

## Difusión del progreso tecnológico con dos modelos diferentes de industrialización en México

### Diffusion of technological progress with two different models of industrialization in Mexico

Tania Molina del Villar <sup>a\*</sup>

Ricardo Zárate Gutiérrez <sup>b</sup>

#### Resumen

A partir del análisis de la estructura productiva de la economía mexicana de los años de 1980 y 2013, se busca determinar si el tipo de especialización comercial permite la difusión del progreso tecnológico para potencializar el crecimiento económico del país. El estudio se basa en el empleo de la clasificación de sectores tecnológicos de Haukness y Knell (2009) y el análisis de insumo – producto, específicamente, la metodología de sectores verticalmente integrados y su aplicación en el análisis de redes. La conclusión a la que se llega es que el actual patrón de especialización comercial, sustentado en las exportaciones de bienes con un alto grado de intensidad tecnológica, no puede considerarse motor del crecimiento económico, dado que dichos sectores están desvinculados de la estructura productiva interna, limitando la difusión y asimilación de cualquier tipo de avance tecnológico.

**Palabras clave:** Análisis Insumo - Producto; Especialización comercial; Progreso Tecnológico

**Clasificación JEL:** C67, F14, O10

<sup>a</sup> Facultad de Economía (UNAM), dentro del programa Estancias Posdoctorales por México (CONAHCY). Correo electrónico: [tvillar69@yahoo.com.mx](mailto:tvillar69@yahoo.com.mx). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6883-7320>

<sup>b</sup> Facultad de Economía (UNAM), dentro del programa Estancias Posdoctorales por México (CONAHCY). Correo electrónico: [ricardozrate157@gmail.com](mailto:ricardozrate157@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1285-3567>

\* Autor de correspondencia

## Abstract

Based on the analysis of the productive structure of the Mexican economy in the years 1980 and 2013, we seek to determine whether the type of commercial specialization allows the dissemination of technological progress to enhance the economic growth of the country. The study is based on the use of Haukness and Knell's (2009) classification of technological sectors and input-output analysis, specifically, the methodology of vertically integrated sectors and its application in network analysis. The conclusion reached is that the current pattern of commercial specialization, based on the exports of goods with a high degree of technological intensity, cannot be considered an engine of economic growth, given that these sectors are disconnected from the internal productive structure, limiting the diffusion and assimilation of any type of technological advance.

**Keywords:** Input – Output Analysis; Commercial specialization; Technological progress.

**JEL code:** C67, F14, O10

## I. Introducción

El decenio de 1980 representa un parteaguas en la historia económica de México. La estrategia de desarrollo se transforma radicalmente, pasando de un modelo sustitutivo de importaciones a un esquema de apertura y liberalización de la economía, con la finalidad de propiciar un cambio estructural orientado al impulso del sector manufacturero exportador como motor del crecimiento económico. A casi cuarenta años del cambio de orientación de la política económica, en definitiva, la transformación estructural de la economía es incuestionable y evidente. México ha pasado de ser un país exportador de bienes agrícolas y de petróleo a un importante participante en el comercio mundial de manufacturas de alto y medio alto contenido tecnológico (Heras y Gómez, 2014; Zárate y Molina, 2017; Molina, 2018; Molina, 2023; Romero, 2020; Gómez y Jaime, 2020).

Por el lado teórico, diferentes posturas, tanto de corte ortodoxo (Balassa, 1965, 1982; Krueger, 1990) como heterodoxo (Kaldor, 1966; Thirlwall, 1972 y 2003; McCombie, 2003; Pánico, 2003; Amendola y Michie, 1998; Molero, 2001; Fagerberg, 2002; Dosi, Pavitt y Soete, 1990 y Fagerberg y Verspagen, 2002, entre otros), establecen la existencia de una relación directa entre comercio y crecimiento y, más específicamente, se plantea que una estrategia de desarrollo orientada a la exportación induce el crecimiento económico. Por ejemplo, en los primeros trabajos de los teóricos neo-schumpeterianos sobre el crecimiento económico se argumenta que la manufactura juega un papel central en el proceso de crecimiento, debido a dos aspectos: primero, el sector manufacturero es considerado el centro del progreso tecnológico por poseer la capacidad de desplegar economías de escala dinámicas a través del “*aprendiendo haciendo*” (*learning by doing*); segundo, el sector manufacturero es impulsor del crecimiento de la productividad a través de sus vínculos con los sectores no manufactureros. Esto es, el sector manufacturero se caracteriza por sus fuertes vínculos hacia atrás, debido a que el incremento en la demanda final del producto manufacturero inducirá incrementos de demanda en muchos otros sectores (Ley Kaldor-Verdoorn). Al mismo tiempo, la manufactura también posee la capacidad de establecer muchos vínculos hacia delante a través de su papel como oferente/abastecedor de equipo y de nuevas tecnologías. Si bien se considera al sector manufacturero como un elemento clave en la dinámica del crecimiento económico, se debe reconocer la existencia y persistencia de diferencias en los rendimientos entre las actividades más y menos dinámicas; de ahí que el crecimiento o el fracaso económico dependerá de la habilidad que se tenga para dirigir recursos a nuevas y más prometedoras actividades (Molina y Zárate, 2009).

Dada la importancia del comercio internacional dentro de la dinámica económica, los teóricos neoschumpeterianos–evolutivos señalan que debido a que el desenvolvimiento del comercio está ampliamente vinculado a cambios en la tecnología, distintas dinámicas de crecimiento económico y comercial responden a diferencias en las tasas de cambio tecnológico, siendo éste el factor de mayor incidencia sobre el crecimiento. La existencia de disparidades en el desempeño tecnológico y económico de los países, junto con la conceptualización de la tecnología como algo dinámico y cambiante en el tiempo, permite entender a la tecnología como el factor clave en la explicación del crecimiento económico y en los patrones comerciales de los sectores y los países; por lo que, de acuerdo con Molero (2001), únicamente es posible una explicación de la relación comercio-tecnología, tomando en consideración las propias características de ésta última. Es decir, la tecnología no debe ser considerada como un elemento dado, sino como un proceso que se mueve, que posee sus propias leyes y que se retroalimenta, generando al mismo tiempo círculos virtuosos y efectos externos para toda la economía.

Por el lado de las investigaciones de carácter empírico que analizan el proceso innovador en México, destacan dos trabajos que aplican la taxonomía de patrones tecnológicos de Pavitt (1984) a datos de industria mexicana, para definir el tipo o patrón de desarrollo tecnológico característico de la economía durante dos períodos muy separados en el tiempo y, por lo mismo, con características muy diferentes: Dutrenit y Capdevielle (1993) emplean la taxonomía de Pavitt para identificar el perfil tecnológico de la manufactura mexicana, su evolución y detectar los problemas estructurales para la generación endógena del proceso innovador y, por otro lado, Unger (2018) busca revisar las pautas del desarrollo tecnológico, definir su rezago, a partir de la influencia del TLCAN.

La gran riqueza analítica de los estudios de Dutrenit y Capdevielle (1993) y Unger (2018), nos conduce a querer profundizar sobre la conexión de los distintos tipos de sectores tecnológicos dentro de la economía mexicana, empleando el análisis estructural. Por tal motivo, en las líneas que siguen se aplica la clasificación de Hauknes y Knell (2009) – como ampliación y actualización de la taxonomía de Pavitt (1984) – a los Análisis de Insumo – Producto y de Redes, con el objetivo de definir la posición de los distintos sectores y, específicamente, de las industrias más exportadoras como canales de generación, difusión y asimilación del proceso de cambio tecnológico hacia el resto de los sectores productivos. Esto es, con la utilización del Análisis de Redes aplicado al cálculo de los Sectores Verticalmente Integrados, se intenta determinar el proceso de creación y difusión tecnológica de los sectores en los que se ha especializado la economía mexicana, durante dos modelos de desarrollo diferentes: el primero, se caracteriza por un esquema de mayor orientación interna y un patrón exportador en bienes de baja intensidad tecnológica y, el segundo, un modelo abierto con una especialización en bienes de mayor intensidad tecnológica. Para en, última instancia, determinar el potencial de crecimiento económico actual.

En este sentido, sí el comercio internacional, la actividad industrial y el cambio tecnológico son motores del crecimiento económico, las transformaciones en la estructura exportadora de la economía mexicana debieron provocar efectos de generación, difusión y asimilación de conocimiento y cambio tecnológico en la economía mexicana, a partir de la retroalimentación de las industrias de alta y media alta tecnología hacia el resto de la estructura productiva, lo cual incidiría sobre un crecimiento económico sostenido del país. No obstante, en el presente documento se argumenta que pese a los cambios en el tipo de especialización comercial del país – en bienes de alta y media alta tecnología – las exportaciones en tales tipos de bienes no han generado tales efectos y, por lo tanto, mayor crecimiento, debido a la falta de articulación productiva, limitando el potencial del sector exportador como motor del crecimiento económico.

