

Encuentro entre Kaldor y Dosi: una aproximación a la estructura tecnológica de la producción regional

Sérgio Felipe Melo da Silva, Douglas Alcântara Alencar, Wallace Marcelino Pereira y Camila de Moura Vogt

Recibido: 16/10/2023
Aceptado: 19/03/2025

Resumen

En este artículo se propone una conexión teórica entre las ideas de los economistas Nicholas Kaldor y Giovanni Dosi, basada en un análisis de la estructura tecnológica de la producción regional, utilizando la metodología de insumo-producto creada por Wassily Leontief, y se la aplica a la economía de la Amazonía Legal brasileña, concretamente al estado de Pará. A título ilustrativo, se centra en el sector minero, que representa una gran parte de la producción del estado. Para resumir las conclusiones, la aplicación del enfoque Kaldor-Dosi permitió identificar la importancia de la difusión tecnológica intersectorial a escala internacional a través de cadenas globales de valor y sus efectos en la dinámica económica local. Esta aplicación preliminar de la perspectiva Kaldor-Dosi con ayuda de la matriz de insumo-producto muestra que la minería está orientada a la exportación y, por tanto, vinculada a las trayectorias de las tecnologías globales en los sectores para los que produce insumos.

Palabras clave

Economistas, industrialización, industria minera, desarrollo industrial, cambio tecnológico, análisis de insumo-producto, economía regional, Brasil

Clasificación JEL

O14, O33, R11, C67

Autores

Sérgio Felipe Melo da Silva es Doctor en Economía por el Programa de Posgrado en Economía del Instituto de Ciencias Sociales Aplicadas de la Universidad Federal de Pará (Brasil). ORCID: 0000-0002-9917-8858. Correo electrónico: sergiofelipems@gmail.com.

Douglas Alcântara Alencar es Profesor del Programa de Posgrado en Economía del Instituto de Ciencias Sociales Aplicadas de la Universidad Federal de Pará (Brasil). ORCID: 0000-0002-6077-998X. Correo electrónico: dalencar@ufpa.br.

Wallace Marcelino Pereira es Profesor del Programa de Posgrado en Economía del Instituto de Ciencias Sociales Aplicadas de la Universidad Federal de Pará (Brasil). ORCID: 0000-0003-1817-3332. Correo electrónico: wmpereirabr@ufpa.br.

Camila de Moura Vogt es Profesora del Programa de Posgrado en Economía del Instituto de Ciencias Sociales Aplicadas de la Universidad Federal de Pará (Brasil). ORCID: 0000-0002-5693-9637. Correo electrónico: camilavogt@ufpa.br.

I. Introducción

Este estudio busca establecer una conexión teórica entre las formulaciones propuestas por Kaldor (1966) y Dosi (1984), analizando la estructura tecnológica de la producción regional en el estado de Pará (Brasil) con la metodología de insumo-producto creada por Leontief (1936). A título ilustrativo, se pone foco en el sector minero, que representa una gran parte de la producción económica del estado.

Según Santos (2017), la economía minera en Pará ha generado procesos que aceleraron el crecimiento demográfico y la urbanización, con la creación de nuevos municipios y la instalación de infraestructura vial, energética y de comunicaciones. La dinámica económica del sudeste de Pará tuvo una fuerte influencia en el desempeño económico del estado, tanto en el período comprendido entre las décadas de 1960 y 1980, con el establecimiento de grandes proyectos agroindustriales y una gran ola migratoria hacia la mesorregión, como a partir de la década de 1980, cuando la minería se consolidó con fuerza. Según datos del Instituto Brasileño de Minería (IBRAM) (2022), las empresas mineras de Pará registraron en 2022 ingresos de 92.400 millones de reales, superadas solo por las de Minas Gerais, cuyos ingresos fueron de 100.500 millones de reales.

El objetivo de este artículo es estimar los cambios en los efectos multiplicadores en el sector industrial de Pará entre 2011 y 2015 mediante el examen del conjunto de actividades industriales que se realizan en el estado en el primer y el último año del período, e identificar indicadores de la participación en la producción económica atribuible a la industria extractiva de mineral de hierro en 2015 desde una perspectiva kaldoriana. Así, la pregunta de investigación que guía el trabajo puede expresarse de la siguiente manera: “¿Cómo evolucionaron la importancia relativa y los efectos multiplicadores del sector industrial de Pará entre 2011 y 2015?”.

Observando la vocación exportadora del Brasil, Ferreira y Schneider (2015) señalan que la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización Mundial del Comercio (OMC) comenzaron a medir la participación de los países en las cadenas globales de valor en 2013, distinguiendo entre eslabonamientos hacia adelante y hacia atrás. Entre las conclusiones de los autores figura que los grandes exportadores de productos minerales, como Australia y el Brasil, tienden a tener menos contenido extranjero en sus exportaciones. Además, en el Brasil, los sectores con eslabonamientos hacia adelante más fuertes son la minería, la agricultura, los productos químicos, y los minerales y metales básicos.

Araújo, Perobelli y Faria (2021) muestran que la participación del Brasil en las cadenas globales de valor aumentó entre 1990 y 2015 y se volvió más fragmentada a nivel internacional; la mayor parte de la actividad tuvo lugar a nivel mundial, aunque la integración regional (con América del Sur) aumentó más que la integración mundial. Otros acontecimientos han incluido un proceso de desindustrialización del Brasil en las últimas décadas y la implementación de políticas de reindustrialización en diferentes países (Guisan et al., 2017; Przywara, 2017; Maldonado Atencio, 2019; Moczadlo, 2020).

A partir del enfoque adoptado en este artículo, el crecimiento económico puede entenderse como un fenómeno que se origina en un sector amplio pero específico de la economía. En el caso que nos ocupa, ese sector es la industria, como la concibieron Nicholas Kaldor (y como se expresó en las leyes de Kaldor) y los economistas que le siguieron. Se han considerado diversos estudios teóricos y empíricos posteriores en relación con el Brasil, como los que se presentan en Lamonica et al. (2007), Oreiro, Nakabashi y Souza (2010) y Morceiro (2012).

El enfoque de este trabajo es similar al de Romero (2019), que relacionó las literaturas kaldoriana y schumpeteriana para crear un modelo de crecimiento multisectorial que resultó más completo que el modelo de Kaldor-Dixon-Thirlwall, destacando la importancia de los factores de oferta y demanda para el crecimiento económico. Romero (2021) también resume las principales

ideas del enfoque macroeconómico schumpeteriano del crecimiento económico. En diversos estudios, como los de Pan (2006), Grodzicki y Skrzypek (2020), Borghi (2017) y Silva y Hasenclever (2010), pueden encontrarse enfoques teóricos o metodológicos similares.

Este artículo busca aplicar el marco kaldoriano al Brasil, y especialmente al estado de Pará, en lo que respecta a la importancia del sector industrial. Para ello, se realiza un análisis de insumo-producto basado en las matrices de insumo-producto de Pará para 2011 y 2015. El modelo de insumo-producto servirá tanto para caracterizar la economía de Pará mediante un análisis de la estructura productiva como para presentar información de relaciones que combinan las teorías de Kaldor (1966) y Dosi (1984), utilizando las técnicas que forman parte del modelo.

Las fuentes de información para este trabajo son las matrices de insumo-producto interregionales de Pará de 2011, elaboradas por Haddad, Gonçalves Júnior y Oliveira Nascimento (2017), y de 2015, publicadas por la Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía (SUDAM). También se utilizan datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), la Encuesta Anual de la Industria (PIA) y las cuentas regionales, así como indicadores de la base de datos sobre el comercio en valor añadido (TiVA) de la OCDE.

La principal contribución de este trabajo es conectar y extraer conclusiones de elementos de distintos marcos teóricos y llevar a cabo una aplicación utilizando un punto de referencia metodológico específico. En concreto, se conectan las teorías de Kaldor y Dosi con el análisis de insumo-producto para la economía del Brasil, un país que se considera en proceso de desindustrialización, centrándose en Pará, un estado que se encuentra fuera del núcleo dinámico de esa economía, haciendo hincapié en una actividad de importancia mundial: la industria extractiva del mineral de hierro.

Tras esta introducción, la sección II aborda las cuestiones teóricas en torno a las leyes de Kaldor y los paradigmas y trayectorias tecnológicas de Dosi, relacionándolas con la importancia de la industria y el cambio tecnológico en este marco. La sección III presenta la metodología y las fuentes de datos y técnicas de insumo-producto utilizadas. La sección IV contiene los resultados y las discusiones, y la sección V plantea las conclusiones.

II. Consideraciones teóricas

1. El enfoque kaldoriano del crecimiento económico

Los antecedentes keynesianos de Kaldor tuvieron gran influencia en su obra y, en este sentido, pueden identificarse al menos dos grandes etapas de su producción intelectual. En la primera, Kaldor se ocupó de resolver problemas estrictamente relacionados con las ideas de Keynes y postuló (Kaldor, 1957) que el objetivo último de la teoría del crecimiento económico debería ser mostrar la naturaleza de las variables no económicas asociadas al crecimiento económico.

El inicio de la segunda gran etapa del pensamiento de Kaldor puede remontarse a la conferencia inaugural que brindó en Cambridge, en 1966, sobre las causas de la lenta tasa de crecimiento del Reino Unido. Como muestra Thirlwall (1983), Kaldor (1966) presentó una serie de “leyes” para explicar las diferencias en las tasas de crecimiento entre los países capitalistas avanzados. Más tarde desarrolló estas leyes en una conferencia en la Universidad de Cornell (1967). Estas leyes, así como su interpretación y validez, han sido objeto de importantes análisis y debates, y el propio Kaldor aclaró y modificó su postura tras su exposición inicial.

