desv\mu_t(-4)$	-1.39E-08	-2.17	0.0368

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Gráfico V. Comportamiento de los residuales con ajuste del modelo de las variables suavizadas



Fuente: elaboración mediante Eviews-8.

3.8 Conclusiones del capítulo III

Se obtuvo un modelo cointegrado balanceado y con base en la evidencia empírica (Tabla, VII. Resultados de la regresión de cointegración), los outputs obtenidos indican que existe un impacto positivo entre las variables tecnológicas de innovación, investigación y desarrollo en el débil crecimiento económico de México. Principalmente por el *numero de investigadores* y el *valor de la producción de la fabricación de maquinaria y equipo para la industria en general*.

En cuanto a la especificación del modelo, se tuvo que eliminar la variable patentes otorgadas a nacionales, resultado que converge con la necesidad de mejorar la capacidad productiva en cuanto a innovaciones.

Utilizando el mecanismo de corrección de errores, los datos muestran una corrección en casi cuatro trimestres, es decir, un año.

Contrastando la hipótesis del modelo, se acepta la hipótesis nula y se infiere que el comportamiento de los sectores de (I+D+i) han contribuido al estancamiento del crecimiento económico del país, dados los bajos resultados obtenidos en invención tecnológica y registro de patentes. En primera parte, los resultados del impacto de estos sectores resultaron positivos al crecimiento obteniendo los signos esperados. Esto da cuenta de la real aportación de los sectores al crecimiento, sin embargo, las variables obtuvieron muy bajos coeficientes de relación debido al problema estructural de estos sectores en México, pues como apunta el capítulo I y II, las economías en desarrollo tienden a presentar bajos niveles de innovación en su estructura productiva cumpliéndose así el deterioro de los términos de intercambio que en consecuencia explican el estancamiento de la actividad económica nacional.

4. Conclusiones generales

El aporte que la ciencia, la tecnología y la investigación le dan al crecimiento económico ha sido estudiado por diferentes economistas desde 1911. Han pasado más de cien años y, sin embargo, muchos de los supuestos teóricos clásicos se alejan mucho de las características de países emergentes, dejando del lado el estudio de estos sectores en estructuras semejantes a naciones en vías de desarrollo.

Schumpeter (1911) aseveraba que los factores inmateriales son los decisivos en el desarrollo económico, incorporó factores cruciales a la función de producción en donde introdujo nuevas variables a la esfera económica neoclásica como lo es el: “desenvolvimiento económico” mediante dos factores: T (tecnología e innovación) y ASC (aspectos socio-culturales). Su análisis avanza el estudio de la ciencia económica hacia una comprensión multidisciplinaria en la que se acepta la dependencia de variables cualitativas para el crecimiento económico. De ahí se puede señalar que los aspectos socio-culturales divergen conforme a la naturaleza del diverso planeta en el que vivimos.

Schumpeter afirmaba que los ASC generan “un cambio espontáneo y discontinuo en los cauces de la corriente, alteraciones del equilibrio, que desplazan siempre el estado de equilibrio existente con anterioridad” (Schumpeter, 1944, p.75). No obstante, estos cambios serán diferentes dependiendo de las estructuras sociales y culturales de los países. De ahí se puede sostener la disparidad de resultados en cuanto al desarrollo y crecimiento económico de las naciones.

En un país en vías de desarrollo donde la volatilidad política, cultural, social y económica influye en los estímulos de las fuerzas inmateriales, el crecimiento se verá afectado de manera negativa, pues las innovaciones no forman parte del plan dinamizador de la economía, a diferencia de los países desarrollados donde los ASC convergen al desenvolvimiento económico mediante transformaciones decisivas en la sociedad y en la producción.

La falta de políticas que promuevan e incentiven a los sectores dedicados a innovación y desarrollo tecnológico imposibilitan un mayor y creciente dinamismo económico en países no desarrollados. Las diferencias estructurales entre naciones como lo plantea Raúl Prebisch (1949) se reflejan, incluso, en los modelos clásicos; por ejemplo, en el modelo de Solow (1956) un ahorro no constante derivado de las diferencias en las características socio-culturales de los países en vías de desarrollo donde se cumple la trampa de la pobreza de

Nurkse (1969) en el sentido en que los bajos niveles de ahorro privado propician bajos niveles de inversión, causarían un producto marginal decreciente y en el modelo de Raúl Prebisch (1949) se puede demostrar que las naciones periféricas suelen tener problemas para lograr una industrialización propia y no dependiente de relaciones y lazos en el exterior.

Distintos son los autores que apuntan a la importancia de los procesos de industrialización como mecanismo vital para el desarrollo; Prebisch (1949), CEPAL (1951), Kuznets (1953), Sen (1988), Myrdall (1974), las Naciones Unidas (2000), entre otros.

En este trabajo se identificaron tres características principales que pueden explicar las divergencias en los procesos de industrialización: la propiedad intelectual, la innovación y el desarrollo económico.