Para poder determinar la validez de la hipótesis anterior, el presente documento está organizado en cinco secciones, las cuales constituyen los propios objetivos de la investigación. En la segunda sección se exponen las bases teóricas de la taxonomía de Pavitt y la clasificación de Hauknes y Knell (2009) para el estudio de la difusión tecnológica. En la tercera parte, se presentan las metodologías de los Sectores Verticalmente Integrados y la Teoría de Redes como una mejor forma de aproximación empírica a la vinculación entre los diferentes sectores tecnológicos. En el cuarto apartado se presentan los resultados de los dos tipos de especialización comercial, 1980 y 2013, para determinar los efectos de generación, difusión y asimilación de conocimiento y cambio tecnológico en ambos períodos y, con ello, definir el potencial de crecimiento económico que actualmente tiene la economía mexicana. Finalmente, se presenta una sección de conclusiones.

## II. Difusión tecnológica: Taxonomía de Pavitt y clasificación de Hauknes y Knell

Pavitt (1984) explica los patrones de cambio tecnológico basado en las características de 2000 innovaciones significativas de empresas innovadoras en Gran Bretaña desde 1945 hasta 1979, comparando a los sectores en términos de tres elementos: (1) Las fuentes sectoriales de la tecnología usada en un sector; particularmente, en referencia a si la innovación se genera dentro del sector o se adquiere a partir de las compras de equipo y materiales de producción; (2) las fuentes institucionales y la naturaleza de la tecnología producida en un sector; específicamente, la importancia relativa de las fuentes de conocimiento intramuro y extramuro, y las innovaciones de producto y proceso, y (3) las características de las empresas innovadoras: tamaño y principal actividad. Cabe destacar que otros autores han realizado estudios sobre trayectorias y patrones de innovación profundizando y ampliando la taxonomía de Pavitt, señalando la necesidad de trabajar con clasificaciones que se basan en el tipo de producto (MacNeil, 2024).

Más específicamente, Pavitt (1984) construye su taxonomía a partir de una serie de “ingredientes” para determinar las disparidades y similitudes entre sectores en las fuentes, naturaleza e impacto de las innovaciones. Cada actividad genera diferente trayectoria tecnológica. Los resultados del análisis de Pavitt (1984), respecto a las fuentes de la tecnología, necesidades de usuarios y formas de apropiación de beneficios derivan en la obtención de cuatro sectores tecnológicos con características muy distintivas:

El sector *Dominados por el Proveedor* está conformado por actividades tradicionales manufactureras (textiles, madera, productos a base de minerales no metálicos, alimentos y bebidas), agricultura, construcción de vivienda, producción informal doméstica y algunos servicios profesionales, financieros y comerciales. Empresas generalmente pequeñas, con un débil desarrollo interno de investigación y desarrollo y capacidades de ingeniería, cuyas trayectorias tecnológicas se definen en términos de reducción de costos. Generalmente, sus innovaciones provienen de oferentes de equipo y materiales, en algunos casos de grandes consumidores y servicios de investigación y extensión financiados por el gobierno. Por tanto, su contribución al proceso o producción tecnológica dentro del sistema es menor y poseen un bajo dinamismo tecnológico (Pavitt, 1984, 356 - 358; Unger, 2018, 234).

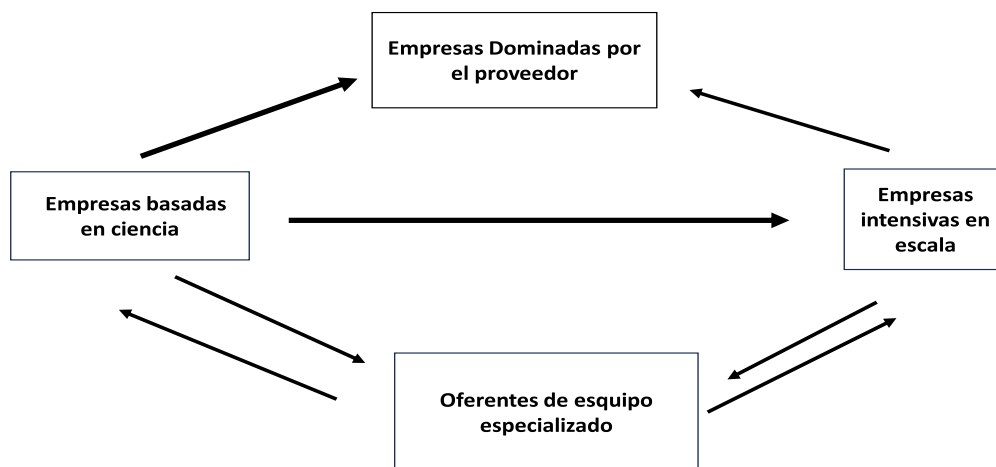
En el sector *Intensivo en escala* se encuentran las industrias productoras de bienes tecnológicamente maduros, que presentan economías de escala significativas. Dentro de la actividad manufacturera se localizan la mayoría de las empresas productoras de bienes de consumo duradero y de proceso continuo (automotriz, siderúrgica, química orgánica e inorgánica, metales no ferrosos, el cemento y el vidrio), que utilizan tecnologías relativamente difundidas y presentan un mayor dinamismo tecnológico en comparación a las industrias tradicionales. En general, son empresas grandes y poseen departamentos de ingeniería de producción y laboratorios de ID, los cuales tienden a generar innovaciones incrementales o de aprendizaje, así como en el desarrollo tecnológico de sus proveedores (Dutrenit y Capdevielle, 1993, 647). La apropiación de beneficios tecnológicos y, con ello, el liderazgo tecnológico de este tipo de actividades se mantiene a través del “*saber hacer*” (*know how*) y el secreto alrededor del proceso de innovación mediante el retraso tecnológico en la imitación y la protección de las patentes (Pavitt, 1984, 359; Unger, 2018, 234).

En el sector *Oferentes o Proveedores Especializados* están las actividades productoras de maquinaria y equipo, instrumentos de medición y control. Predominan empresas relativamente pequeñas que generan una alta proporción de innovaciones de proceso. Su actividad innovadora principalmente se concentra en las innovaciones de producto que son usadas en otros sectores. Este sector se caracteriza por la interacción y retroalimentación que realiza con otros sectores, así como por el efecto tecnológico multiplicador hacia el conjunto de la economía, resultado de combinar distintos tipos de innovaciones y de difundirlas. Su constante actividad de innovación determina un alto dinamismo tecnológico. El éxito competitivo de estas empresas depende de un considerable grado de habilidades específicas a las empresas reflejada en las mejoras continuas en el diseño de producto y en la fiabilidad, así como en la habilidad para responder sensible y rápidamente a las necesidades de los usuarios (Pavitt, 1984, 359; Unger, 2018, 234 - 235).

Las empresas del sector *Basados en Ciencia* se distinguen por ser productoras de bienes modernos con alto dinamismo tecnológico (aeroespacial, atómica, electrónica, armamentos, química fina, farmacéutica, telecomunicaciones e informática). La principal fuente de tecnología son las actividades investigación y desarrollo (I+D) de las empresas en dichos sectores, basadas en el rápido desarrollo de las ciencias en las universidades y centros de investigación. Dada la sofisticación de la tecnología y ciencia subyacente, existen fuertes barreras a la entrada. La apropiación de la innovación es a través de una combinación de métodos – patentes, secreto, retrasos tecnológicos naturales y habilidades específicas a la empresa. Este sector difunde sus innovaciones de producto a todos los demás sectores por medio de los bienes finales y los insumos y se realimenta, fundamentalmente, del sector de oferentes especializados (Pavitt, 1984, 362 – 364; Dutrenit y Capdevielle, 1993, 649; Unger, 2018, 233).

Para entender cómo Pavitt (1984) concibe el proceso innovador dentro del sistema económico, en la Figura 1 se presenta el papel de cada sector tecnológico en la creación y difusión del cambio tecnológico. De esta forma, cada sector desempeña un rol específico dentro del proceso de cambio tecnológico y de su evolución y comportamiento deriva el potencial de crecimiento económico de un país.