La primera ley de Kaldor establece que existe una fuerte relación entre el crecimiento de la producción manufacturera y el crecimiento del PIB. Kaldor sostenía que una rápida tasa de crecimiento económico estaba asociada a una rápida tasa de crecimiento del sector manufacturero, que, a su vez, era una característica de la transición de la “inmadurez” a la “madurez”. La “inmadurez” se define como una situación en que la productividad es menor fuera de la industria (especialmente en la agricultura), de modo que la cantidad de mano de obra disponible para usar en la industria es prácticamente ilimitada (Thirlwall, 1983).

La segunda ley de Kaldor establece que existe una fuerte relación positiva entre la tasa de crecimiento de la productividad manufacturera y el crecimiento de la producción manufacturera. En la construcción y los servicios públicos también se da una relación de Verdoorn.

El sector primario, y en concreto la agricultura y la minería, no muestra la misma relación que la industria manufacturera. Tanto en la agricultura como en la minería, el crecimiento de la productividad refleja un gran componente tendencial que es independiente del crecimiento de la producción total, y el coeficiente de regresión no es significativamente diferente de la unidad, como mostraron los cálculos de Thirlwall (1983).

En promedio, a largo plazo, el crecimiento de la productividad fue el factor que más contribuyó al crecimiento de la producción en todos los países. En el caso del transporte y las comunicaciones, Kaldor no encontró una correlación entre el crecimiento de la productividad y el crecimiento de la producción. En el comercio existe una correlación alta, pero el término constante de la ecuación dada por Thirlwall (1983) es negativo.

La tercera ley de Kaldor establece que cuanto mayor sea el crecimiento de la producción manufacturera, mayor será la tasa de transferencia de mano de obra del sector no manufacturero al sector manufacturero, de modo que el crecimiento global de la productividad se relaciona positivamente con el crecimiento de la producción manufacturera y el empleo en ese sector y negativamente con el crecimiento del empleo fuera del sector manufacturero. Las consecuencias de esta ley pueden desarrollarse en una cuarta ley, según la cual el crecimiento a largo plazo de la economía no está limitado por la oferta, sino por la demanda.

Existen claras afinidades entre las ideas de Kaldor y las de Albert Hirschman, que criticó a los teóricos del desarrollo equilibrado y abogó por una estrategia de desarrollo impulsada por una secuencia de desequilibrios iniciados en sectores específicos de la economía, dados los efectos de las formas de interdependencia intersectorial existentes (Hirschman, 1961).

En la misma línea, Dixon y Thirlwall (1975) sostenían que las diferencias en las tasas de crecimiento regional podían explicarse mediante un modelo kaldoriano, donde el crecimiento de la demanda impulsaba la productividad y se creaban círculos virtuosos o viciosos que reforzaban las desigualdades regionales. Este argumento fue planteado por Kaldor (1970), que defendía las políticas regionales para corregir disparidades estructurales, ya que las regiones más desarrolladas tendían a crecer más rápido debido a las ventajas de aprendizaje acumuladas y a las economías de escala creadas por el proceso de causalidad circular acumulativa.

McCombie (1988) complementa este punto de vista al contrastar las teorías neoclásica y poskeynesiana del crecimiento regional, destacando el modo en que el enfoque neoclásico, basado en la convergencia a largo plazo, ignora las limitaciones dinámicas asociadas a la demanda efectiva y los desequilibrios estructurales. La perspectiva poskeynesiana, por el contrario, señala que la especialización productiva y las restricciones de la balanza de pagos son factores determinantes en la trayectoria de crecimiento de una región, lo que coincide con Thirlwall (2007), que sostiene que los problemas regionales son esencialmente problemas de la balanza de pagos. Esto significa que el crecimiento de una región depende de su capacidad exportadora y de la elasticidad-ingreso de las importaciones, lo que significa que las políticas industriales y de innovación son esenciales para revertir las trayectorias de bajo crecimiento y promover cambios estructurales favorables al desarrollo regional.

2. Paradigmas y trayectorias tecnológicas en Giovanni Dosi

Giovanni Dosi aborda las ideas de Kaldor por un camino diferente. Para Dosi (1984), el sistema económico constituye un entorno complejo en el que el cambio y la transformación surgen de la interacción de sus partes constituyentes y de variables parcialmente exógenas. Las variables más importantes son dos: la evolución del sistema tecnológico y el sistema de relaciones sociales en sentido amplio. Desde una perspectiva schumpeteriana, Dosi dedica sus trabajos teóricos a la primera y desarrolla un marco teórico que es ampliamente reconocido por destacar el papel del cambio técnico en la economía.

Dosi (1984) propone el concepto de “paradigma tecnológico”, definido como un modelo o patrón para resolver problemas tecnológicos seleccionados a partir de ciertos principios derivados de las ciencias naturales y de tecnologías de materiales específicas. La noción de paradigma tecnológico es la analogía de Dosi con el concepto de paradigma científico de Thomas Kuhn, recogido en su obra *The Structure of Scientific Revolutions* (Kuhn, 1962).

Dosi también analiza los mecanismos de transmisión del cambio técnico y la relación con la transformación macroeconómica, que se produce mediante la difusión. Señala que los efectos del cambio técnico se extienden a través de los sectores económicos (y especialmente de las industrias) debido a las relaciones de insumo-producto que existen entre ellos, y la discusión equivale a un análisis de variables tecnológicas y económicas que conducen a una configuración específica de insumos y productos (Dosi, 1984, p. 395).

El análisis de insumo-producto representa el puente que une el nivel microeconómico en el que se realiza la investigación con las tendencias macroeconómicas (Dosi, 1984, p. 396). En otras palabras, la difusión de innovaciones tecnológicas está intrínsecamente ligada a las relaciones interindustriales, que pueden analizarse mediante matrices de insumo-producto.

Según Dosi (1984), la difusión puede ser consecuencia de la expansión de empresas innovadoras o de la imitación de los competidores, y puede estar impulsada por la producción, cuando se asocia a innovaciones y mejoras graduales, o por la demanda, cuando en los procesos o productos se producen pequeñas o grandes modificaciones. Para este autor, si las interrelaciones entre productores y usuarios son importantes para estimular nuevas innovaciones, entonces existe un claro “círculo dinámico” de retroalimentación positiva. De este modo, puede verse que existe un mecanismo que determina el grado de sofisticación e innovación de la producción industrial en la economía.

La economista Carlota Pérez discutió muchos aspectos del pensamiento de Dosi. Para Pérez (2010), un paradigma tecnológico, en el sentido de Dosi, es una lógica compartida colectivamente en la que convergen el potencial tecnológico, los costos relativos, la aceptación del mercado, la coherencia funcional y otros factores. El paradigma tecnoeconómico, concepto introducido por Pérez (1985), es un modelo de buenas prácticas que orienta la dirección de la innovación en el tiempo, surge de la experiencia con nuevas tecnologías y establece la forma más eficiente y rentable de utilizarlas. Este paradigma identifica un patrón predecible de costos relativos y organización productiva, que funciona como “regla de oro” para las inversiones y el desarrollo tecnológico. Según Pérez (2001), combina modelos técnicos y organizativos para maximizar el potencial de las revoluciones tecnológicas y proporciona un nuevo conjunto de principios de “sentido común” que guían la toma de decisiones de los agentes económicos. Además, como explica Pérez (1992), el cambio técnico es un proceso continuo en el sistema económico, que se produce tanto a través de innovaciones graduales, que mejoran productos y procesos, como de innovaciones radicales, que crean nuevas industrias y revolucionan sistemas tecnológicos enteros.

3. El enfoque Kaldor-Dosi

A continuación, se propondrá un enfoque analítico que consiste en conectar los marcos teóricos de Kaldor (leyes de Kaldor) y Dosi (paradigmas y trayectorias tecnológicas) como forma de crear una perspectiva única, capaz de explicar un mayor número de fenómenos que si se aplicara cada enfoque por separado. En el enfoque Kaldor-Dosi propuesto, los elementos citados por Kaldor, especialmente el efecto Kaldor-Verdoorn y la idea de causalidad circular acumulativa generada por la manufactura, se conjugan con las ideas de Dosi sobre la dirección del mercado, según la cual los paradigmas tecnológicos crean trayectorias tecnológicas. En el cuadro 1 se sintetizan los principales parámetros de este enfoque.

Cuadro 1
El enfoque Kaldor-Dosi: usos analíticos

1.	Identifica si una actividad económica es capaz de generar causalidad circular en la economía local.
2.	Identifica si la actividad económica más dinámica es un sector de la industria manufacturera.
3.	Identifica qué paradigma tecnológico impulsa la actividad económica.
4.	Identifica si el paradigma tecnológico en torno al cual se orienta la actividad económica puede promover la difusión de innovaciones a nivel interno.

Fuente: Elaboración propia.

Como muestra el cuadro 1, es posible combinar las perspectivas de Kaldor y Dosi para crear un enfoque unificado que pueda explicar el nivel de crecimiento económico de un país o región. Al combinar el análisis desde las perspectivas macro- y microeconómica, este enfoque sirve para identificar distintas fuerzas económicas que actúan sobre el mismo entorno y que se refuerzan mutuamente o se anulan.

El cuadro 2 identifica los canales de transmisión que reflejan los efectos combinados de las leyes de Kaldor y los paradigmas y trayectorias tecnológicas de Dosi. El patrón intersectorial de oferta y demanda muestra el tipo de productos que es necesario consumir para que una actividad funcione y, por tanto, la medida en que puede fomentar nuevas tecnologías de producción e internalizar los efectos de la causalidad circular acumulativa, siempre que el origen de los productos lo permita. Este es el vínculo con el segundo canal de transmisión: el nivel de conexión entre la actividad y la economía local, que depende de donde se distribuyan sus efectos multiplicadores. El nivel de conexión con la economía internacional determina en qué medida la oferta y la demanda de actividades influyen en la economía mundial y se ven influenciadas por ella.