En lo que respecta a la propiedad intelectual se demostró que los países desarrollados que presentan altas tasas de crecimiento en su Producto Interno Bruto (PIB) son los países con mayor propensión al gasto en investigación y desarrollo como valor monetario y como valor relativo ponderado por el PIB. Estados Unidos, China, Japón y Alemania figuran en los primeros lugares, mientras los países periféricos muestran dinámicas muy diferentes.

Se comprueba que las economías en desarrollo tienden a presentar bajos niveles de innovación en su estructura productiva cumpliéndose así el deterioro de los términos de intercambio que en consecuencia explican el estancamiento de la actividad económica nacional.

Por tanto, la hipótesis de este trabajo se confirma; los sectores económicos en los cuáles exista una alta relación de actividades ligadas a (I+D+i) son determinantes para el crecimiento económico de un país, ya que, sólo de esa forma una nación en vías de desarrollo puede romper la relación centro-periferia que tiene con países desarrollados e industrializados evitando que se cumpla la teoría sobre el deterioro de los términos de intercambio, ofreciendo productos con alto valor agregado.

Al inicio de esta investigación se plantearon una serie de preguntas:

- ¿Los sectores de I+D+i en el caso de México aportan positivamente al crecimiento económico?
- ¿Cuáles son estos sectores?

En México, existen industrias orientadas a los sectores de innovación y desarrollo que cumplen los supuestos de Solow (1956), pues se demostró que: i) crean empleos formales

y calificados mediante la especialización; ii) ayudan a mejorar el desarrollo y la calidad de vida; iii) propician la creación de centros educativos y; detonan proyectos de infraestructura productiva y social. Sin embargo, debido a las desiguales características estructurales, poco es el impacto que tienen sobre el crecimiento económico, pues mucho es el potencial que se tiene, pero bajo es su fomento.

Las industrias más dinámicas del aparato productivo nacional con tasas de crecimiento promedio entre 2007 y 2019 mayores a la media nacional, coinciden con altos grados de tecnología. Estas industrias son: fabricación de equipo aeroespacial; equipo ferroviario; de otros instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico; y fabricación de maquinaria y equipo para la industria en general.

Los resultados del impacto de estos sectores resultaron positivos al crecimiento económico obteniendo relaciones positivas, sin embargo, las variables obtuvieron muy bajos coeficientes de relación, de esta manera se constatan los problemas estructurales dentro de la dinámica productiva e industrial en México cumpliéndose así la teoría centro-periferia desarrollado por Prebisch (1949).

En México existe un impacto positivo entre las variables tecnológicas de innovación, investigación y desarrollo al crecimiento económico y se comprobó la gran aportación impulsada, principalmente, por el número de investigadores y el valor de la producción de la fabricación de maquinaria y equipo para la industria en general.

Los datos disponibles permitieron llegar a resultados coincidentes con la hipótesis de este trabajo, empero, existieron algunas dificultades para recabar series estadísticas sin cortes.

Para los indicadores que facilitaron realizar una comparación internacional entre el gasto en investigación y desarrollo e investigación y desarrollo como porcentaje del PIB por país; el Consejo Nacional de Ciencias de Estados Unidos fue la fuente que proporcionó las series más completas, no obstante, a la fecha en la que se realizó esta investigación, los datos más recientes se encontraban muy rezagados respecto al año de estudio.

La periodicidad de la información fue una barrera para el análisis en este trabajo. Se hizo un esfuerzo por recabar toda la información posible con una periodicidad trimestral de 2008/01 a 2018/04. Los datos del PIB se utilizaron en niveles y en millones de pesos a precios de 2013 publicadas por el INEGI, sin embargo, en el caso del número de patentes otorgadas a titulares mexicanos proporcionadas por el Instituto Mexicano de la Propiedad

Industrial (IMPI) y el número de investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores se segmentó la información anualizada en trimestres.

En cuanto a los datos correspondientes a la industria ligada a innovación y desarrollo, se elaboraron las tasas de crecimiento promedio del valor de producción de cada clase de la actividad (311110 - 339999) por mes y dada la periodicidad de la encuesta mensual se sumaron los resultados por trimestre y se agruparon los resultados del valor de su producción para el periodo 2008/01 a 2018/04.

Será importante que las instituciones encargadas de recabar información estadística se interesen más por construir indicadores ligados a los procesos industriales, científicos y tecnológicos.

Propuesta de política pública

En la controversia Estado vs Mercado es posible diseñar políticas públicas que impulsen el desarrollo. Como lo menciona el Banco Mundial (World Bank, 1997)³⁸ el Estado y el mercado son complementarios; por lo que el Estado es necesario para establecer bases institucionales apropiadas. En este caso, el Estado debe instaurar los cimientos en favor al desarrollo tecnológico y en fomento a los mercados completos y competitivos a los que respondan los emprendedores con inversión y creación de empleo, lo que Schumpeter llamaría “fuerzas inmateriales”.

Más aún, si se aborda la ciencia como un derecho humano reconocido en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos³⁹, es elemental e insustituible orientar el fortalecimiento de la comunidad científica y la generación de conocimiento a la búsqueda de soluciones a los grandes problemas nacionales.