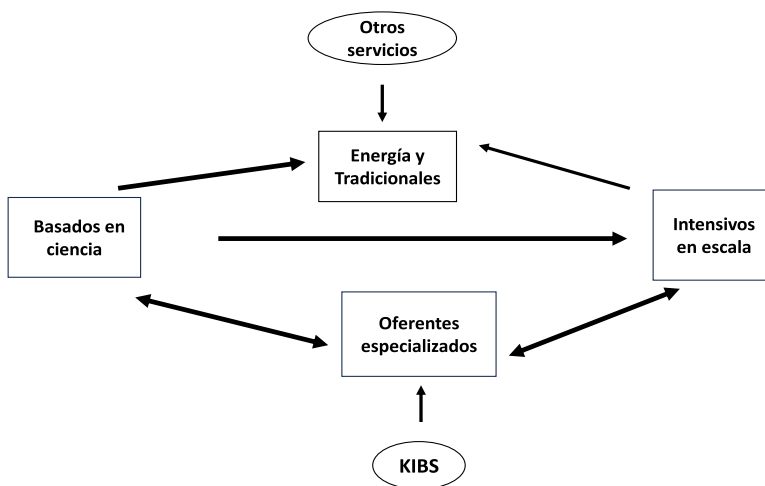
**Figura 1** Los principales vínculos tecnológicos entre las distintas categorías de empresas



Fuente: Copia de la Figura 1 de Pavitt (1984: 364).

Más recientemente, sobre la base de la taxonomía de Pavitt y el empleo de la matriz insumo – producto, autores como Antonioli, Berardino y Onesti (2020); Cresti y Virgillito (2022) y Di Berardino, Doganieri y Onesti (2021) han profundizado en el uso de la taxonomía para el estudio de sectores tecnológicos. Particularmente, Hauknes y Knell (2009) analizan los flujos directos e indirectos de conocimiento entre diferentes tipos de industrias intensivas en tecnología en Francia, Alemania, Noruega, Suecia y Estados Unidos. Dichos autores, al descomponer algunos de los 4 sectores tecnológicos originales, presentan una expansión de la taxonomía de Pavitt en ocho grupos. Primero, dividen el grupo de Dominados por el Proveedor en las industrias productoras de Energía (ENE) – que incluye parte de la minería – y los sectores Tradicionales (TRA) – agricultura. Segundo, considera a Materiales (MAT) de forma separada a las empresas Intensivas en Escala (IE) – añadiendo al resto de las actividades mineras. Tercero, identifica dos tipos de servicios: Servicios de negocios intensivos en conocimiento (KIBS o SBC) y Otros Servicios (SER) – servicios personales y de negocios (excepto los servicios basados en ciencia contenidos en los SBC). Los grupos de Basados en Ciencia (BC) y Oferentes Especializados (OE) quedan como la taxonomía original de Pavitt. La Figura 2 muestra la representación de la clasificación de Hauknes y Knell (2009).

Figura 2 Principales vínculos entre diferentes grupos industriales



Fuente: Copia de la Figura 2 de Hauknes y Knell (2009, 462).

Uno de los resultados más sobresalientes del trabajo de Hauknes y Knell (2009) concierne al hecho de que la actividad de I+D es similar para cada grupo de industrias en los diferentes países, más que entre los distintos tipos de industrias en un mismo país. De esta forma, los sectores *Tradicional* y *de Servicios* tienen la más baja intensidad de I+D, las industrias *Basadas en Ciencia* tienen la mayor intensidad en I+D, en tanto las actividades *Intensivas en Escala*, *Oferentes Especializados* y *Servicios Basados en Ciencia* están en una posición media, independientemente del país del que se trate.

En lo referente al uso y producción de tecnología, el estudio de Hauknes y Knell (2009), identifica el papel de los ocho grupos según su posición como usuario o productor de tecnología a partir del empleo de multiplicadores tecnológicos. Los grupos con relativamente bajos multiplicadores – *Basados en Ciencia*, *Proveedores Especializados*, *Intensivos en Escala* y *Servicios Basados en Ciencia* – son productores de tecnología; mientras los grupos con relativamente altos multiplicadores tecnológicos – *Industrias Tradicionales*, *Energía y Materiales*, tienden a ser usuarias de tecnología.

En resumen, el estudio de Hauknes y Knell (2009) muestra que las industrias de media alta y media baja tecnología, identificadas como oferentes especializados e intensivas en escala, son esenciales para la producción, difusión y uso de tecnología y, de ahí, para el crecimiento económico. Los servicios de alta tecnología aparecen como un puente entre las manufacturas de alta tecnología y otros grupos industriales.

### III. Sectores verticalmente integrados y análisis de redes

Con el fin de definir el papel de los sectores exportadores dentro del entramado de relaciones productivas y su importancia como difusores del avance tecnológico dentro del sistema y, con ello, del potencial de crecimiento económico, se precisa de una metodología capaz de definir, por un lado, el nivel de integración intersectorial y, por otro lado, la importancia de las industrias comercialmente más dinámicas en la difusión del progreso técnico hacia el resto de la actividad productiva. De tal forma, que basado en el análisis insumo – producto y, en específico, de la metodología de *Sectores Verticalmente Integrados* y el Análisis de Redes aplicados a la clasificación de Hauknes y Knell (2009), se busca determinar la importancia de los sectores más exportadores en la difusión del progreso tecnológico dentro de la economía mexicana, durante los años de 1980 y 2013. Cabe mencionar que otros trabajos se han centrado en el uso de esta metodología para analizar temas relacionados con el empleo y la desindustrialización (Dosi, 2021; Riccio, 2022; Di Bernardino, 2021; Di Bernardino, 2022; Di Bernardino, C 2023; Cresti, 2022).

Un *sector verticalmente integrado* (SVI) – o subsistema – se define como el conjunto de todas las actividades que de forma directa e indirecta son necesarias para cubrir la demanda final de un bien determinado. Este enfoque se basa en los desarrollos teóricos de Pasinetti (1973, 1985, 118), quien establece que un sector verticalmente integrado es, desde un punto de vista interindustrial, un sector muy complejo, debido a que atraviesa una y otra vez todas las intrincadas conexiones interindustriales. Esto es, de acuerdo con Pasinetti (1973), el SVI se diferencia del concepto de industria debido a que mientras la industria hace referencia a una clasificación de actividades de producción y de consumo agregadas, el SVI esquematiza al sistema económico como un conjunto de agregados que pese a no ser observados directamente proveen una descripción del sistema económico de conjunto.

Al clasificar a los distintos sectores conforme a la integración vertical, Bortis (1990) encuentra que las magnitudes de cada sistema económico se desagregan en diferentes componentes que dependen del tipo específico de uso final asociado al bien en particular. Sí, por ejemplo, se trata de la cantidad total de trabajo empleado dentro del sistema económico, se divide de acuerdo con las cantidades de trabajo separadas según estén relacionadas con algún componente del vector de producto neto en particular (consumo final o inversión neta). De esta forma, el sistema económico queda dividido en subsistemas o *sectores integrados verticalmente*, referente al coeficiente de trabajo integrado verticalmente, que expresa la cantidad de trabajo directa e indirectamente requerido en el sistema económico para producir una unidad física de un bien, como producto final y de un bien particular compuesto. Dicho bien compuesto expresa las series de cantidades físicas heterogéneas de todos los bienes que directa e indirectamente son requeridos – como acervos – en la totalidad del sistema económico, para obtener una unidad física de (un bien específico) como bien final (Pasinetti, 1973, 6). Marengo y Sterlacchini (1990) indican que la desagregación en subsistemas se basa en la descomposición de la producción de cada actividad en partes que representan la contribución global – directa e indirecta – del sector para satisfacer cada componente de la demanda final. De esta forma, se obtiene una matriz que puede reclasificar cualquier variable sectorial en subsistemas.

Un subsistema o sector verticalmente integrado se calcula mediante una matriz insumo – producto (MIP) a partir de la siguiente expresión:

$$B = \hat{x}^{-1}(I - A)^{-1}\hat{y} \quad (1)$$



La matriz  $\hat{x}$  es la matriz diagonal de productos sectoriales,  $\hat{y}$  es la matriz diagonal de demandas finales,  $(I - A)^{-1}$  es la inversa de Leontief. Cada columna de la matriz resultante  $B$ , es un subsistema o vector de cuotas de producción sectorial – directa e indirectamente – necesarias para satisfacer la demanda final real de un bien producido por un sector particular; mientras que cada fila refleja las proporciones de la producción de dicho sector que contribuyen, directa e indirectamente, a satisfacer cada componente de la demanda final. De ahí, que la suma debe ser igual a la unidad (Marengo y Sterlacchini, 1990).