Cuadro 2
El enfoque Kaldor-Dosi: canales de transmisión

1.	Nivel de oferta y demanda intersectorial de una actividad.
2.	Nivel de conexión intersectorial con la economía local.
3.	Nivel de conexión intersectorial con la economía internacional.
4.	Nivel de densidad productiva.
5.	Cambios en efectos multiplicadores.

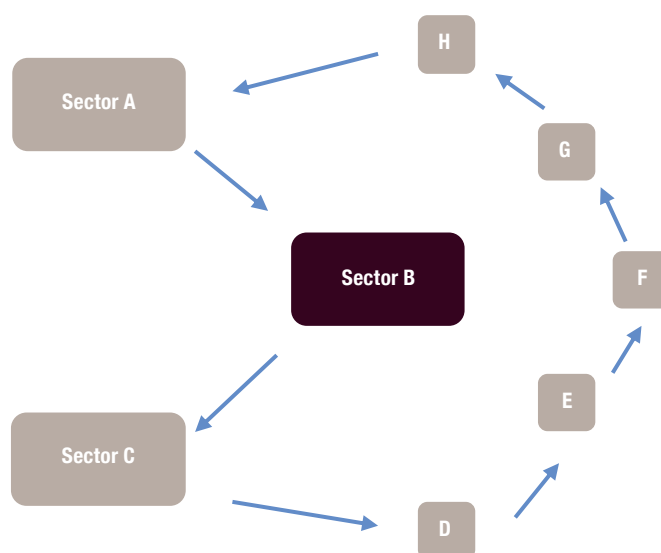
Fuente: Elaboración propia.

El nivel de densificación productiva de una actividad muestra en qué medida ha podido contribuir a la creación de nuevos eslabones en las cadenas de producción. Por último, los cambios en los efectos multiplicadores de la actividad a lo largo del tiempo muestran hasta qué punto ha mejorado su capacidad de generar una causalidad circular acumulativa.

En este contexto, existen tres vías de transmisión distintas para los efectos de difusión y causalidad circular acumulativa, considerando las relaciones de insumo-producto: las cadenas de producción locales, nacionales e internacionales. Incluso cuando existen todas estas vías de transmisión intersectorial, el potencial para internalizar nuevas tecnologías y activar nuevas actividades productivas en el lugar de interés termina por reducirse cuando predominan las vías internacionales y nacionales.

El diagrama 1 muestra cómo se propaga la tecnología por las diferentes vías sectoriales de la economía. El sector de introducción de la tecnología (B) es el punto de partida donde se introduce por primera vez la innovación tecnológica. Las flechas que conectan este sector con otros sectores adyacentes indican la relación entre la venta de bienes y servicios y la propagación directa de la tecnología que afecta de manera inmediata a estos sectores. Las flechas que conectan los sectores directamente afectados (A y C) con otros sectores (D, E, F, G y H) representan la propagación indirecta de la tecnología. Esto demuestra cómo la innovación se propaga a través de interconexiones económicas, influyendo en múltiples sectores a lo largo del camino.

Diagrama 1
Propagación de la tecnología a través de vínculos sectoriales



Fuente: Elaboración propia.

Las matrices de insumo-producto captan las relaciones de interdependencia entre sectores económicos, de forma que cuando un sector incorpora una nueva tecnología, se produce un aumento de la demanda de insumos relacionados. Esta demanda adicional, a su vez, estimula la producción en otros sectores, lo que genera un efecto multiplicador que se extiende por toda la economía. Además, las matrices de insumo-producto permiten distinguir entre efectos directos e indirectos. El efecto directo se produce en el sector que adoptó la tecnología, mientras que los efectos indirectos se transmiten a otros sectores a través de las cadenas de producción. Esto refleja la compleja naturaleza de la difusión y la propagación tecnológica en la economía.

Así es como funciona precisamente la fragmentación mundial de la producción: los avances tecnológicos y productivos se distribuyen por todo el mundo, pero se favorece a los lugares donde se desarrollan las tecnologías (ya que es allí donde se concentran las externalidades ligadas a la producción de conocimientos tecnológicos aplicados) y donde se encuentran las fases más complejas de la producción industrial.

El planteamiento descrito pone de manifiesto la importancia de contar con paradigmas tecnológicos locales lo suficientemente fuertes como para acelerar los efectos de la causalidad circular acumulativa y, por ende, el cambio estructural. La movilización de fuerzas institucionales, incluidos los sectores productivos locales, puede ser decisiva para garantizar que los paradigmas implementados tengan una configuración coherente con las características económicas, ambientales, demográficas, culturales y de otro tipo del lugar de interés.

Dosi, Roventini y Russo (2019) corroboran el postulado de una relación teórica entre los enfoques de Kaldor y Dosi al analizar el crecimiento endógeno y la divergencia global en un modelo multipaís basado en agentes. Los autores sostienen que cada uno de los países analizados dispone de un motor schumpeteriano de cambio técnico endógeno que interactúa con mecanismos keynesianos o kaldorianos de generación de demanda, de modo que durante el proceso de desarrollo experimenta una transformación estructural del sistema productivo.

III. Metodología

Miller y Blair (2009) muestran que, en su forma más básica, un modelo de insumo-producto consiste en un sistema de ecuaciones lineales, cada una de las cuales describe la distribución de la producción de una industria en toda la economía. El modelo de insumo-producto básico de Leontief por lo general se construye a partir de datos económicos observados para una región geográfica específica (país, estado, condado u otra). El presente análisis busca examinar la actividad de un grupo de industrias que, en el proceso de producción de sus propios productos, tanto producen bienes (productos) como consumen bienes de otras industrias (insumos).

En el modelo, la economía se divide en n sectores. Sea x_i la producción total del sector i y f_i la demanda final total de la producción del sector i . Puede escribirse entonces una ecuación simple para explicar cómo el sector i distribuye sus productos, que se dividen entre las ventas a otros sectores y la demanda final, como muestra la ecuación 1:

$$x_i = z_{ij} + \dots + z_{ij} + \dots + z_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} \quad (1)$$

Los sectores vendedores suministran insumos para la producción de los sectores compradores. Los vendedores también suministran bienes y servicios para la demanda final, representada por las exportaciones, la inversión y el consumo de los hogares y el gobierno. Los sectores compradores, por su parte, pagan impuestos y agregan valor mediante salarios y beneficios en el proceso de producción de bienes y servicios, al tiempo que importan.

La matriz de insumo-producto permite establecer los coeficientes técnicos de producción, calculados como la relación entre las compras totales de insumos intermedios de cada sector y su producción bruta. Conocer estos coeficientes permite determinar el origen de los insumos de cada sector y, por tanto, su estructura de costos.

La matriz de coeficientes técnicos directos e indirectos o matriz de requerimientos totales, también conocida como matriz inversa de Leontief, está representada por $(I-A)^{-1}$ y recoge todos los efectos en la totalidad del proceso productivo de la economía a partir de un cambio cuantitativo en cualquier componente de la demanda final.

Dos importantes herramientas analíticas del modelo de insumo-producto tienen origen en la demanda intermedia:

- i) La matriz de coeficientes directos (matriz A): muestra la relación de cada sector con la producción total. Matemáticamente, cada elemento de la matriz viene dado por la ecuación 2:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_{ij}} \quad (2)$$

donde cada elemento a_{ij} representa la relación de cada sector (x_{ij}) con la producción total (X_{ij}). En forma matricial, se obtiene la ecuación 3.

$$A = [a_{ij}] \quad (3)$$

- ii) La matriz de coeficientes técnicos directos e indirectos, también llamada matriz de requerimientos totales: indica las repercusiones totales en todos los sectores económicos de un cambio en cualquier componente de la demanda final. Se obtiene invirtiendo la matriz resultante de la diferencia entre una matriz de identidad I y la matriz A . Puede denominarse matriz B y representarse mediante la ecuación 4.

$$B = [I - A]^{-1} \quad (4)$$

A partir de la matriz B es posible captar los efectos directos e indirectos sobre la producción X de un cambio en la demanda final Y , lo que conduce a la ecuación 5.

$$\Delta X = [I - A]^{-1} \Delta Y \quad (5)$$

Además, el multiplicador de la producción para cada actividad económica se define como el valor total de la producción en todas las actividades de la economía que se necesita para satisfacer una unidad monetaria de demanda final de esa actividad. El efecto de producción inicial en la economía se define únicamente como el valor monetario inicial de la producción de esa actividad necesario para satisfacer esa unidad adicional de demanda final. Así, formalmente, el multiplicador de la producción es la relación entre el efecto total (directo e indirecto) y el efecto inicial. Los multiplicadores de los ingresos y el empleo reflejan las consecuencias económicas más amplias de la nueva demanda final, como los puestos de trabajo creados y el aumento de la renta y del valor agregado de los hogares. Los multiplicadores pueden calcularse según la ecuación 6:

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} v_i \quad (6)$$

en la que GV_j es el impacto total (directo e indirecto) sobre la variable en cuestión, b_{ij} es el elemento ij -ésimo de la matriz inversa de Leontief y v_i es el coeficiente directo de la variable en cuestión.

El enfoque clásico de Leontief parte de una estructura de producción fija en la cual las relaciones entre sectores se describen mediante coeficientes técnicos constantes. Esto significa que los multiplicadores reflejan la respuesta de la economía a un choque de demanda, pero no tienen en cuenta los ajustes dinámicos a lo largo del tiempo. En este artículo, sin embargo, se toman dos puntos en el tiempo para aumentar el poder explicativo de los efectos multiplicadores en estructuras de producción temporalmente distintas.