Como lo apuntaba Lechner (1992) el objetivo de las economías latinoamericanas debe ser buscar una inserción competitiva en los campos más dinámicos del mercado mundial.

La política industrial es una herramienta vital para fortalecer el aparato productivo asociado al desarrollo del mercado interno.

³⁸ World Bank (1997), *The State in a Changing World*, New York: Oxford University.

³⁹ ONU (1948), *Declaración Universal de los Derechos Humanos*, Paris.

En este sentido, Cabello, Alejandra, & Ortiz, Edgar (2013) identifican una serie de políticas públicas prioritarias que impulsan la innovación tecnológica y el desarrollo, de las cuáles en este trabajo se retoman:

1. Apoyo al desarrollo de clusters de desarrollo industrial y tecnológico.
2. Apoyo a la vinculación de la pequeña y mediana empresa con las actividades de las grandes empresas.
3. Mejorar la infraestructura para el desarrollo de los mercados reales y financieros en lo que se refiere a centrales de distribución, vialidad, medios de comunicación, etcétera.
4. Fomento del emprendurismo y su financiamiento mediante instituciones especializadas que apoyen a las pequeñas y medianas empresas.
5. Mejoramiento de las instituciones para promover la competencia y el desarrollo de mercados.
6. Provisión "por adelantado" de nuevas tecnologías para la producción, las comunicaciones y la penetración de mercados nacionales e internacionales.
7. Promoción de un desarrollo social y regional equitativo, que a su vez abra oportunidades de empleo e inversión inhibidos por la desigualdad en el ingreso, bajo desarrollo del mercado interno por falta de una clase media amplia que cuente con un ingreso digno.
8. Fortalecimiento de la educación en todos sus niveles, así como de la educación continua.
9. Impulso a la investigación de frontera⁴⁰ en las universidades públicas.

Mismas a las cuales dentro de esta investigación se incorporan:

10. Construir una sólida proveeduría nacional con encadenamientos productivos hacia delante y atrás, lo que permite integrar cadenas productivas locales y globales, tanto en proveedores, ensambladores y distintos servicios de comunicación e innovación.
11. Creación de un centro de Innovación Industrial con el objetivo de aprovechar las condiciones establecidas en nuestros tratados comerciales y en la posición de las industrias mexicanas a nivel global.
12. Incentivar proyectos industriales de desarrollo tecnológico a largo plazo tomando en cuenta la competencia mundial y los nichos de producción, servicios y comercio con una visión integral en las regiones más rezagadas del país
13. Evaluación de impacto de los proyectos tecnológicos y de las políticas gubernamentales

Dentro de la administración pública existen diversas oportunidades para llevar a cabo pautas en beneficio a la Innovación, Investigación y Desarrollo en la medida que promuevan un sostenible crecimiento económico nacional.

⁴⁰ Investigación de frontera se refiere a aquella que se desarrolla en los límites de la investigación científica y tecnológica para generar cambios tecnológicos y de conocimiento importantes vinculados al progreso económico e industrial de cualquier país

Las secretarías de desarrollo económico pueden colaborar sosteniendo mesas de trabajo, recabando propuestas de personas físicas y morales, financiando proyectos de fomento industrial; la secretaría de economía puede realizar mejoras regulatorias e incentivos fiscales, así como vinculación laboral; los ayuntamientos tienen la coyuntura para trabajar proactivamente con cámaras empresariales a fin de conocer y resolver sus dificultades en conjunto.

En un seguimiento a esta investigación se disgregarían los sectores industriales para conocer su especialización respecto a las demás clases industriales, el nivel de sus encadenamientos productivos y, por ende, sus oportunidades. Este trabajo a futuro permite atender niveles más desagregados como lo son: entidad federativa, ciudad y municipio.