Con base al concepto de SVI, algunos autores estudian los patrones de difusión tecnológica interindustrial de diferentes experiencias económicas (Pao-Long Changa y Hsin-Yu Shih, 2005; Marengo y Sterlacchini, 1990; y, más recientemente, Zárate, 2016). En estos estudios se define un vector diagonal del gasto en investigación y desarrollo ( $\hat{r}$ ) multiplicado por el valor de la producción bruta ( $\hat{x}$ ), los flujos de insumos intermedios directos e indirectos (expresados por la inversa de Leontief) y por la demanda final ( $\hat{y}$ ). De esta forma, la matriz  $B$  se emplea para reclasificar el gasto sectorial en investigación y desarrollo (I+D) para obtener la matriz:

$$R = \hat{r}B \quad (2)$$

donde  $\hat{r}$  es la matriz diagonal de actividades de investigación y desarrollo. Cabe mencionar que debido a que en el estudio de la economía mexicana de 1980 no se cuenta con un vector de I+D para ese año, es necesario readaptar la expresión (2) a los requerimientos de factores productivos, a la productividad laboral y al capital fijo por trabajador (grado de mecanización), como un acercamiento al comportamiento productivo y tecnológico de los distintos sectores tecnológicos de Hauknes y Knell (2009), con la finalidad de determinar la capacidad de los sectores exportadores en la creación, adopción y difusión de las mejoras productivas y tecnológicas que ocurren dentro del sistema económico.

Renombrando las expresiones (1) y (2), tenemos:

$$Xr = \hat{r}(\hat{x})^{-1}(I - A)^{-1}\hat{y} \quad (3)$$

Siendo  $Xr$  la matriz de intensidad de las variables analizadas; la matriz  $\hat{r}$  es la matriz diagonal de la variable a estudiar; en este caso, requerimientos de factores productivos (valor agregado,  $v$ ), productividad laboral ( $p/l$ ) y grado de mecanización o uso del capital por trabajador ( $m/l$ ). Cada elemento  $ij$  de la matriz  $Xr$  refleja la cantidad de la variable ( $v$ ,  $m/l$  y  $p/l$ ) proveniente del sector  $i$  -ésimo y que el sector  $j$  -ésimo incorpora directa e indirectamente en su producción final.

La suma de los elementos de la  $i$  -ésima fila muestra el monto del indicador analizado (requerimientos factoriales) que tanto incorpora en su propia producción como lo que transfiere al resto del sistema productivo. A la vez, la suma de los elementos de la  $j$ -ésima columna es la cantidad total de la variable que tanto incorpora cada subsistema (ya sea del mismo sector o de otras actividades) para producir el monto de demanda respectivo del producto de demanda final, directa e indirectamente. Siguiendo a Marengo y Sterlacchini, 1990), si se quisiera saber el monto que es transferido al resto del sistema, de la cantidad total se elimina de la contabilidad de cada fila, el elemento de la diagonal principal de la matriz; mientras que lo que cada sector incorpora de sí mismo se determina a partir del monto registrado en la diagonal principal; lo que cada sector adquiere de otros sectores se elimina del total de la columna la cantidad expresada en la diagonal principal de la matriz  $Xr$ .

Por otro lado, como es de interés particular determinar la interdependencia de cada sector tecnológico, específicamente definir cómo las mejoras productivas y tecnológicas generadas en algún sector fluyen sobre el sistema económico, a partir de la medición de la productividad laboral y el grado de mecanización, se aplica el cálculo de los SVI al análisis de redes, para el cual es necesario obtener la matriz binaria o adyacente al fijar un filtro. Así, en cada matriz  $Xr$  calculada, los sectores tecnológicos se representan a través de nodos y los flujos de mejoras técnicas y productivas se representan por arcos dirigidos.

Cada gráfica del estudio empírico representa características particulares del sistema económico durante los años de 1980 y 2013. Por un lado, se muestra la interdependencia de los sectores tecnológicos de acuerdo con la clasificación de Hauknes y Knell (2009), distinguiendo los diferentes atributos de cada sector y sus interrelaciones con el resto de los sectores tecnológicos, según los siguientes criterios:

Primero, para las gráficas se emplea el algoritmo Posición por Nivel con el programa yEd Graph Editors. Los datos se presentan en forma jerárquica, en la que los nodos (sectores) de mayor tamaño son aquellos que tienen una mayor emisión de vinculaciones hacia el resto de las actividades; es decir, son difusores o propagadores de las mejoras técnicas y productivas hacia el resto de los sectores.

El segundo criterio se representa con la dirección del arco. Los sectores receptores de las mejoras tecnológicas y productivas son aquellos cuyos arcos se dirigen hacia él, mientras los emisores o difusores “dirigen” sus mejoras hacia los otros sectores.

El análisis empírico que se presenta en la siguiente sección se basa en tres tipos de mediciones. Primero, con la finalidad de establecer el tipo de especialización comercial que caracteriza a los dos modelos de desarrollo (de los años de 1980 y 2013), se determina el peso relativo de cada sector tecnológico en las exportaciones, importaciones, valor agregado y empleo de toda la economía. Segundo, con el cálculo de los SVI – con los vectores de valor agregado – se pretende definir los requerimientos factoriales de cada sector, así como la capacidad de absorción y transmisión de dichos tipos de requerimientos por cada sector tecnológico. Finalmente, para establecer cómo fluye el avance tecnológico a través del sistema económico y, específicamente, cómo se da la interrelación de los distintos sectores tecnológicos en el proceso de cambio tecnológico, se aplica la metodología de los SVI – con los vectores de productividad laboral y grado de mecanización (capital fijo por trabajador) – al Análisis de Redes.

La información estadística proviene de las matrices insumo – producto (MIP) de 1980 y 2013 publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Como ambas matrices presentan diferentes niveles de agregación, las MIP de 2013 fueron homologadas con la clasificación de 1980, industria por industria, trabajo realizado por Abraham Israel Méndez Acevedo.

#### **IV. La economía mexicana, los sectores exportadores y la difusión tecnológica, 1980 y 2013**

La estructura económica de un país está compuesta por un entramado de relaciones productivas y tecnológicas, en el que el nivel de desarrollo económico está condicionado por la complejidad de dicho entramado productivo. Se espera que una economía especializada en sectores con un alto nivel de intensidad tecnológica, posean una

estructura productiva más compleja – y, con ello, un mayor nivel de desarrollo – en la medida en que para producir este tipo de bienes se necesita, por un lado, de insumos (intermedios y primarios) con mayor grado de sofisticación técnica para cubrir las especificidades de las industrias más tecnificadas y, por otro lado, una mayor interrelación productiva entre el conjunto de la actividad, dando lugar a un intenso flujo de creación, asimilación y difusión tecnológica dentro de la economía.

En este sentido, tanto la taxonomía de Pavitt (1984) como la clasificación de Hauknes y Knell (2009), reflejan un sistema tecnológico basado en las interrelaciones productivas entre los diferentes tipos de actividades, demostrando cómo la complejidad de la estructura productiva permite que el desarrollo tecnológico fluya dentro del sistema económico a través de los diferentes roles que juega cada tipo de industria; así, mientras unos sectores son productores y difusores de tecnología otros son usuarios de la misma.

Por todo lo anterior, creemos que el tipo de especialización comercial de un país será reflejo no solo del nivel de avance tecnológico alcanzado por dicha economía, sino también por el grado de complejidad estructural. De esta forma, si la economía muestra un patrón de especialización comercial en industrias de baja sofisticación tecnológica, su nivel de desarrollo será bajo y el entramado de relaciones productivas estará poco articulado; si, por lo contrario, el país refleja un patrón de especialización comercial en industrias de alta tecnología, se espera un mayor nivel de desarrollo basado en un complejo entramado de relaciones productivas y tecnológicas. Bajo esta idea se compara el tipo de especialización comercial de México, durante los años de 1980 y 2013, para determinar si los sectores más exportadores han potencializado el desarrollo económico del país.

Se reconoce que la estrategia sustitutiva de importaciones (ISI) implica para el país el desarrollo de una importante base industrial, la cual, sin embargo, no estuvo al margen de la aparición de contradicciones estructurales, vulnerabilidad y dependencia, derivando para principios del decenio de 1980 en una profunda crisis económica y, con ello, en la necesidad de un cambio profundo en el modelo de desarrollo que – desde el lado puramente comercial – resulta en la transformación de una especialización exportadora en bienes agrícolas y el petróleo a un patrón comercial en manufacturas de alto y medio alto contenido tecnológico.