El multiplicador de la producción en el modelo de insumo-producto se basa en supuestos como la proporcionalidad fija entre insumos y productos, precios constantes y ausencia de restricciones financieras o productivas a corto plazo. La matriz de coeficientes técnicos se trata como estable, lo que supone que un aumento de la demanda final genera un aumento proporcional de la producción. En la práctica, sin embargo, la expansión de la demanda puede enfrentarse a restricciones como una capacidad de producción limitada, escasez de insumos y mano de obra, efectos inflacionarios y restricciones externas.

Este estudio aplica un modelo interregional, en el que las transacciones se distribuyen en más de una región, siguiendo el procedimiento utilizado por Guilhoto (2011) y Miller y Blair (2009). El cuadro 3 presenta esta configuración con un modelo de dos regiones en el que el bloque de transacciones intersectoriales y los vectores de demanda final se subdividen para reflejar los flujos interregionales.

Cuadro 3
Modelo básico de la matriz de insumo-producto interregional

Destino		→		Demanda intermedia (endógena)	Demanda final (exógena)	Demanda total
Origen		↓		Sector en región M	Sector en región E	
Agentes	Sector en región M	Insumos intermedios MM	Insumos intermedios ME	Demanda final MM	Demanda final ME	M
	Sector en región E	Insumos intermedios EM	Insumos intermedios EE	Demanda final EM	Demanda final EE	E
Importaciones (M)		(M)	(M)	(M)		(M)
Impuestos indirectos netos (IIN)		(IIN)	(IIN)	(IIN)		(IIN)
Valor agregado (VA)		VA	VA			
Valor bruto de la producción total		Región M	Región E			

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Guilhoto, J. J. M. (2011). *Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos*. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/32566/>.

A estos efectos, se utilizan indicadores de participación derivados del bloque de producción intrarregional de Pará para evaluar la contribución del sector de interés a la producción total. Se calculan los siguientes indicadores:

- Coeficiente de compras intermedias: relación entre las compras intersectoriales totales de cada actividad económica en la matriz de insumo-producto y su producción bruta.
- Coeficiente de ventas intermedias: relación entre las ventas intersectoriales totales de cada actividad económica en la matriz de insumo-producto y su demanda total.
- Coeficiente de importaciones: relación entre el total de importaciones de cada actividad económica en la matriz de insumo-producto y su producción bruta.
- Coeficiente de exportaciones: relación entre el total de exportaciones de cada actividad económica en la matriz de insumo-producto y su demanda total.

A continuación, en la sección IV.1 se examinan los indicadores de participación de las 67 actividades económicas en Pará a partir de 2015, mientras que en la sección IV.2 se analizan los efectos multiplicadores de las mismas actividades, comparando 2011 y 2015.

IV. Resultados y discusión

1. Análisis de la participación de la industria minera en 2015

Esta sección presenta los resultados de la aplicación de la metodología de insumo-producto para apoyar la discusión teórica de la sección II. El cuadro 4 sintetiza la matriz de insumo-producto interregional de Pará de 2015 con valores totales de importaciones, exportaciones y producción intra- e interregionales.

Los datos del cuadro 4 muestran que la economía de Pará tiene fuertes vínculos comerciales con el resto del Brasil en lo que se refiere a compras de bienes y servicios, y con el resto del mundo en lo que se refiere a exportaciones. Aun así, el comercio interno del estado supera el comercio con ambos combinados.

Cuadro 4
Pará: matriz de insumo-producto interregional resumida, 2015
(En millones de reales)

		Destino			Total
		Pará	Resto del Brasil	Resto del mundo	
Origen	Pará	135 900,61	34 249,44	28 515,41	198 665,47
	Resto del Brasil	74 453,72	9 235 326,83	738 516,58	10 048 297,13
	Resto del mundo	15 292,44	826 327,04	0,00	841 619,48
Total		225 646,76	10 095 903,32	767 032,00	11 088 582,07

Fuente: Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía. (2022). Matriz interestadual de insumo-producto para o Estado do Pará 2015. En E. A. Haddad (Coord.), *Matrizes de Insumo-Produto da Amazônia Legal, 2019*. Fundación Instituto de Investigación Económica. <https://www.gov.br/sudam/pt-br/central-de-conteudo/mip>.

Los gráficos 1, 2, 3 y 4 utilizan coeficientes intermedios y de comercio exterior para detallar estos flujos. El gráfico 1, basado en la matriz A, presenta los coeficientes de compras intermedias de los diferentes sectores en Pará, o sea, el grado en que adquieren bienes y servicios unos de otros. Se observa que los sectores 8, 10 y 20 son los que más bienes y servicios demandan de la economía del propio estado.

Comprender los elementos de la matriz ayuda a confirmar que, como afirma Dosi (1984), los efectos del cambio técnico no se limitan a una única rama industrial. La dinámica de cada rama influye en los patrones de cambio de otras ramas por medio de la difusión interindustrial de innovaciones y, a la vez, se ve influida por ellos. El gráfico 1 muestra que la industria de extracción de mineral de hierro (sector 6) tiene un coeficiente de compras intermedias del 20,2%, frente al promedio intersectorial del 21,6%, lo que representa un valor relativamente bajo para un sector industrial que adquiere una gama considerable de insumos para producir.

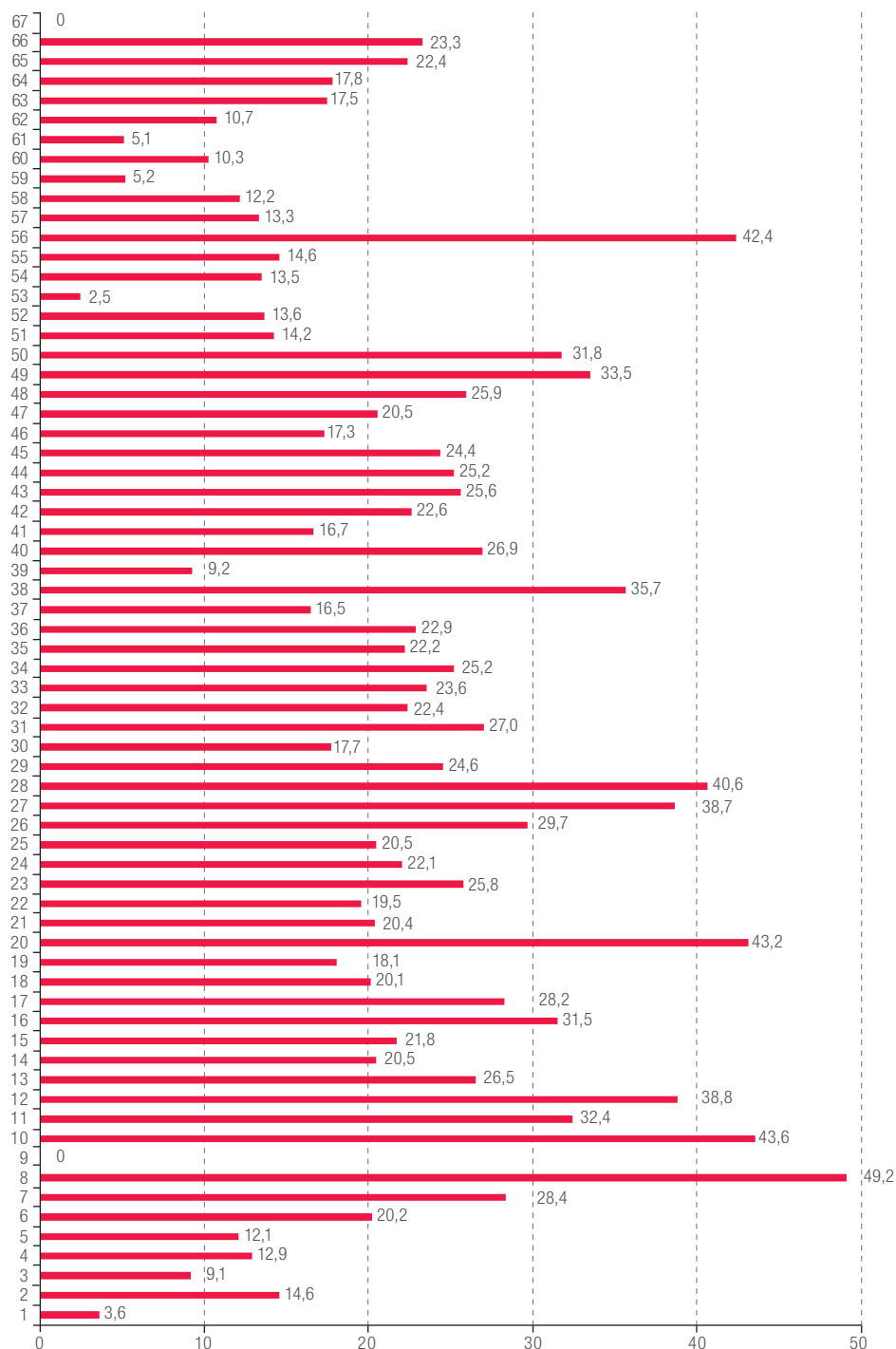
El gráfico 2 sigue la misma lógica que el gráfico 1, pero esta vez se mide la relación entre las importaciones de cada sector y su producción bruta, y se muestra qué productos finales de los sectores tienen las mayores cuotas de importación. En este caso, el promedio es del 6,1% para todos los sectores y del 5,3% para la industria minera, que se sitúa así por debajo del promedio estatal. La combinación de estos indicadores con el primer conjunto demuestra que en el caso de la industria extractiva del mineral de hierro existe una demanda considerable de bienes y servicios procedente del resto del Brasil.

El gráfico 3 presenta los coeficientes de ventas intermedias para el estado de Pará, mostrando la proporción de ventas que se registra entre sectores en el estado en relación con la demanda total. Esto permite identificar qué sectores está activando directamente la economía local.