Anexos

Anexo I. Grupos de productos de acuerdo con su intensidad tecnológica

GRUPOS DE PRODUCTOS DE ACUERDO CON SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA	
Clasificación Uniforme del Comercio Internacional (CUCI) Revisión 3	
Código	ALTO nivel tecnológico
541	Productos medicinales y farmacéuticos, excepto los medicamentos del grupo
542	Medicamentos (incluso medicamentos veterinarios)
751	Máquinas de oficina
752	Máquinas de procesamiento automático de datos y sus unidades; lectores magnéticos u ópticos; máquinas para transcripción de datos sobre materiales de grabación en forma codificada y máquinas para el procesamiento de tales datos no especificados no incluidos en otra parte.
759	Partes y piezas y accesorios (excepto cubiertas, cajas, de transporte y elementos análogos), adecuados para usar exclusiva o principalmente con máquinas de los grupos 751 y 752
761	Receptores de televisión (incluso monitores de televisión y proyectores de televisión), combinados o no en una misma unidad con radiorreceptores o aparatos para la grabación o reproducción de señales sonoras de televisión
762	Radiorreceptores, combinados o no en una misma unidad con aparatos grabadores o reproductores de sonido o con un reloj
763	Grabadores o reproductores de sonido; grabadores o reproductores de imágenes y sonidos de televisión; materiales preparados para grabaciones
764	Equipos de telecomunicaciones, no especificados ni incluidos en otra parte (n.e.p), y sus partes y piezas, no especificadas ni incluidas en otra parte; y accesorios de los aparatos correspondientes al capítulo 76
771	Aparatos de electricidad (excepto aparatos eléctricos rotativos del grupo 716) y sus partes y piezas
772	Aparatos eléctricos para empalme, corte, protección o conexión de circuitos eléctricos (por ejemplo: interruptores, conmutadores, redes, corto circuitos, pararrayos, limitadores de voltaje, etc.
773	Equipo para distribución de electricidad, no especificado ni incluido en otra parte.
774	Aparatos eléctricos de diagnóstico para usos médicos, quirúrgicos, dentales o veterinarios, y aparatos radiológicos
776	Válvulas y tubos termiónicos, con cátodo frío o con foto cátodo (por ejemplo, válvulas y tubos de vacío o con vapores o gases, válvulas y tubos rectificadores de arco de vapor de mercurio, etc.
778	Máquinas y aparatos eléctricos, no especificado ni incluido en otra parte.
792	Aeronaves y equipo conexo; naves espaciales (incluso satélites) y vehículos de lanzamiento de naves espaciales; sus partes y piezas
871	Instrumentos y aparatos de óptica no especificados ni incluidos en otra parte
872	Instrumentos y aparatos, no especificados ni incluidos en otra parte, de medicina, cirugía, odontología o veterinaria
873	Medidores y contadores no especificados ni incluidos en otra parte
874	Instrumentos y aparatos de medición, verificación, análisis y control no especificados ni incluidos en otra parte
891	Armas y municiones

/ Continúa

Anexo I. Continuación

GRUPOS DE PRODUCTOS DE ACUERDO CON SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA Clasificación Uniforme del Comercio Internacional (CUCI) Revisión 3	
Código	MEDIO nivel tecnológico
531	Materias colorantes y lacas colorantes sintéticas u orgánicas y preparados basados en ellas
532	Extractos tintóreos y curtientes, y materiales curtientes sintéticos
533	Pigmentos, pinturas, barnices y materiales conexos
551	Aceites esenciales, materias aromatizantes y soporíferas
553	Productos de perfumería, cosméticos o preparados de tocador (excepto jabones)
554	Jabón y preparados para limpiar y pulir
591	Insecticidas, raticidas, fungicidas, herbicidas, productos antigerminantes y reguladores del crecimiento de las plantas, desinfectantes y productos análogos, presentados en formas o envases
592	Almidones, inulina y gluten de trigo; sustancias albuminoideas; colas
593	Explosivos y productos de pirotecnia
597	Aditivos preparados para aceites minerales y productos análogos; líquidos preparados para transmisiones hidráulicas; preparados anticongelantes y líquidos deshelantes preparados; preparados lubricantes
598	Productos químicos diversos, no especificado ni incluido en otra parte
621	Materiales de caucho (por ejemplo, pastas, planchas, hojas varillas, hilos y tubos de caucho)
625	Neumáticos, bandas de rodadura intercambiables, fajas de protección de lacámara de aire (flaps) y cámaras de aire para todo tipo de ruedas
629	Artículos de caucho no especificados ni incluidos en otra parte
711	Calderas generadoras de vapor de agua o de vapores de otras clases, calderas de agua sobrecalentada, y aparatos auxiliares para ellas, y sus partes y piezas no especificadas ni incluidas en otra parte
712	Turbinas de vapor de agua y de vapores de otras clases, y sus partes y piezas, no especificadas ni incluidas en otra parte
713	Motores de combustión interna, de émbolo, y sus partes y piezas, no especificados ni incluidos en otra parte
714	Máquinas y motores no eléctricos (excepto los de los grupos 712, 713 y 718); partes y piezas, no especificados ni incluidos en otra parte, de estas máquinas y motores
716	Aparatos eléctricos rotativos y sus partes y piezas no especificados ni incluidos en otra parte
718	Máquinas generadoras de potencia y sus partes y piezas, no especificadas ni incluidas en otra parte
721	Maquinaria agrícola (excepto tractores) y sus partes y piezas
722	Tractores (excepto los de los rubros 744,14 y 744,15)
723	Maquinaria y equipo de ingeniería civil y para contratistas
724	Maquinaria textil y para trabajar cueros, y sus partes, no especificado ni incluido en otra parte
725	Máquinas para fabricar papel o pulpa, cortadoras de papel y otras máquinas para fabricar artículos de papel; sus partes y piezas