Como ya fue mencionado anteriormente, el análisis empírico que se presenta se basa en tres tipos de indicadores: primero, se define el tipo de especialización tecnológica y comercial característica en los dos modelos de desarrollo (con los años de 1980 y 2013), con información de participaciones de cada sector tecnológico en las exportaciones, importaciones, valor agregado y empleo; segundo, se determina la capacidad de generación, incorporación, absorción y transmisión de requerimientos factoriales de cada sector tecnológico empleado la metodología de los SVI – con los vectores de valor agregado y, tercero, se pretende definir el flujo del avance tecnológico dentro del sistema económico y, específicamente, el papel de los distintos sectores en el proceso de cambio tecnológico, aplicando la metodología de los SVI y el análisis de Redes a los vectores de productividad laboral y grado de mecanización (capital fijo por trabajador).

**Cuadro 1** Contribución de los sectores tecnológicos en exportaciones, importaciones, valor agregado y empleo 1980 y 2013

Sector tecnológico (Clasificación Haukness y Knell, 2009)	Participaciones, 1980				Participaciones, 2013			
	Exportaciones	Importaciones	Valor Agregado	Empleo	Exportaciones	Importaciones	Valor Agregado	Empleo
1 (ENE) Energía	7.5	0.4	2.7	0.6	11.1	3.6	7.8	0.7
2 (TRA) Tradicional	14.4	26.7	27.2	46.7	15.7	22.6	18.0	31.5
3 (MAT) Materiales	6.3	12.8	5.9	2.6	7.9	6.8	3.1	2.0
4 (IE) Intensivos en escala	7.3	23.9	6.1	1.8	29.6	29.3	5.2	2.2
5 (BC) Oferentes especializados	1.1	20.5	3.2	0.6	5.1	3.7	0.5	0.5
6 (OE) Basados en ciencia	2.3	5.1	2.0	0.8	17.6	17.9	1.2	1.2
7 (SER) Servicios	61.0	10.6	51.2	46.0	13.0	15.3	57.7	52.8
8 (SBC) Servicios basados en conocimiento	0.0	0.1	1.5	0.8	0.0	0.9	6.3	9.2

Fuente: Elaboración propia con base en las Matrices Insumo – Producto de 1980 y 2013 de INEGI

El estudio para determinar el tipo de especialización tecnológica y comercial muestra que el cambio en el modelo de desarrollo, lejos de evidenciar una mayor fortaleza tecnológica y estructural de la economía mexicana refleja la agudización de problemas ya existentes en cuanto a dependencia y vulnerabilidad externa, aunado a contradicciones en el tipo de especialización, con un fenómeno de dualización productiva y un proceso de desindustrialización.

De esta forma, según los datos del Cuadro 1, la contribución de los distintos sectores tecnológicos en las cuatro variables refleja que en 1980 la especialización comercial se basaba en el predominio de las industrias de baja tecnología – Energía (ENE, con extracción de petróleo y gas); industrias *Tradicionales* (TRA, con Agricultura, Café, Otros productos alimenticios) y *Otros servicios* (SER, con Comercio, Restaurantes y hoteles y Transporte) – las cuales no solo tienen una alta participación dentro de las exportaciones totales del país, sino que también contribuyen en mayor medida con la generación de valor agregado y el empleo. En cuanto al componente de importaciones, es evidente la alta dependencia de la economía mexicana de aquel entonces, no solo en las industrias TRA sino también en los sectores *Intensivos en escala* (IE) y *Oferentes especializados* (OE), actividades cuyo peso en las exportaciones, valor agregado y empleo era de los más bajos, reflejo de la contradicción estructural de la economía que condujo a la crisis del decenio de 1980.

Para el año de 2013, pese al evidente cambio en el patrón de especialización comercial, la economía mexicana acentúa algunas de las contradicciones, mostrando una estructura productiva dual. Por una parte, si bien se observa un incremento considerable en las exportaciones manufactureras de alta y media alta intensidad tecnológica – pertenecientes a los sectores de *Intensivos en escala* (IE, con Equipos y aparatos eléctricos, Vehículos automóbiles y Autopartes), *Oferentes Especializados* (OE, Maquinaria y equipo no eléctrico) y *Basados en Ciencia* (BC, con Equipo y accesorios electrónicos) – en contraparte su contribución en el valor agregado y el empleo de dichas industrias resulta ser relativamente de las más bajas, demostrando la dualidad a la que hacemos mención, una especialización comercial en industrias muy dinámicas y de alto contenido tecnológico que coexisten con actividades de bajo dinamismo tecnológico pero con una elevada contribución en la generación de valor agregado y empleo.

Aunado a lo anterior, se acentúa la elevada dependencia de la economía mexicana en todo tipo de bienes, ya sean de alta sofisticación tecnológica como en aquellos caracterizados por tecnologías tradicionales y maduras, ya que la elevada participación de las industrias *IE*, *OE* y *BC* dentro de las exportaciones se corresponde con altos requerimientos de sus importaciones, lo que se suma a un elevado peso en las compras provenientes del exterior de otras industrias (como *TRA* y *SER*), evidenciando el proceso de desindustrialización.

Los resultados referentes a la capacidad de generación, incorporación, absorción y transmisión de requerimientos factoriales por sector tecnológico (Cuadro 2), confirman que entre 1980 y 2013 la economía mexicana sufre una importante transformación en su estructura productiva que se manifiesta en: por un lado, reducción de la importancia relativa de algunos sectores de bajo contenido tecnológico así como de aquellas actividades más dinámicas en términos tecnológicos y, por otro lado, cambios significativos de éstos últimos en el papel que asumen dentro del proceso de cambio tecnológico.

De esta forma resulta evidente la disminución en la importancia relativa de las industrias de bajo contenido tecnológico de los sectores *TRA*, así como en actividades de alta intensidad tecnológica como *OE* y *BC*, reducción que es compensada con un incremento considerable de *ENE*, *MAT*, *IE* y *SBC*, caracterizados los dos últimos por su mayor dinamismo tecnológico.

En cuanto al papel de los distintos sectores dentro del proceso de cambio tecnológico, mientras las industrias más tradicionales mantienen un comportamiento relativamente estable en la transferencia y asimilación de valor agregado durante los dos años, los sectores más exportadores y de mayor contenido tecnológico – como *IE*, *OE* y *BC* – presentan cambios muy significativos entre 1980 y 2013.

Para el caso de *IE*, con las industrias de equipo eléctrico, automotriz y autopartes como principales exportadoras, aumenta significativamente el nivel de asimilación de valor agregado en tanto disminuye los requerimientos factoriales que transfiere al resto de su subsistema. Es decir, del total del valor agregado registrado por el sector, su capacidad de asimilar requerimientos factoriales que provienen de otras actividades aumenta al pasar de 36 al 59 por ciento y, con ello, disminuye considerablemente la transferencia directa e indirecta hacia otros sectores del valor agregado del 64 al 41 por ciento.

**Cuadro 2** Generación, incorporación, transferencia y asimilación de Requerimientos Factoriales 1980 y 2013

Sector tecnológico (Clasificación Haukness y Knell, 2009)		1980				
		Valor Agregado total (A)	Incorporado en cada subsistema (B)	VA en cada subsistema (C)	Transferido a otros subsistemas (A - C)/A	Asimilado de otros (A - B)/A
1 (ENE)	Energía	49,267.66	42,514.1	6,753.5	0.86	0.14
2 (TRA)	Tradicional	1,804,191.55	1,251,948.4	552,243.2	0.69	0.31
3 (MAT)	Materiales	99,231.97	74,847.0	24,385.0	0.75	0.25
4 (IE)	Intensivos en escala	276,024.21	175,802.5	100,221.7	0.64	0.36
5 (BC)	Oferentes especializados	135,065.92	110,809.4	24,256.5	0.82	0.18
6 (OE)	Basados en ciencia	104,099.50	61,564.0	42,535.5	0.59	0.41
7 (SER)	Servicios	2,376,131.24	2,153,780.3	222,350.9	0.91	0.09
8 (SBC)	Servicios basados en conocimiento	6,372.24	5,336.9	1,035.4	0.84	0.16
<b>Total economía</b>		<b>4,850,384.3</b>	<b>3,876,602.6</b>	<b>973,781.7</b>		

Sector tecnológico (Clasificación Haukness y Knell, 2009)		2013				
		Valor Agregado total (A)	Incorporado en cada subsistema (B)	VA en cada subsistema (C)	Transferido a otros subsistemas (A - C)/A	Asimilado de otros (A - B)/A
1 (ENE)	Energía	750,062.6	647,755.0	102,307.6	0.86	0.14
2 (TRA)	Tradicional	1,145,248.4	810,225.9	335,022.4	0.71	0.29
3 (MAT)	Materiales	605,159.6	370,073.8	235,085.8	0.61	0.39
4 (IE)	Intensivos en escala	658,292.9	271,959.5	386,333.3	0.41	0.59
5 (BC)	Oferentes especializados	8,904.3	4,833.0	4,071.3	0.54	0.46
6 (OE)	Basados en ciencia	31,697.5	17,558.4	14,139.1	0.55	0.45
7 (SER)	Servicios	2,454,910.2	2,231,382.7	223,527.6	0.91	0.09
8 (SBC)	Servicios basados en conocimiento	1,003,831.0	903,491.7	100,339.3	0.90	0.10
<b>Total economía</b>		<b>832,263.3</b>	<b>657,160.0</b>	<b>175,103.3</b>		

Fuente: Elaboración propia con base en las Matrices Insumo – Producto de 1980 y 2013 de INEGI

Respecto al sector tecnológico de *OE*, con Maquinaria y equipo no eléctrico como industria exportadora, no solo disminuye su participación en valor agregado (Cuadro 1), sino que también cambia su papel como difusor y asimilador de requerimientos factoriales; esto es, de ser principalmente trasmisor de valor añadido durante el primer año, los datos indican que para 2013 hay una diferencias notable en su papel dentro del sistema económico, de tal forma que de transferir el 82% y asimilar el 18% en 1980, para el segundo años aumenta significativamente su capacidad de absorber o asimilar valor agregado al 46 por ciento y disminuye a 54% su papel como trasmisor.