El coeficiente promedio de ventas intermedias es del 28,8%, mientras que la industria de extracción de mineral de hierro solo tiene un coeficiente del 1,3%, lo que muestra que su producción no está orientada hacia la economía local. Esto indica que los efectos de difusión tecnológica no han sido suficientes para generar actividades locales dinámicas capaces de adquirir una parte significativa de la producción minera.

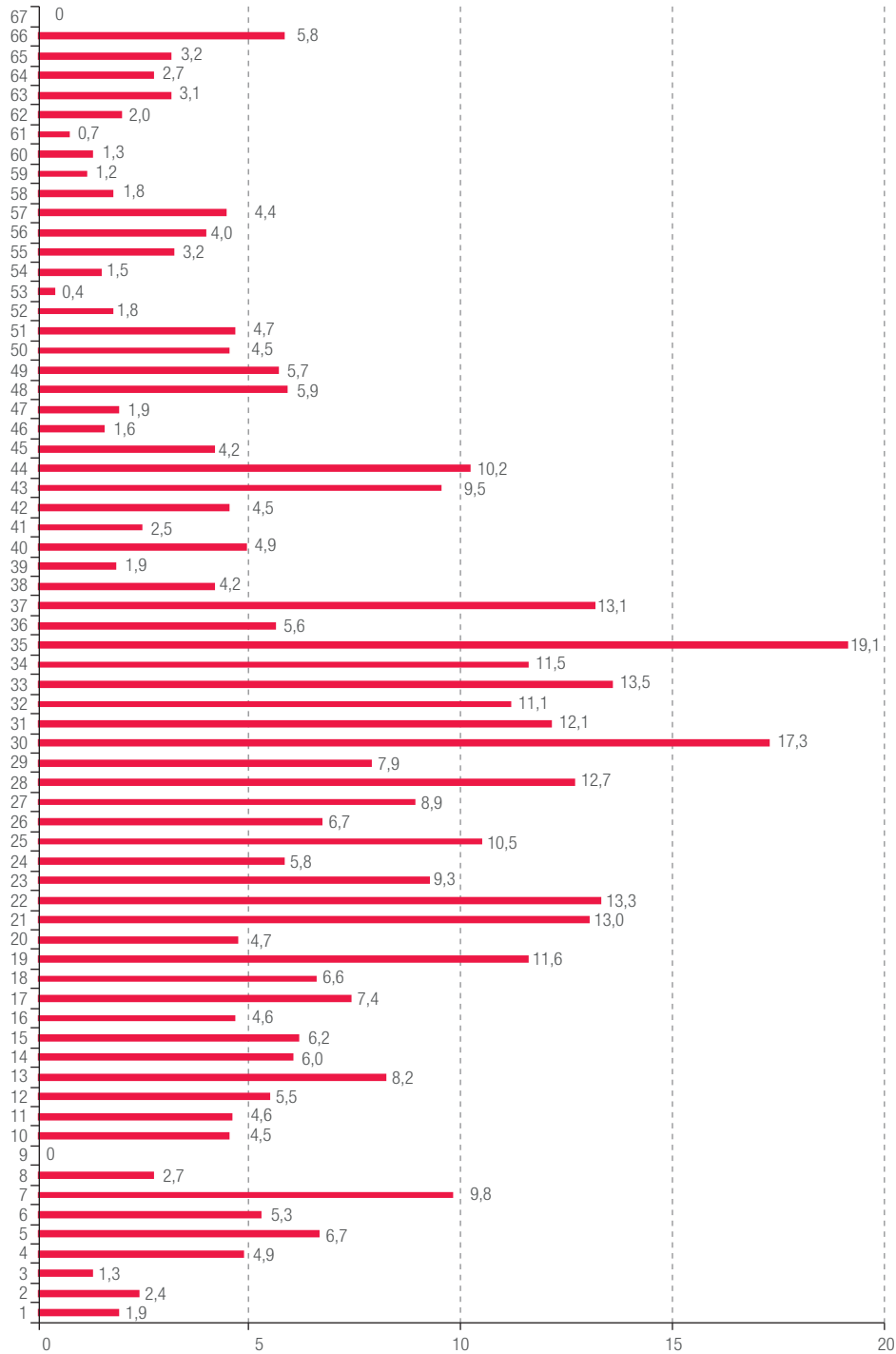
El gráfico 4 sigue la misma lógica que el gráfico 3, pero muestra la relación entre las exportaciones de Pará y la demanda total. El promedio de todos los sectores es del 12,8%, mientras que el valor observado para la industria extractiva del mineral de hierro asciende al 87,6%. Kaldor subraya la importancia de aumentar la intensidad tecnológica de la canasta de exportaciones industriales para impulsar el crecimiento de la producción y la productividad, algo que no se observa a nivel local en el caso de la extracción de mineral de hierro, ya que los productos se exportan en las primeras fases del proceso industrial.

Gráfico 1
Pará: coeficientes de compras intermedias, 2015
(En porcentajes)



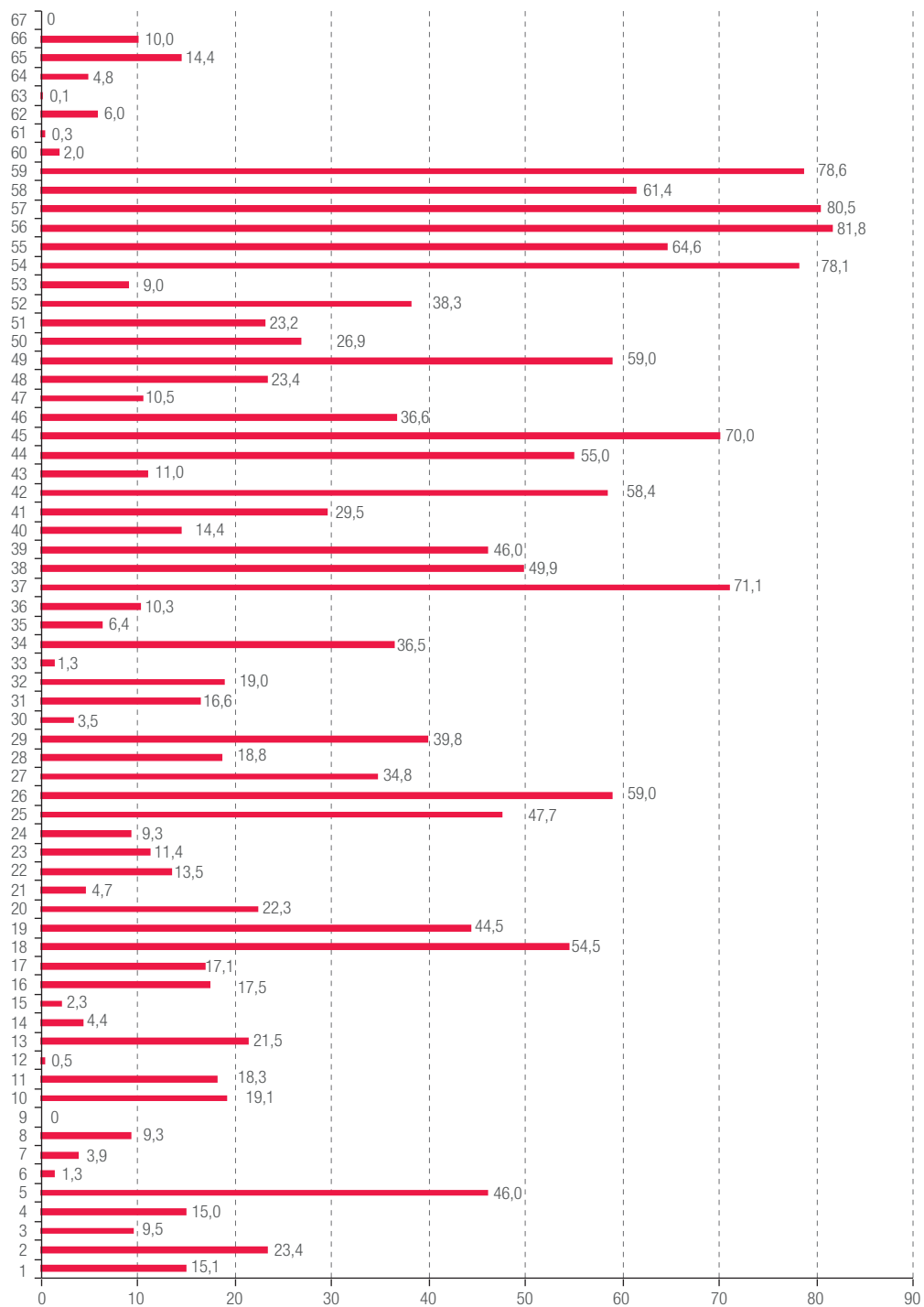
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía. (2022). Matriz interestadual de insumo-producto para o Estado do Pará 2015. En E. A. Haddad (Coord.), *Matrizes de Insumo-Produto da Amazônia Legal, 2019*. Fundação Instituto de Investigação Económica. <https://www.gov.br/sudam/pt-br/central-de-conteudo/mip>.