/ Continúa

Anexo I. Continuación

GRUPOS DE PRODUCTOS DE ACUERDO CON SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA Clasificación Uniforme del Comercio Internacional (CUCI) Revisión 3	
Código	MEDIO nivel tecnológico
726	Máquinas para imprimir y encuadernar y sus partes y piezas
727	Máquinas para elaborar alimentos (excepto las de uso doméstico)
728	Otras máquinas y equipos especiales para determinadas industrias y sus partes y piezas, no especificado ni incluido en otra parte
731	Máquinas herramientas que trabajan por remoción de metal u otro material
733	Máquinas herramientas para trabajar metales, carburos metálicos, sinterizado o materiales metalocerámicos sin remoción de material
735	Partes y piezas, no especificadas ni incluidas en otra parte; y accesorios adecuados para usar exclusiva o principalmente con las máquinas de los rubros 731 y 733 (incluso soportes de piezas o herramientas, portadazos de apertura automática, cabezales divisorios y otros accesorios especiales para máquinas herramientas) portaherramientas para todo tipo de herramienta para trabajo manual
737	Máquinas para trabajar metales (excepto máquinas herramientas) y sus partes y piezas no especificadas ni incluidas en otra parte
741	Equipo de calefacción y refrigeración, y sus partes y piezas, no especificado ni incluido en otra parte
742	Bombas para líquidos con dispositivo de medición o sin el; elevadores de líquidos; partes y piezas de tales bombas y elevadores de líquidos
743	Bombas (excepto bombas para líquidos), compresores y ventiladores de aire u otros gases; campanas de ventilación o reciclaje con ventilador incorporado, con o sin filtros, bombas centrifugas; aparatos de filtrado o depuración; sus partes y piezas
744	Equipos mecánicos de manipulación y sus partes y piezas, no especificados ni incluidos en otra parte
745	Otras máquinas, herramientas y aparatos mecánicos, no eléctricos, y sus partes y piezas, no especificados ni incluidos en otra parte
746	Bolas y ruedas de rodamientos
747	Grifos, llaves, válvulas y accesorios análogos para tuberías, calderas, tanques, cubas y recipientes análogos (incluso válvulas reductoras de presión y válvulas controladas termostáticamente)
748	Árboles de transmisión (incluso árboles de levas y cigüeñales y manivelas); cajas de cojinetes y cojinetes simples para ejes; engranajes y trenes de engranajes; tomillos de transmisión con bolas circulantes (tomillos de bolas); cajas de engranajes y otros reductores, multiplicadores y variadores de velocidad (incluso convertidores de cupla); volantes y poleas (incluso cuadernales); embragues y acoplamientos de árboles y acoplamiento de árboles (incluso uniones universales); y sus partes y piezas
749	Partes y accesorios no eléctricos de maquinas no especificados ni incluidos en otra parte
781	Automóviles y otros vehículos automotores diseñados principalmente para el transporte de personas (excepto vehículos del tipo utilizado para transporte público,) incluso camionetas y automóviles de carrera

/ Continúa

Anexo I. Continuación

GRUPOS DE PRODUCTOS DE ACUERDO CON SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA Clasificación Uniforme del Comercio Internacional (CUCI) Revisión 3	
Código	MEDIO nivel tecnológico
782	Vehículos automotores para el transporte de mercancías y vehículos automotores para usos especiales
783	Vehículos automotores de carretera, no especificados ni incluidos en otra parte
784	Partes, piezas y accesorios de los automotores de los grupos 722, 781, 782 y 783
785	Motocicletas (incluso velomotores) y velocípedos, con motor o sin el; sillones de ruedas para inválidos
786	Remolques y semirremolques; otros vehículos, sin propulsión mecánica; contenedores especialmente diseñados y equipados para transporte
791	Vehículos para ferrocarriles (incluso aerotrenes (hovertrains)) y equipo conexo
881	Aparatos y equipos fotográficos, no especificados ni incluidos en otra parte
882	Materiales fotográficos y cinematográficos
883	Películas cinematográficas impresionadas y reveladas, que tengan o no banda de sonido o que consistan solamente en impresión de sonido
884	Artículos de óptica, no especificados ni incluidos en otra parte
885	Relojes
Código	BAJO nivel tecnológico
571	Polímeros de etileno, en formas primarias
572	Polímeros de estireno, en formas primarias
573	Polímeros de cloruro de vinilo o de otras definas halogenadas, en formas primarias
574	Poliacetales, otros poliéteres y resinas epoxídicas, en formas primarias; policarbonatos, resinas alquídicas y otros poliésteres en formas primarias
575	Otros plásticos en formas primarias
579	Desperdicios, recortes y desechos de plásticos
581	Tubos, caños y mangueras de plásticos
582	Planchas, hojas, películas, cintas y tiras de plásticos
583	Monofilamentos cualquiera de cuyas dimensiones transversales sea superior a 1mm, varillas, bastones y perfiles, tratados o no en su superficie pero no tratados en otra forma, de plásticos
611	Cuero
612	Manufacturas de cuero natural o sintético, no especificado ni incluido en otra parte; artículos de talabartería y guarnicionería.
613	Pieles finas curtidas o adobadas (incluso cabezas, colas, patas y otras piezas o recortes), ensamblados o sin ensamblar (sin agregados de otros materiales), excepto las del rubro 848,3
651	Hilados de fibra textil
652	Tejidos de algodón (excepto tejidos estrechos o especiales)
653	Tejidos de materias textiles manufacturadas (excepto tejidos estrechos o especiales)
654	Otros tejidos de fibras textiles