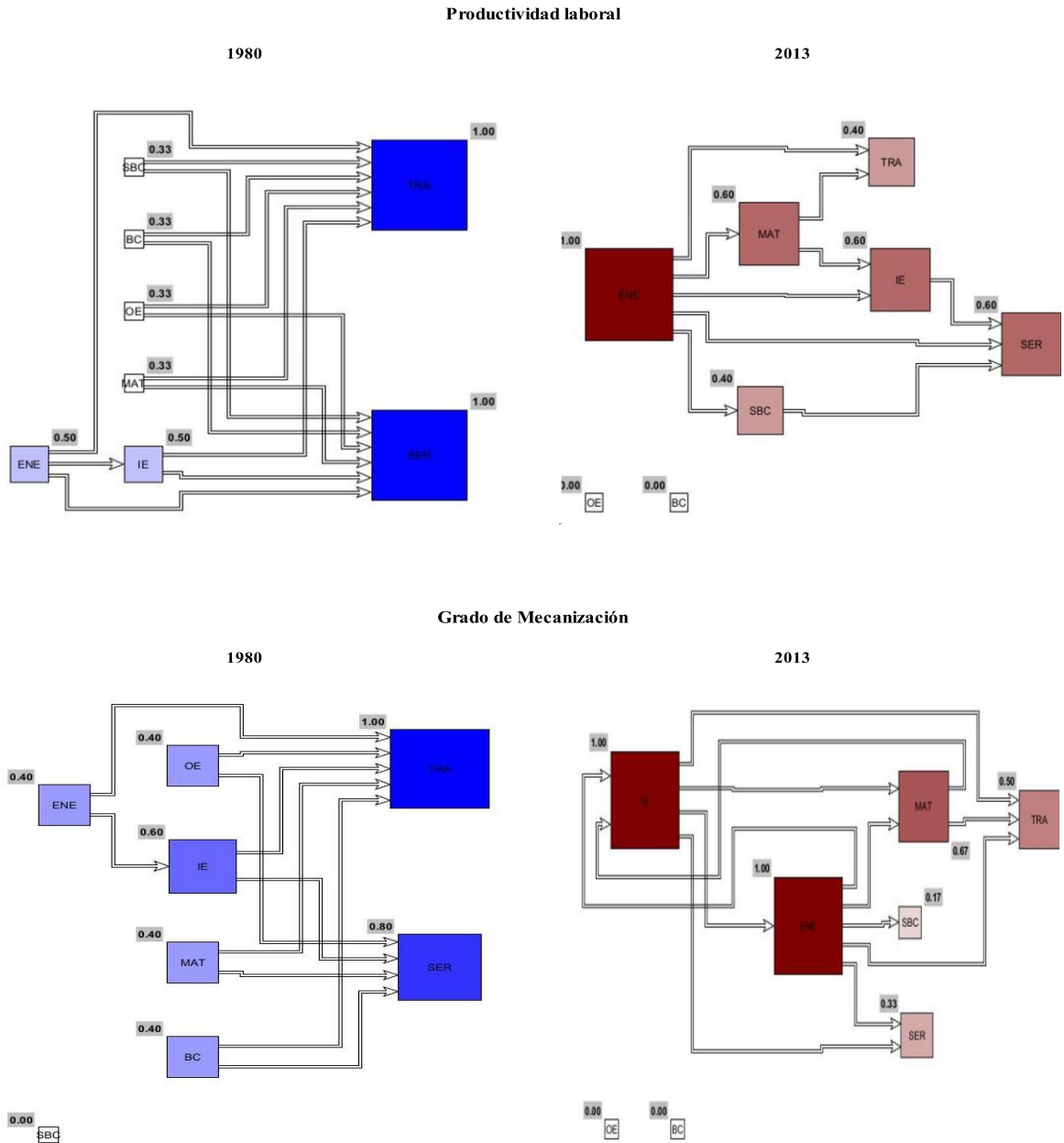
Las industrias pertenecientes a *BC*, con las actividades de Componentes electrónicos e informáticos y Química como principales exportadoras, al igual que el caso anterior, desciende su contribución en valor agregado, pero su papel en la transferencia y asimilación de requerimientos factoriales, pese a que se modifica dichos cambios no son tan significativos, de transferir el 59 por ciento para 2013 disminuye a 55 por ciento.

El resto de los sectores tecnológicos, en general, incorporan una parte significativa de los requerimientos factoriales, más del 70%. Al mismo tiempo, aquellas industrias de carácter más tradicional y que emplean tecnologías maduras son las que presentan la mayor participación en valor. Lo cual refleja una especialización comercial en industrias de alta tecnología, pero con poca incidencia hacia la totalidad del sistema económico, con un peso considerable en industrias de baja tecnología sin dinamismo comercial.

El análisis presentado hasta aquí permite ver cómo los distintos sectores tecnológicos son capaces de transferir y asimilar capital y trabajo a su propio subsistema a través de las interrelaciones productivas con el resto del sistema económico y, a partir de ello, deducir como el esfuerzo innovador de los distintos tipos de sectores puede ser difundido al sistema productivo para potencializar el desarrollo económico del país.

En lo referente al tercer indicador, la definición del flujo de avance tecnológico dentro del sistema económico y, específicamente, el papel de los distintos sectores en el proceso de cambio tecnológico de la economía mexicana se encuentra que, por el tipo de conexiones interindustriales existentes en los dos años estudiados, el esquema de Hauknes y Knell (2009) de creación, difusión y asimilación tecnológica no se cumple. Ya sea que se mida mediante la productividad laboral o el grado de mecanización como aproximaciones al gasto en investigación y desarrollo (I+D), el nivel de desarticulación productiva impide que los flujos de conocimiento tecnológico fluyan de manera adecuada dentro del sistema productivo. Esto es, en la Figura 2 – que se presentó en la primera sección de este documento – se ilustra la clasificación Hauknes y Knell (2009) sobre los principales vínculos entre los diferentes grupos industriales. En dicha figura se muestra cómo cada sector cumple una función específica dentro del proceso innovador. Así, por ejemplo, dos tipos de industrias son las principales generadoras y difusoras del avance tecnológico: por un lado, las actividades *Basadas en Ciencia (BC)*, emiten (difunden) conexiones con los sectores de *Energía (ENE)*, *Tradicional (TRA)*, *Intensivos en Escala (IE)* y *Oferentes Especializados (OE)*; estos últimos, a su vez, están conectados bidireccionalmente – emiten (difusores) y reciben (receptores) – con *BC* e *IE*, y reciben conexiones tecnológicas con los *Servicios Basados en Ciencia (SBC)*. Otro sector fundamental para la difusión tecnológica es *IE*, el cual es usuario de los avances científicos y tecnológicos que tienen lugar en *BC* y *OE* y provee (difunden) sus mejoras e innovaciones a *ENE* y *TRA*. Tanto *Otros Servicios (SER)* como *SBC* difunden información tecnológica hacia *ENE* y *TRA*, y *OE*, respectivamente.

Figura 3 Difusión del avance tecnológico por tipo de sector



Fuente: Elaboración propia con base en las Matrices Insumo – Producto de 1980 y 2013 de INEGI.