Gráfico 2
 Pará: coeficientes de importación, 2015
 (En sectores y porcentajes)



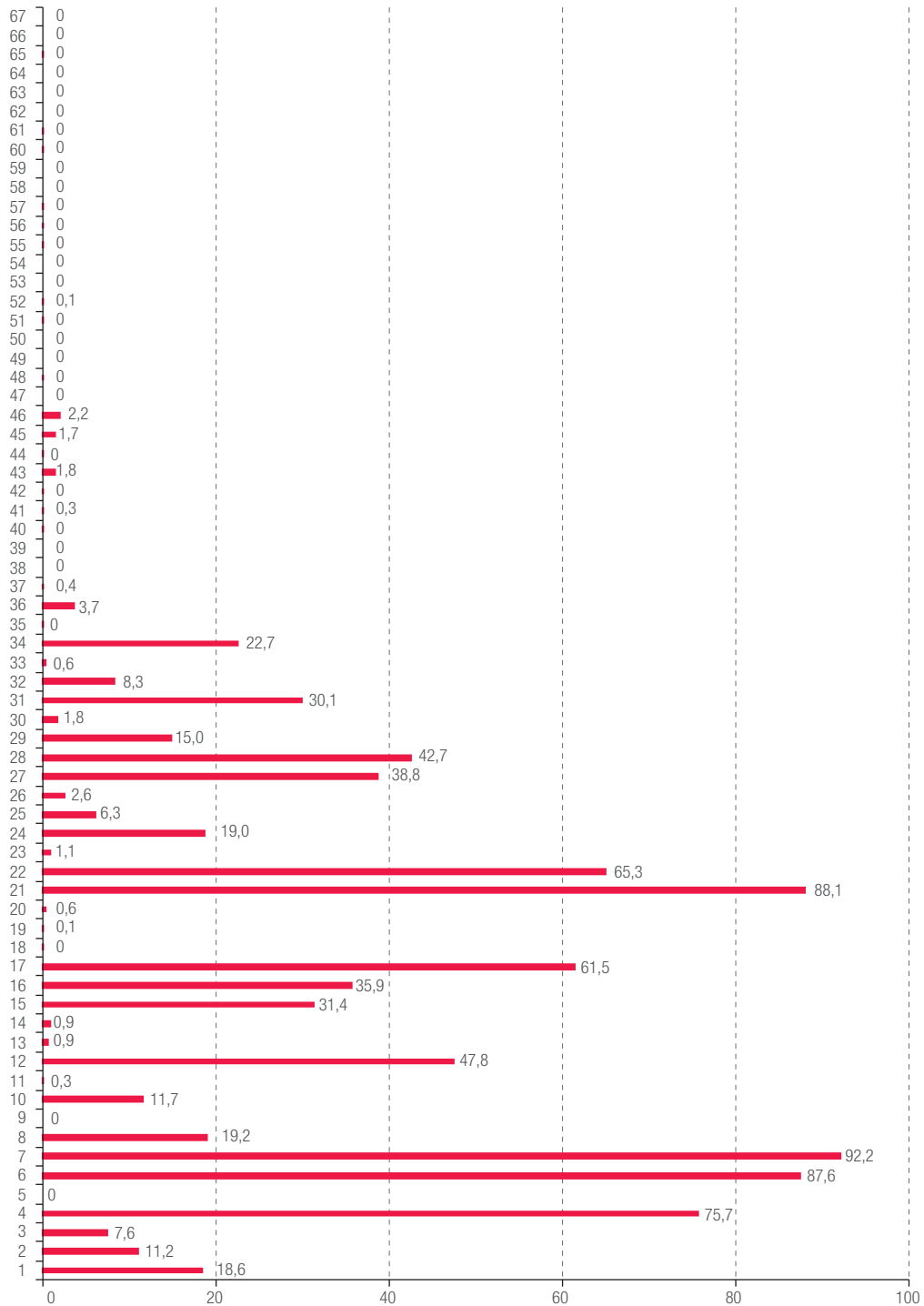
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía. (2022). Matriz interestadual de insumo-producto para o Estado do Pará 2015. En E. A. Haddad (Coord.), *Matrizes de Insumo-Produto da Amazônia Legal, 2019*. Fundação Instituto de Investigación Económica. <https://www.gov.br/sudam/pt-br/central-de-conteudo/mip>.

Gráfico 3
Pará: coeficientes de ventas intermedias, 2015
(En sectores y porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía. (2022). Matriz interestadual de insumo-producto para el Estado do Pará 2015. En E. A. Haddad (Coord.), *Matrizes de Insumo-Produto da Amazônia Legal, 2019*. Fundación Instituto de Investigación Económica. <https://www.gov.br/sudam/pt-br/central-de-conteudo/mip>.

Gráfico 4
 Pará: coeficientes de exportación, 2015
 (En sectores y porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía. (2022). Matriz interestadual de insumo-producto para el Estado do Pará 2015. En E. A. Haddad (Coord.), *Matrizes de Insumo-Produto da Amazônia Legal, 2019*. Fundación Instituto de Investigación Económica. <https://www.gov.br/sudam/pt-br/central-de-conteudo/mip>.

En virtud de lo planteado por Hirschman (1961), también es evidente que la limitada activación de vínculos intersectoriales en el estado dificulta la formación de nuevas empresas, lo que contribuye a una menor densidad de producción y, en consecuencia, al enlentecimiento de la actividad económica en comparación con lo que ocurriría si la producción minera estuviera más directamente vinculada a las actividades económicas locales.

Estos resultados indican que la trayectoria tecnológica y el paradigma de la minería en Pará están orientados hacia la producción mundial. Las exportaciones proceden de sectores extractivos, por lo que falta densificación productivo-tecnológica local. Aunque son un eslabón de la cadena industrial mundial, la implementación de etapas adicionales en el estado aumentaría el poder multiplicador de la producción a través de las ganancias identificadas en las leyes de Kaldor.

Pérez-Oviedo, Cajas-Guijarro y Vallejo (2018) muestran que la red de comercio internacional experimentó cambios significativos entre 1992 y 2014, especialmente con la consolidación de China y los Estados Unidos como “centros mundiales”. A lo largo de esos años, por el contrario, ningún país sudamericano se incorporó al “núcleo” de la red del comercio mundial.

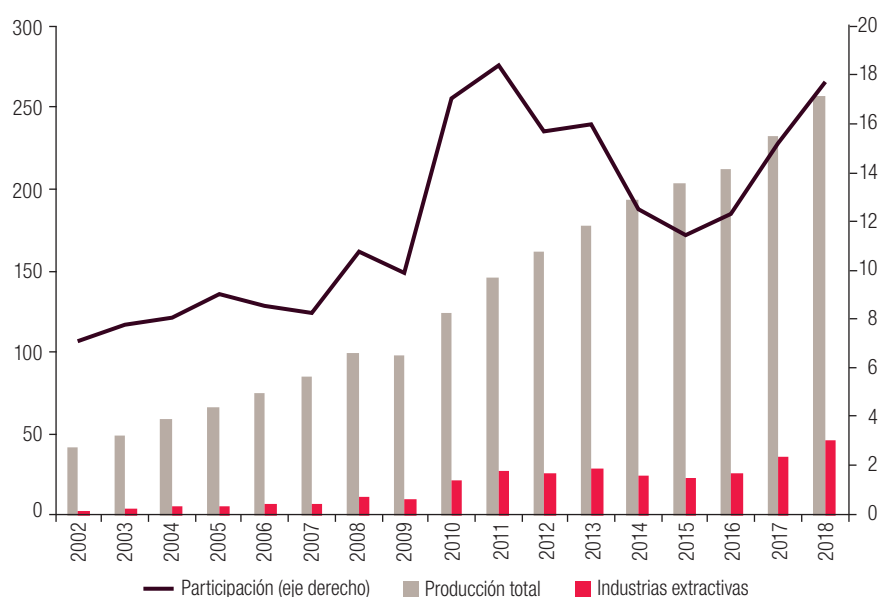
Callegari, Melo y Carvalho (2018) muestran que la participación del Brasil en las cadenas globales de valor se caracteriza por fuertes eslabonamientos hacia adelante, ya que es un proveedor primario de productos, y limitados eslabonamientos hacia atrás, con un uso limitado de importaciones en las exportaciones. La economía brasileña aprovecha las exportaciones al resto del mundo, especialmente a países desarrollados, ya que es proveedora de bienes altamente competitivos y con bajo valor agregado. El país no puede utilizar importaciones para promover la ventaja competitiva de sus propias exportaciones.

El gráfico 5 muestra la evolución de la participación de las industrias extractivas en la producción bruta de Pará de 2002 a 2018, en valores corrientes.

Gráfico 5

Pará: participación de las industrias extractivas en la producción bruta, 2002-2018

(En miles de millones de reales corrientes y porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Instituto Brasileño de Geografía y Estadística. (2021). *Sistema de Contas Regionais 2019*. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?=&t=publicacoes>.

La tercera ley de Kaldor se refiere al conocido modelo de “crecimiento impulsado por las exportaciones”. Sin embargo, las exportaciones en cuestión son las de la industria manufacturera, que se beneficia de vínculos intersectoriales y rendimientos crecientes a escala. La economía minera, por el contrario, es un sector que forma parte de una cadena global de valor y no tiene destacadas interacciones con otros sectores de la economía local.

Este resultado coincide con el análisis de Sanguinet, Alvim y Atienza (2022), que examinaron el efecto de los acuerdos comerciales regionales en la participación de los países latinoamericanos en las cadenas globales de valor entre 1995 y 2015. En resumen, constataron que, para los exportadores latinoamericanos, las elasticidades de los acuerdos comerciales regionales eran más significativas para el comercio menos intensivo en investigación y desarrollo.