/ Continúa

Anexo I. Continuación

GRUPOS DE PRODUCTOS DE ACUERDO CON SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA Clasificación Uniforme del Comercio Internacional (CUCI) Revisión 3	
Código	BAJO nivel tecnológico
656	Tejidos de punto o ganchillo (incluso tejidos de punto tubulares, no especificados ni incluidos en otra parte; tejidos aterciopelados y tejidos calados) no especificados ni incluidos en otra parte
657	Tules, encajes, bordados, cintas, pasamanería y otras confecciones pequeñas
658	Hilados especiales, tejidos especiales de fibras textiles y productos conexos
659	Artículos confeccionados total o parcialmente de materias textiles no especificados ni incluidos en otra parte.
661	Recubrimientos para pisos, etc.
662	Cal, cemento y materiales elaborados de construcción (excepto materiales de vidrio y arcilla)
663	Materiales de construcción de arcilla y materiales refractarios de construcción
664	Manufacturas de minerales no especificados ni incluidos en otra parte
665	Vidrio
666	Artículos de vidrio
667	Artículos de cerámica
671	Perlas, piedras preciosas
672	Arrabio, fundición espejular, hierro esponjoso, granallas y polvo de hierro o acero y ferroaleaciones.
673	Lingotes y otras formas primarias de hierro o acero; productos semiterminados de hierro o acero
674	Productos laminados planos, de hierro o de acero no aleado, que no estén bañados, revestidos ni recubiertos
675	Productos laminados planos, de hierro o de acero no aleado, enchapados, revestido o recubiertos
676	Barras, varillas, ángulos, perfiles y secciones (incluso tablestacas) de hierro y acero
677	Carriles y elementos para la construcción de vías férreas, de hierro o acero
678	Alambre de hierro o acero
679	Tubos, caños y perfiles huecos y accesorios para tubos o caños, de hierro o acero
691	Estructuras y partes de estructuras, n.e.p., de hierro, acero o aluminio
692	Recipientes de metal para almacenamiento o transporte
693	Artículos de alambre (excepto cables aislados para electricidad) y enrejados para cercas
694	Clavos, tornillos, tuercas, pernos, remaches y artículos análogos, de hierro, acero, cobre o aluminio
695	Herramientas de uso manual o de uso en máquinas
696	Cuchillería
697	Enseres domésticos de metales comunes no especificados ni incluidos en otra parte
699	Manufacturas de metales comunes no especificados ni incluidos en otra parte
793	Buques, embarcaciones (incluso aerodeslizadores) y estructuras flotantes
811	Edificios prefabricados

/ Continúa

Anexo I. Continuación

GRUPOS DE PRODUCTOS DE ACUERDO CON SU INTENSIDAD TECNOLÓGICA Clasificación Uniforme del Comercio Internacional (CUCI) Revisión 3	
Código	BAJO nivel tecnológico
812	Artefactos y accesorios sanitarios y para sistemas de conducción de aguas y calefacción no especificados ni incluidos en otra parte
813	Artefactos y accesorios de alumbrado, no especificados ni incluidos en otra parte
821	Muebles y sus partes; camas, colchones, somieres, cojines y artículos rellenos similares
831	Baúles, maletas, neceseres, maletines para documentos, carteras o portafolios, maletas escolares, estuches para prismáticos, para aparatos fotográficos, para instrumentos, para anteojos, para armas, etc.
841	Abrigos, chaquetas, trajes, chaquetas sport, pantalones, pantalones cortos, ropa interior, ropa de dormir y artículos análogos para hombres y niños, de tejidos que no sean de punto o ganchillo (excepto prendas de los rubros 845,2 u 845,6)
842	Abrigos, capas, chaquetas, trajes, pantalones, pantalones cortos, camisas, vestidos y faldas, ropa interior, ropa de dormir y artículos análogos para mujeres y niñas, de tejidos que no sean de punto o ganchillo (excepto prendas de los rubros 845,2 u 845,6)
843	Abrigos
844	Abrigos, capas, chaquetas, trajes, pantalones, pantalones cortos, camisas, vestidos y faldas, ropa interior y artículos análogos para mujeres y niñas, de tejido de punto o ganchillo (excepto prendas de los rubros 845,2 u 845,6)
845	Prendas de vestir de tejidos de punto o ganchillo o de otros tejidos no especificados ni incluidos en otra parte
846	Accesorios de vestir de tela, sean o no de punto o ganchillo (excepto los accesorios para bebés)
848	Prendas y accesorios de vestir que no sean de materias textiles; sombreros y otros artículos de tocado de todo tipo de materiales
851	Calzado
892	Impresos
893	Artículos, no especificados ni incluidos en otra parte, de materiales plásticos
894	Cochecitos para niños, juguetes, juegos y artículos de deporte
895	Artículos de oficina y papelería no especificados ni incluidos en otra parte.
897	Joyas y objetos de orfebrería y platería y otros artículos de materiales preciosos o semipreciosos no especificados ni incluidos en otra parte
898	Instrumentos musicales y sus partes, piezas y accesorios; discos fonográficos, cintas y otras grabaciones sonoras o similares (excepto artículos de los grupos 763, 882 y 883).
899	Otros artículos manufacturados diversos no especificados ni incluidos en otra parte