La forma en la que se establecen los vínculos entre los distintos sectores tecnológicos de la economía mexicana puede observarse en la Figura 3 y el Cuadro 3. Para el año de 1980, las actividades *BC* estaban desvinculadas de las *OE* y únicamente emitían conexiones hacia *TRA* y *SER*. Las industrias *OE* no recibían información tecnológica de ningún otro sector, tampoco proveían a *BC* ni *IE* y solo difundían sus avances tecnológicos a los sectores *TRA* y *SER*. En cuanto a *IE*, eran usuarias de *ENE* y difundían sus avances hacia *TRA* y *SER*. El sector de *ENE* difundía sus mejoras productivas hacia *TRA*, *IE* y *SER*. En el caso de *SBC*, a través de la medición de productividad laboral, difundían servicios tecnológicos a *TRA* y *SER*. Como se puede deducir, las actividades *Tradicional* y *Otros Servicios* se convirtieron en importantes usuarios tecnológicos, mientras *ENE* era el sector emisor o proveedor de los avances técnicos y productivos que ocurrían en la economía mexicana de aquel entonces.

**Cuadro 3** Índice de Centralidad por sector tecnológico 1980 y 2013

Sector tecnológico (Clasificación Haukness y Knell, 2009)		Productividad Laboral							
		1980				2013			
		Grado hacia afuera	Grado hacia dentro	Centralidad	Tipo de sector	Grado hacia afuera	Grado hacia dentro	Centralidad	Tipo de sector
1 (ENE)	Energía	3	0	3	Emisor	5	0	5	Emisor
2 (TRA)	Tradicional	0	6	< 1	Receptor	0	2	< 1	Receptor
3 (MAT)	Materiales	2	0	2	Emisor	2	1	2	Emisor
4 (IE)	Intensivos en escala	2	1	2	Emisor	1	2	1	Receptor
5 (BC)	Oferentes especializados	2	0	2	Emisor	0	0	0	Sin conexiones
6 (OE)	Basados en ciencia	2	0	2	Emisor	0	0	0	Sin conexiones
7 (SER)	Servicios	0	6	< 1	Receptor	0	3	< 1	Receptor
8 (SBC)	Servicios basados en conocimiento	2	0	2	Emisor	1	1	1	Central

Sector tecnológico (Clasificación Haukness y Knell, 2009)		Grado de Mecanización (uso del capital fijo por trabajador)							
		1980				2013			
		Grado hacia afuera	Grado hacia dentro	Centralidad	Tipo de sector	Grado hacia afuera	Grado hacia dentro	Centralidad	Tipo de sector
1 (ENE)	Energía	0	0		Sin conexion	5	1	5	Emisor
2 (TRA)	Tradicional	0	3	< 1	Receptor	0	3	< 1	Receptor
3 (MAT)	Materiales	0	0		Sin conexion	2	2	1	Central
4 (IE)	Intensivos en escala	3	1	3	Emisor	4	2	2	Emisor
5 (BC)	Oferentes especializados	3	0	3	Emisor	0	0		Sin conexiones
6 (OE)	Basados en ciencia	1	1	1	Central	0	0		Sin conexiones
7 (SER)	Servicios	0	2	< 1	Receptor	0	2	< 1	Receptor
8 (SBC)	Servicios basados en conocimiento	0	0		Sin conexiones	0	1	< 1	Receptor

Fuente: Elaboración propia con base en las Matrices Insumo – Producto de 1980 y 2013 de INEGI

Con el cambio del modelo de desarrollo, el flujo de avance tecnológico empeora. Es decir, en 2013 los sectores de mayor generación y difusión del avance tecnológico se desvinculan de la estructura productiva. De esta forma, en la Figura 3 se puede apreciar que las industrias *BC* y *OE* no reciben ni emiten avances tecnológicos ni productivos, demostrando que operan como islas dentro del sistema económico. En cuanto al grupo de *IE*, es el único sector de media intensidad tecnológica que tiene un papel destacado dentro de la economía mexicana al recibir conexiones productivas y tecnológicas – traducidas en una mayor productividad laboral – de *ENE* y *MAT*, a la vez, se convierte en un importante difusor del avance productivo y/o tecnológico hacia *SER*; asimismo, en cuanto al grado de mecanización que transmite a otros sectores, su papel también es relevante, convirtiéndose en un importante difusor a los sectores *TRA*, *MAT*, *ENE* y *SER*. Los sectores *Tradicional*es y *de Servicios*, mantienen su posición como usuarios de las mejoras técnicas y productivas que ocurren en otros sectores.

En síntesis, si solo nos concentramos en el papel de los sectores exportadores en el avance tecnológico durante los dos años, es posible establecer que la economía mexicana presenta importantes carencias en la generación y difusión del avance tecnológico. Para 1980, las industrias exportadoras se concentraban en los sectores *ENE*, *TRA* e *IE*, de los cuales las actividades tradicionales eran fundamentalmente usuarias de las mejoras productivas y de la maquinaria proveniente de otras actividades; las *IE* fungían principalmente como emisoras de sus propios avances tecnológicos y el sector de *ENE* solo era emisor de sus mejoras productivas, pero no presentaba conexiones en la utilización de maquinaria.

Para el año 2013, la desarticulación de la estructura productiva mexicana con las industrias más avanzadas en términos tecnológicos, *BC* y *OE*, no permite que existan flujos de innovación en ningún sentido, ni como usuarias ni como proveedoras, solo las actividades de *IE* mantienen un importante papel en la difusión y asimilación tecnológica; es decir, recibe las mejoras productivas (mayor productividad laboral) provenientes de otros sectores y emite sus avances tecnológicos (grado de mecanización) hacia el resto del sistema económico; sin embargo, como se recordará es una de los grupos más importadores que tiene la economía mexicana.

## V. Conclusiones

Con el objetivo de determinar si el tipo de especialización comercial de México permite la difusión del progreso tecnológico, se combinó la aplicación de la clasificación de Hauknes y Knell (2009) a los diferentes sectores productivos con el análisis de insumo – producto, específicamente, con la metodología de los *sectores verticalmente integrados* (SVI) y el análisis de redes. La intención no solo era definir si la economía mexicana, por el tipo de especialización comercial, podría transitar sobre una senda de crecimiento sostenida basada en las exportaciones de bienes tecnológicamente más avanzados sino, además, establecer si existía algún tipo de conexión entre los sectores productores de estos bienes hacia el resto del sistema económico, actuando como verdaderos motores del crecimiento económico.

El empleo de la clasificación de sectores tecnológicos de Hauknes y Knell con la técnica de SVI y el análisis de redes, permitió abordar la problemática planteada. En primer lugar, definir el tipo de especialización comercial característica de dos modelos de desarrollo diferentes. Segundo, conocer el potencial de dinamizar a la economía a través de la generación de requerimientos factoriales, así como el nivel de difusión y asimilación de dichos requerimientos por los diferentes sectores tecnológicos. Y, tercero, establecer el flujo del progreso tecnológico a través del sistema económico y, específicamente, definir la interrelación que tienen los sectores tecnológicamente más avanzados hacia el resto de los sectores productivos.

Uno de los resultados a los que se llegó en el presente estudio, es que pese a las contradicciones que presentó la economía mexicana durante la última etapa del modelo sustitutivo de importaciones, con una especialización en bienes tradicionales y poco dinámicos en términos tecnológicos, la estructura productiva estaba más articulada que la actual, lo que permitía un mayor flujo tecnológico y productivo.

Se llega a la conclusión fundamental que el desarrollo económico reciente de México es muy paradójico, se pasa de un esquema protegido en el que la especialización exportadora del país descansa en bienes tradicionales caracterizados por el uso de tecnologías maduras y de baja intensidad, a una estrategia de liberalización y apertura comercial, en el que el patrón de especialización comercial cambia radicalmente hacia las exportaciones de bienes con un mayor grado de intensidad tecnológica.

A este tipo de comercio le correspondería un mayor nivel de desarrollo tecnológico – y, por ende, económico – basado en un flujo continuo de generación y difusión de innovación tecnológica; sin embargo, de acuerdo con la información presentada, los sectores más dinámicos en términos tecnológicos están desvinculados de la estructura productiva interna, lo que limita la difusión y asimilación de cualquier tipo de avance tecnológico, así como un posible efecto de transmisión de la generación de valor agregado, limitando el potencial del sector exportador como motor del crecimiento económico. Únicamente, aquellas industrias *intensivas en escala* podrían actuar como agentes dinamizadores de la actividad, aunque no debe olvidarse su alto nivel de importaciones.