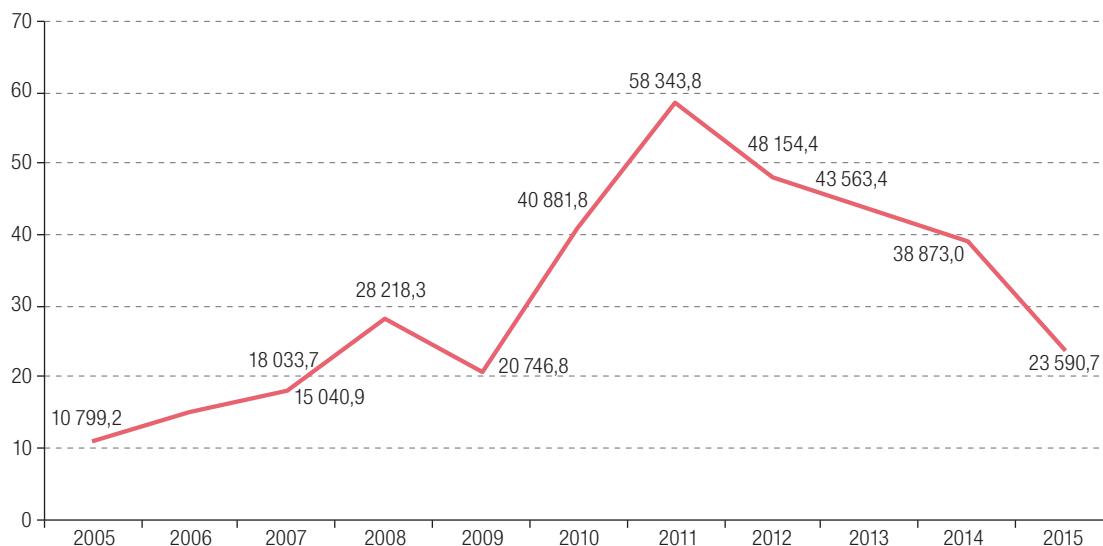
Este patrón indica que la política comercial podría estar fomentando la exportación de insumos con menor contenido tecnológico y niveles más bajos de valor agregado. Las industrias de baja complejidad incorporan pocos conocimientos y tecnología a las cadenas globales de valor, lo que reduce las oportunidades de mejora y desarrollo de los países de la región.

Los datos del gráfico 6 provienen de matrices de insumo-producto internacionales y pueden tomarse como indicativos del grado de participación de Pará en las cadenas globales de valor; la principal fuente son los indicadores de la base de datos sobre el comercio en valor añadido (TiVA) de la OCDE. Dosi (1984) señala que los cambios en el entorno económico son una característica permanente del sistema, y estos cambios suelen estimular el progreso técnico directo a lo largo de una trayectoria tecnológica.

Gráfico 6

Brasil: contenido nacional de valor agregado de las exportaciones mineras, 2005-2015

(En miles de millones de reales corrientes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras de Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

Los gráficos 5 y 6 muestran que la minería está sujeta a su propia dinámica y a las fluctuaciones económicas derivadas de la evolución del sector a nivel mundial, ya que el valor bruto de la producción total del estado aumentó durante todo el período, mientras que en la producción bruta de la industria minera se produjeron fluctuaciones. Una vez más, el valor agregado de la industria minera del Brasil disminuyó durante el mismo período en el que la producción bruta de la industria minera de Pará también descendió.

Dosi (1984) explica que ciertas fuerzas fundamentales en las economías capitalistas (como los criterios de liquidez, la rentabilidad, los esfuerzos por reducir los costos de producción y la búsqueda de nuevos mercados) actúan como mecanismos de selección entre distintos avances tecnológicos. En la estructura productiva de Pará, la minería está orientada a la exportación y, por lo tanto, se encuentra vinculada a las trayectorias tecnológicas mundiales en los sectores para los que produce insumos.

2. Análisis comparativo de los efectos multiplicadores de los sectores industriales en Pará (2011-2015)

Los datos para esta sección se presentan en el anexo y son multiplicadores simples de la producción de los sectores industriales de Pará, con lo que muestran el efecto multiplicador sobre el sector de interés de los choques de demanda final que generan repercusiones directas e indirectas en la economía.

El gráfico A1.1 del anexo muestra los multiplicadores de producción de la industria de Pará en 2011. Se observa que los sectores de refinado de petróleo y coque (2,578), manufactura de productos químicos orgánicos e inorgánicos (2,422) y sacrificio de animales y productos cárnicos (2,412) fueron los que mostraron efectos multiplicadores de la producción más altos, con indicadores cercanos a 2,500. El sector de extracción de mineral de hierro tuvo los efectos multiplicadores más bajos en 2011, con un indicador de 1,206. Esto es coherente con las leyes de Kaldor, que no consideran que el sector minero genere una causalidad circular acumulativa, a diferencia de la industria manufacturera.

El gráfico A1.2 del anexo presenta los multiplicadores de producción del sector industrial de Pará en 2015. Los resultados muestran que el sector de refinado de petróleo y coque (2,471) vuelve a encabezar la clasificación. También vuelven a aparecer los sectores de sacrificio de animales y productos cárnicos (2,383) y manufactura de productos químicos orgánicos e inorgánicos (2,331).

Aunque los multiplicadores de estos tres sectores siguen estando entre los más altos, son más bajos que antes. El mayor descenso se produjo en el sector de manufactura y refinado de azúcar, cuyo multiplicador cayó de 2,066 en 2011 a 1,000 en 2015, lo que significa que dejó de generar efectos adicionales derivados de un aumento de la demanda final.

En el sector de extracción de mineral de hierro, la cifra de 1,720 registrada en 2015 representó un salto de alrededor del 43% con respecto a 2011. Este resultado da cuenta de una evolución sectorial contraria a lo que cabría esperar de las leyes de Kaldor, ya que el sector minero parece haber aumentado los vínculos intersectoriales con la economía de la que forma parte.

Aquí también debe tenerse en cuenta la información encontrada por Florensa et al. (2015) respecto de la presencia en América Latina de redes regionales y mundiales de producción. El efecto positivo de las importaciones de bienes intermedios procedentes de China en los flujos comerciales entre los miembros de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) puede explicarse por la estrategia de política comercial de América Latina orientada a facilitar el acceso a bienes intermedios.

Banacloche et al. (2020) muestran que el alto nivel de valor agregado incorporado en las exportaciones sudamericanas no coincide con un nivel comparable de contenido nacional en los productos intermedios importados, lo que refleja una integración limitada en las cadenas globales de valor, con la excepción del Uruguay. Aunque la penetración de las importaciones en las exportaciones sudamericanas es mayor que en el resto del mundo, sigue siendo baja, lo que indica que la región no está sacando el máximo provecho de los insumos importados para mejorar la calidad y variedad de sus exportaciones.

Como se vio en apartado IV.1, el coeficiente de compras intermedias de la industria minera fue inferior al promedio de los demás sectores de la economía de Pará en 2015 (20,2%), lo que muestra que, pese a su protagonismo en la producción, el sector no es líder en la difusión y multiplicación de efectos en la estructura productiva de Pará. Además, el coeficiente de ventas intermedias del sector de extracción de mineral de hierro se situó considerablemente por debajo del promedio en 2015 (1,3%).

El salto en los efectos multiplicadores del sector se explica, por tanto, por el aumento de los valores del indicador de compras intermedias en sectores que tienen un mayor efecto multiplicador en la economía, lo que potencia los efectos indirectos de la industria extractiva del mineral de hierro. De este modo, fueron otros sectores los que propagaron efectos de multiplicación productiva en la economía de Pará en 2015, como se muestra en el gráfico A1.2.

Cabe señalar que la actividad minera a gran escala genera importantes efectos conexos. Un ejemplo es el impacto en los ingresos municipales, sobre todo en las zonas donde se ubican los proyectos, por medio de las contribuciones del fondo de Compensación Financiera por la Explotación de Recursos Minerales (CFEM) y de la participación de los municipios en el impuesto a la circulación de bienes y servicios (ICMS). Según la Agencia Nacional de Minería (ANM), la CFEM, establecida por el artículo 20, párrafo 1, de la Constitución brasileña de 1988, se asigna a los estados, el Distrito Federal, los municipios y los organismos del Gobierno federal como compensación por el uso económico de los recursos minerales dentro de sus jurisdicciones.

A través de la CFEM, parte del impacto de las actividades mineras se transfiere a los presupuestos públicos, lo que contribuye a aspectos más amplios del desarrollo económico. Sin embargo, estos efectos no se transmiten a otras actividades mediante vínculos intersectoriales que incluyan compras y ventas. A modo de ejemplo, en 2022, los municipios de Pará recibieron poco más de 2.000 millones de reales en transferencias de la CFEM (Agencia Nacional de Minería [ANM], 2022).

V. Conclusiones

En este trabajo se propuso analizar la economía de Pará estableciendo una conexión teórica entre las ideas de Nicholas Kaldor y Giovanni Dosi y examinando la estructura tecnológica de la producción regional mediante la utilización de la metodología de insumo-producto creada por Wassily Leontief. A efectos ilustrativos, la atención se centró en el sector minero, que representa gran parte de la economía del estado.

Una aplicación preliminar de la perspectiva de Kaldor-Dosi, con la ayuda de la matriz de insumo-producto de Leontief, permitió extraer conclusiones específicas sobre la dinámica de la industria minera en relación con la estructura productiva de Pará. El análisis indica que la minería está orientada a las exportaciones y, por lo tanto, vinculada a las trayectorias tecnológicas mundiales en los sectores para los que produce insumos.

Los datos muestran que el sector minero forma parte de una cadena global de valor y no tiene grandes interacciones con otros sectores de la economía local. En otras palabras, los efectos de difusión tecnológica no son suficientes para generar actividades locales dinámicas capaces de absorber una parte significativa de la producción minera.

En suma, la aplicación del enfoque Kaldor-Dosi permitió identificar la importancia de la difusión tecnológica intersectorial a escala internacional, concretamente a través de las cadenas globales de valor y sus efectos sobre las trayectorias tecnológicas y las dinámicas económicas locales. Dados los patrones del comercio mundial, las actividades dinámicas pueden carecer de

vínculos con las actividades locales y, por tanto, no transferir tecnología a través de los mecanismos de difusión descritos por Dosi (1984). De modo similar, pueden no contribuir a la formación de una base industrial local dinámica capaz de alcanzar altos niveles de productividad y sofisticación tecnológica en el sentido kaldoriano.