Anexo II. Raíces unitarias

Variable	Prueba	Probabilidad	Salida
PIB	Dickey Fuller Aumentada	0.81	I(1)
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
	Phillips - Perron	0.89	
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
Aeroespacial	Dickey Fuller Aumentada	0.89	I(1)
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
	Phillips - Perron	0.95	
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
Ferroviaria	Dickey Fuller Aumentada	0.92	I(1)
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
	Phillips - Perron	0.91	
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
Mcombustion	Dickey Fuller Aumentada	0.82	I(1)
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
	Phillips - Perron	0.77	
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
Mymedico	Dickey Fuller Aumentada	0.31	I(1)
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
	Phillips - Perron	0.46	
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
Maquinaria	Dickey Fuller Aumentada	0.99	I(1)
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
	Phillips - Perron	0.99	
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
Investigadores	Dickey Fuller Aumentada	0.9	I(1)
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		
	Phillips - Perron	0.96	
	Ho: La variable es no estacionaria I(1) Ha: La variable es estacionaria I(0)		

Fuente: elaboración propia con resultados de Eviews-8.

Bibliografía

Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario. (2019). Anuario Estadístico Ferroviario 2018, de Secretaría de Comunicaciones y Transportes Sitio web: <https://www.gob.mx/artf/acciones-y-programas/anuario-estadistico-ferroviario-2018>

Banxico (2019). Cadenas Globales de Valor: una Perspectiva Histórica. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/documentos-de-investigacion-del-banco-de-mexico/%7BC926A6CB-4297-1280-EA41-43C81AEB9DC5%7D.pdf>

Capdevielle, M. (2003). "Composición tecnológica de la industria manufacturera mexicana", en J. Aboites y G. Dutrénit (Comps.), Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas, Universidad Autónoma Metropolitana- Porrúa, México.

Capel Horacio. (2007). "Ferrocarril, territorio y ciudades", Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, vol. 12, núm. 717, España.

CEPAL (2016). Ciencia, tecnología e innovación en la economía digital: la situación de América Latina y el Caribe. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40530/3/S1600833_es.pdf

CEPAL. (1992). *El comercio de manufacturas de América Latina. Evolución y estructura 1962-1989*, Santiago de Chile.

_____ (2003). Intensidad tecnológica del comercio de Centroamérica y la República Dominicana, de Unidad de Comercio Internacional de la Sede Subregional de la CEPAL en México Sitio web: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25643/1/LCMEXL587_es.pdf

Costa María Teresa, Néstor Duch, Josep Lladós (2000). Determinantes de la innovación y efectos sobre la competitividad: El caso de las empresas textiles ; Institut d' Economía de Barcelona

Destinobles G y Hernández J. (2001). EL MODELO DE CRECIMIENTO DE SOLOW Aportes, mayo-agosto, año/vol. VI, número 017 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Puebla, México, pp. 147-152

Díaz (2008). *América Latina y el Caribe: La propiedad intelectual después de los tratados de libre comercio*. CEPAL, Santiago de Chile, pp. 25-68.

Durán (2016). Desarrollo y estructura de la industria automotriz en México. -, de Fundación Friedrich Ebert Sitio web: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/13016.pdf>

Dussel Peters Enrique. (2009). La manufactura mexicana: ¿opciones de recuperación?-, de Posgrado en Economía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Sitio web: <http://dusselpeters.com/40.pdf>

Foray Dominique (2004). Economics of Knowledge. MIT Press.

Galor y Moav (2004). "From Physical to Human Capital Accumulation: Inequality and the Process of Development," Review of Economic Studies, Vol. 71(4), pp. 1001–26.

Gereffi, Gary (2005). "The Global Economy: Organization, Governance, and Development", in N. Smelser & R. Swedberg (2005), *The Handbook of Economic Sociology*, USA: Princeton University.

_____ (2001). "Shifting governance structures in global commodity chains, with special reference to the Internet", *American Behavioral Scientist*, vol. 44, no. 10.

_____ (2001b). "Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización", *Problemas del Desarrollo*, vol. 32, núm. 125; México: iiec-unam.

González Rodríguez José. (2018). *EL TRANSPORTE FERROVIARIO EN MÉXICO*. -, de CESOP, Cámara de Diputados.

Granger (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometría*. Vol 37, No. 3, pp. 424-438

Guellec, D., J. Sheehan y C. Martínez (2004), "Understanding business patenting and licensing: Results of a Survey en OECD Patents, Innovation and Economic Performance".