El estudio tiene importantes implicaciones al cuestionar los resultados del tipo de especialización exportadora actual del país. En pocas palabras, en este trabajo se demuestra la ineficacia de un modelo exportador ausente de una política industrial capaz de potencializar las capacidades productivas y tecnológicas desarrolladas, pero, sobre todo, la falta de interrelaciones productivas entre los diferentes sectores, resultado de una inserción de tipo maquilador o de ensamble (aún en sectores de alta tecnología), no permite que de existir avance tecnológico o mejoras productivas en las distintas actividades, éste no puede fluir al resto del sistema económico, limitando cada vez más las posibilidades de un desarrollo económico no dependiente ni vulnerable y que resuelva las contradicciones del modelo anterior. Se requiere, por tanto, la definición de una real política industrial abandonando la idea de que el mercado por sí solo es capaz de generar mecanismos de transmisión al sistema económico y, con ello, desarrollo y crecimiento económico.

## Referencias

- Amendola y Michie (1998). International patterns of technological accumulation. D. Archibugui y J. Michie (Ed). *Trade, Growth and Technical Change: What are the issues?*. Cambridge, United Kingdom: University Press.
- Antonoli, D., Di Berardino, C. y Onesti, G. (2020). *Specialization and KIBS in the Euro area: a vertically integrated sector perspective. International Review of Applied Economics*, 1–24. doi:10.1080/02692171.2019.1708278
- Balassa, B. (1965). Las exportaciones y el crecimiento económico. *El Desarrollo Económico y la Integración*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.

- Balassa (1982). Development Strategies and Economic Performance: A Comparative Analysis of Eleven Semi-industrial Economies. *Development Strategies in Semi-industrial Economies*. Washington, United States: World Bank Research Publication.
- Bortis, H. (1990). Structure and change within the circular theory of production. R. Scazzieri (Ed.) *The Economic Theory of Structure and Change*. (64–92) Cambridge, United Kingdom: University Press.
- Cresti, L. y Virgillito, M.E. (2022) Strategic Sectors and Essential Jobs: A New Taxonomy Based on Employment Multipliers (September 11, 2022). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4215798> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4215798>
- De la Cruz, J.L. y Nuñez Mora, J.A. (2006). Comercio Internacional, Crecimiento económico e inversión extranjera directa: Evidencias de causalidad para México. *Revista de Economía Mundial*, 15, 181 - 202. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86601508>
- Di Berardino, C. y Onesti, G. (2020). *Explaining deindustrialisation from a vertical perspective: industrial linkages, producer services, and international trade*. *Economics of Innovation and New Technology*, 1–22. doi:10.1080/10438599.2020.1763550
- Di Berardino, C., Doganieri, I. y Onesti, G. (2021). Deindustrialization in the EU between Transformation and Decline. *Eastern European Economics*, 59(3), 225-249.
- Di Berardino, C., Doganieri, I., D'Angelo, S. y Onesti, G. (2023). Intersectoral and intercountry linkages as drivers of employment growth in emerging economies: The case of Visegrád countries. *Metroeconomica*, 74(1), 163-187.
- Dosi, G., Pavitt, K., y Soete, L. (1990). *The Economics of Technical Change and International Trade*. LEM Book Series.
- Dosi, G., Riccio, F. y Virgillito, M. E. (2021). Varieties of deindustrialization and patterns of diversification: why microchips are not potato chips. *Structural Change and Economic Dynamics*, 57, 182–202.
- Dutrenit, G. y Capdevielle, M. (1993). El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta. *El Trimestre Económico*, 643-674. [https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Dutrenit/publication/46548317\\_El\\_perfil\\_tecnologico\\_de\\_la\\_industria\\_mexicana\\_y\\_su\\_dinamica\\_innovadora\\_en\\_la\\_decada\\_de\\_los\\_ochenta/links/5664e51208ae15e74632f9d3/El-perfil-tecnologico-de-la-industria-mexicana-y-su-dinamica-innovadora-en-la-decada-de-los-ochenta.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Dutrenit/publication/46548317_El_perfil_tecnologico_de_la_industria_mexicana_y_su_dinamica_innovadora_en_la_decada_de_los_ochenta/links/5664e51208ae15e74632f9d3/El-perfil-tecnologico-de-la-industria-mexicana-y-su-dinamica-innovadora-en-la-decada-de-los-ochenta.pdf)
- Fagerberg, J. (2002). *Technology, Growth and Competitiveness: Selected Essays*, Montpellier Parade, United Kingdom: Edward Elgar Publishing Limited.
- Fagerberg, J., & Verspagen, B. (2002). Technology-gaps, innovation-diffusion and transformation: an evolutionary interpretation. *Research Policy*, 31(8-9), 1291-1304. <https://core.ac.uk/download/pdf/6750873.pdf>
- Gomez, C. y Jaime. D.D. (2020). Estructura de las exportaciones y competitividad. El caso de México, 1995 - 2017. *Análisis Económico*, 35(88), 119 - 145. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ane/v35n88/2448-6655-ane-35-88-119.pdf>
- Hauknes, J. y Knell, M. (2009). Embodied knowledge and sectoral linkages: An input-output approach to the interaction of high - and low - tech industries. *Research Policy*, 38, 459 - 469. doi:10.1016/j.respol.2008.10.012

- Heras, M. y Gómez, C. (2014). Industrialización y crecimiento en México: clásicos, estructuralismo y neoestructuralismo. *Análisis Económico*, 29(72), 127-153.  
<https://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/104>
- Kaldor, N. (1966). *Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom*, Cambridge, United Kingdom.
- Krueger, A. (1990). Comparative Advantage and Development Policy Twenty Years Later. *Perspectives on Trade and Development*, London, Harvester Wheatsheaf.
- Marengo, L., Sterlacchini, A. (1990). Intersectoral technology flows. Methodological aspects and empirical applications. *Metroeconomica*. 41(1), 19-39.
- J.S.L McCombie (2003). Balance-of-payments-constrained Economic Growth. King, J.E. (Ed). *Post Keynesian Economics*. Montpellier Parade, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- MacNeil, R. T. (2024). Taxonomic Classification. In *Observing Dark Innovation* (pp. 70-95). Bristol University Press.
- Miozzo, M.; Soete, L. (2001) Internationalization of services: A technological perspective. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 67, 159–185.
- Molero, J. (2001), *Innovación Tecnológica y Competitividad en Europa*. Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Molina, T. y Zárate, R. (2009). La industrialización orientada a la exportación. ¿Una estrategia de desarrollo para México? México, Siglo XXI.
- Molina, T. (2018). Articulación-integración, el binomio del crecimiento continuado ante el escenario de la globalización: análisis comparativo México, Corea del Sur y España (tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Molina, T. (2023). Mercado interno: impulso al crecimiento en un escenario global. Brasil, Corea del Sur y México. *Análisis económico*, vol. XXXVIII, núm. 98, 2023, Mayo-Agosto, pp. 21-45.  
DOI: <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n98/Molina>  
*Análisis económico*, vol. XXXVIII, núm. 98, 2023, Mayo-Agosto, pp. 21-45
- Panico, C. (2003). Growth and Income Distribution. King, J.E. (Ed). *Post Keynesian Economics*. Montpellier Parade, UK: Edward Elgar Publishing Limited.
- Pao-Long Chang y Hsin-Yu Shih (2005). Comparing patterns of intersectoral innovation diffusion in Taiwan and China: A network analyses. *Technovation*, 25, 155 – 169.
- Pasinetti, L. (1973). The Notion of Vertical Integration in Economic Analysis, *Metroeconomica*, 25(1), 1–29.
- Pasinetti, L. (1986). *La noción de sector verticalmente integrado en el análisis económico. Aportaciones a la teoría de la producción conjunta*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pasinetti, L. (1985). *Cambio estructural y crecimiento económico*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6), 343 - 373.
- Riccio, F., Cresti, L. y Virgillito, M. E. (2022). The labour share along global value chains perspectives and evidence from sectoral interdependence. Technical report, Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'Anna School of Advanced Studies.
- Romero, J. (2020). Los retos de la economía mexicana: comercio, inversión extranjera, industria nacional y cambio tecnológico. *ECONOMÍA UNAM*. 17(51), 404 - 417.

- Thirlwall, A. (1972). *Growth and Development: whit special reference to developing economies*, London: Macmillan Press LTD.
- Thirlwall, A. (2003). *La Naturaleza del Crecimiento Económico*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Unger, K. (2018). Innovación y TLCAN. Una tarea pendiente. *El Trimestre Económico*, 85(338), 223–251.  
<https://doi.org/10.20430/ete.v85i338.676>
- Zárate, R. y Molina, T. (2017). *La industrialización orientada a la articulación, una opción para el desarrollo frente al proceso de fragmentación productiva a nivel mundial*. Ciudad de México CEPAL - UNAM - IIEc.
- Zárate, R. (2018) La industria de bienes de capital como impulsor del proceso de desarrollo económico. (tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México.