Gunnar Myrdal (1974). *The Equality Issue in World Development*. De Nobel Lectures, Economics 1969-1980, Edición de Assar Lindbeck, World Scientific Publishing Co., Singapore, 1992.

Hall (2004). "Exploring the patent explosion", NBER Working Paper N° 10605.

HIRSCHMAN, A.O. (1958) *The Strategy of Economic Development*. New Haven: Yale University Press. Edición en español: *La estrategia de desarrollo económico*, México, FCE, 1961.

INEGI, FEMIA, SE, PROMÉXICO. (2018). Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la Industria aeroespacial, de INEGI Sitio web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/315125/conociendo_la_industria_aeroespacial_23mar2018.pdf

Kuznets (1953). *Shares of Upper Income Groups in Income and Savings*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Lechner (1992). "El Debate sobre Estado y mercado", en *Serie Estudios Políticos*, núm. 19, Chile: FLACSO.

Licona y Rangel (2018). *Inversión en investigación y desarrollo. Los casos de la República de Corea y México*. México

Martínez Coll, Juan Carlos (2001): "El crecimiento económico" en *La Economía de Mercado, virtudes e inconvenientes*; <http://www.eumed.net/cursecon/18/index.htm>

Martínez Piva. (2008). *Generación y protección del conocimiento: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico*. México : CEPAL .

Méndez José Luis. (1997). *Veinte años de planeación industrial en México*. Bancomext, 49-57.

Morales y Díaz (2019). *Política de cti en México; perspectiva ante el nuevo Plan Nacional de Desarrollo (2019)*; México

Nurkse, R. (1953) Problems of capital formation in underdeveloped countries. Oxford: Blackwell.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2019). Informe mundial sobre la propiedad intelectual en 2019 – La geografía de la innovación: núcleos locales, redes mundiales 2017. OMPI, Ginebra.

Pérez, Sunkel y Torres (2012). Raul Prebisch 1901-1986. Un recorrido por las etapas del pensamiento sobre el desarrollo económico.

Piketty. (2014). CAPITAL IN THE TWENTY-FIRST CENTURY. London, England: The Belknap Press of Harvard University Press.

Pineda Mauricio. (2019). Industria aeroespacial en 2019: la cadena de valor es clave, de Modern Machine Shop México. Sitio web: <https://www.mms-mexico.com/art%3%ADculos/industria-aeroespacial-en-2019-la-cadena-de-valor-es-clave>

Ponce Juan y Duarte Pablo. (2018). El Dinamismo de la Industria Aeroespacial Mexicana Impulsaría la Demanda de Naves Industriales, de Actinver Sitio web: <http://blog.actinver.com/el-dinamismo-de-la-industria-aeroespacial-mexicana-impulsar%3%ADa-la-demanda-de-naves-industriales>

Porter, M. (1998). *On competition*. Harvard Business School Press: Cambridge, MA.

Post-war Price Relations between Under-developed and Industrialized Countries that appeared on 23 February 1949 (United Nations 1949b).

Prebisch. (1986). Notas sobre el intercambio desde el punto de vista periférico. CEPAL, 28, 195-206.

Romer. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, Vol. 94, pp. 1002-1037.

Rostow, W. (1960). Frontmatter. In *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto* (pp. I-Vi). Cambridge: Cambridge University Press.

SE (2020). Textos finales del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC). Disponible en: <https://www.gob.mx/t-mec/acciones-y-programas/textos-finales-del-tratado-entre-mexico-estados-unidos-y-canada-t-mec-202730?state=published>

Sen. (1988). THE CONCEPT OF DEVELOPMENT. En *Handbook of Development Economics*(9-26). Harvard University.

_____(1999). Development as freedom / Introduction: Development as Freedom Chapter 1: The perspective of freedom / New York; Oxford; Oxford University Press, 3-34.

Solow (1976). *Growth Theory. An exposition*. (Trad. Mendoza J.). México. FONDO DE CULTURA ECONOMICA. (Original en inglés, 1970)

Thirwall (1979). “The Balance of Payments Constraints an Explanation of International Growth Rate Differences”, *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, marzo.

CTI, UNAM. (2018). HACIA LA CONSOLIDACIÓN Y DESARROLLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, de Universidad Nacional Autónoma de México Sitio web: <https://www.dgcs.unam.mx/CTI-180822.pdf>

Valencia Islas, Arturo. (2013). Trabajo y tecnología en los ferrocarriles de México: una visión histórica, 1850-1950. *América Latina en la historia económica*, 20(1), 237-244. Recuperado en 20 de septiembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-22532013000100009&lng=es&tlng=es.

Vázquez. (2017). Revisión del modelo de sustitución de importaciones: vigencia y algunas reconsideraciones. *Economía Informa*, 404, 4-17.

Velázquez Valadez, G y Salgado Jurado, J. (2016). Innovación tecnológica: un análisis del crecimiento económico en México (2002-2012: proyección a 2018). *Análisis Económico*, XXXI (78), 145-170.