Es importante señalar que el enfoque del paradigma y la trayectoria tecnológica coincide con el marco de insumo-producto en el sentido de que ambos son herramientas para entender la estructura de una economía. Sin embargo, ambos enfoques difieren en sus métodos y objetivo.

El enfoque del paradigma y la trayectoria se centra en el papel de la innovación tecnológica como motor central del crecimiento económico y describe cómo evolucionan las economías a lo largo del tiempo en respuesta al cambio tecnológico. El marco de insumo-producto, por su parte, es una herramienta para analizar la estructura de una economía en un momento determinado. Así, los resultados del análisis de este estudio ponen de relieve los puntos temporales y espaciales de la estructura de producción que surgen de una dinámica productiva conformada por paradigmas y trayectorias tecnológicas.

Bibliografía

- Agencia Nacional de Minería. (2022). *Compensação Financeira pela Exploração Mineral – CFEM*. <https://www.gov.br/anm/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/contribuicao-financeira-pela-exploracao-mineral-2013-cfem>
- Araújo, I. F., Perobelli, F. S. y Faria, W. R. (2021). Regional and global patterns of participation in value chains: evidence from Brazil. *International Economics*, 165.
- Banacloche, S., Cadarso, M. Á. y Monsalve, F. (2020). Implications of measuring value added in exports with a regional input-output table: a case of study in South America. *Structural Change and Economic Dynamics*, 52.
- Borghì, R. A. Z. (2017). The Brazilian productive structure and policy responses in the face of the international economic crisis: an assessment based on input-output analysis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 43.
- Callegari, J., Melo, T. M. y Carvalho, C. E. (2018). The peculiar insertion of Brazil into global value chains. *Review of Development Economics*, 22(3).
- Dixon, R. y Thirlwall, A. P. (1975). A model of regional growth-rate differences on Kaldorian lines. *Oxford Economic Papers*, 27(2), 201–214.
- Dosi, G. (1984). *Technical change and industrial transformation: The theory and an application to the semiconductor industry*. Springer.
- Dosi, G., Roventini, A. y Russo, E. (2019). Endogenous growth and global divergence in a multi-country agent-based model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 101.
- Ferreira, J. D. y Schneider, M. B. (2015). As cadeias globais de valor e a inserção da indústria brasileira. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 11(23).
- Florensa, L. M., Márquez-Ramos, L., Martínez-Zarzoso, I., y Recalde, M. L. (2015). Regional versus global production networks: where does Latin America stand? *Applied Economics*, 47(37), 3938–3956. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1023938>
- Grodzicki, M. J. y Skrzypek, J. (2020). Cost-competitiveness and structural change in value chains: vertically-integrated analysis of the European automotive sector. *Structural Change and Economic Dynamics*, 55.
- Guilhoto, J. J. M. (2011). *Análise de insumo-producto: teoria e fundamentos*. <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/32566/>
- Guisan, M. C., et al. (2017). Manufacturing and development in countries and areas of Europe and Eurasia, 2000–2010. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 17(1).
- Haddad, E. A., Gonçalves Júnior, C. A. y Oliveira Nascimento, T. (2017). Matriz interestadual de insumo-producto para o Brasil: uma aplicação do método IIOAS. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 11(4). <http://www.revistaaber.org.br>

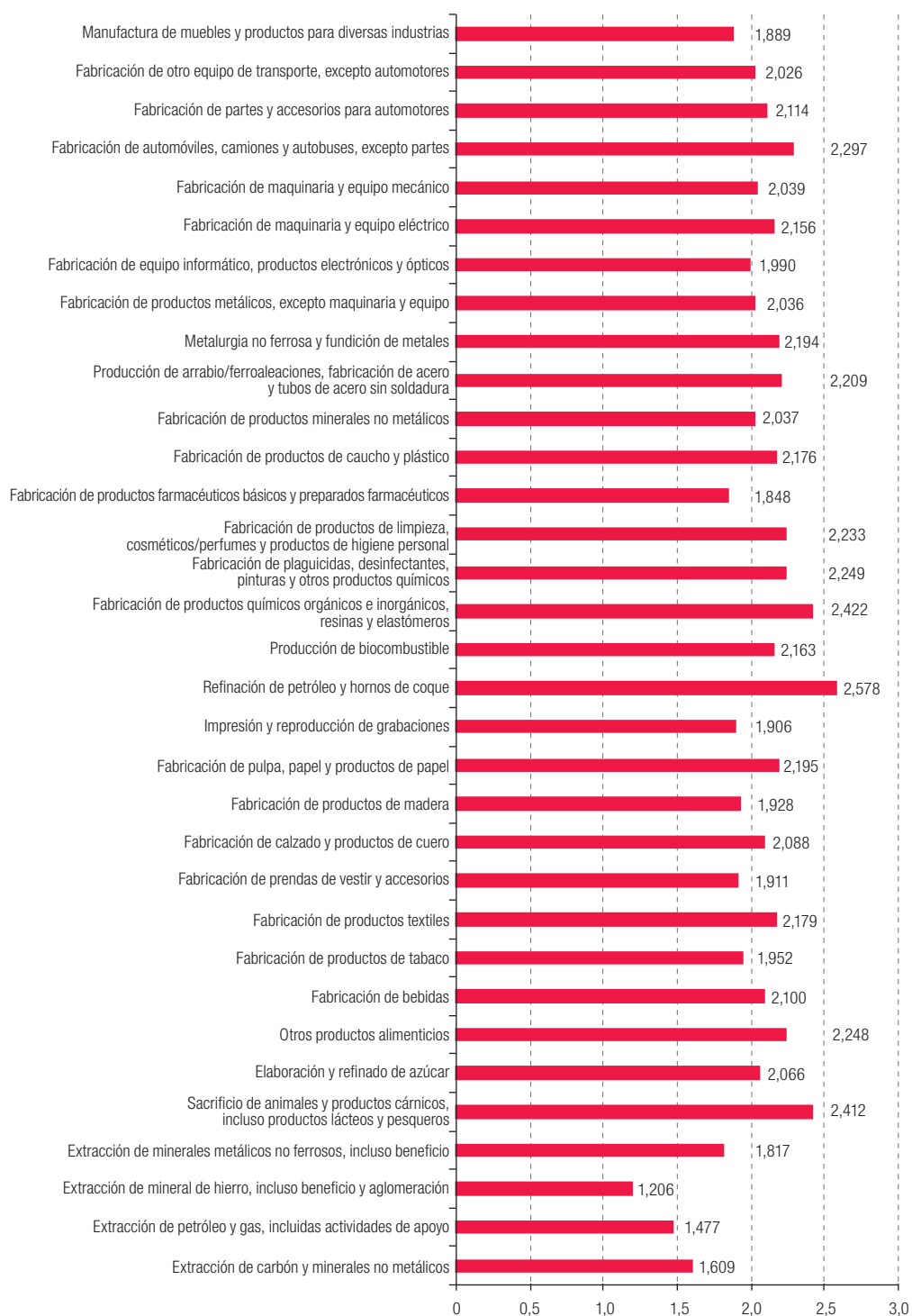
- Hirschman, A. O. (1961). *Estratégia do desenvolvimento econômico*. Fundo de Cultura.
- Instituto Brasileiro de Mineração. (2022). *Dados IBRAM setor Mineral 2022*. <https://ibram.org.br/publicacoes/>
- Kaldor, N. (1957). *A model of economic growth*. *The Economic Journal*, 67(268), 591–624.
- Kaldor, N. (1966). Marginal productivity and the macro-economic theories of distribution: Comment on Samuelson and Modigliani. *The Review of Economic Studies*, 33(4).
- Kaldor, N. (1970). The case for regional policies. *Scottish Journal of Political Economy*, 17(3), 337–348.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press.
- Lamonica, M. T., et al. (2007). Crescimento e industrialização no Brasil: As lições das Leis de Kaldor. *Anais do 35º Encontro Nacional de Economia*, 35. <https://en.anpec.org.br/previous-editions.php?r=encontro-2007>
- Leontief, W. (1936). Quantitative input-output relations in the economic systems of the United States. *Review of Economics and Statistics*, 18(3).
- Maldonado Atencio, A. A. (2019). *El patrón estructural de desindustrialización prematura de América Latina 1970-2015: evidencias y determinantes* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada].
- McCombie, J. S. L. (1988). A synoptic view of regional growth and unemployment: I – The neoclassical theory. *Urban Studies*, 25(4), 267–281.
- Miller, R. E. y Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: Foundations and extensions*. Cambridge University Press.
- Moczzadlo, R. (2020). Re-industrialization to foster growth and employment in the European Union. *Ekonomski Vjesnik*, 33(1).
- Morceiro, P. C. (2012). *Desindustrialização na economia brasileira no período 2000-2011: Abordagens e indicadores*. Cultura Acadêmica.
- Oreiro, J. L., Nakabashi, L. y Souza, G. J. G. (2010). A economia brasileira puxada pela demanda agregada. *Brazilian Journal of Political Economy*, 30.
- Pan, H. (2006). Dynamic and endogenous change of input-output structure with specific layers of technology. *Structural Change and Economic Dynamics*, 17(2).
- Perez, C. (1985). Microelectronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries. *World Development*, 13(3).
- Pérez, C. (1992). Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo. *El Trimestre Económico*, 59(233).
- Pérez, C. (2001). Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista de la CEPAL* (75) (LC/G.2150-P). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Pérez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1).
- Pérez-Oviedo, W., Cajas-Guijarro, J. y Vallejo, M. C. (2018). South America: Trade and integration in the new global trade network. *Regionalism, Development and the Post-Commodities Boom in South America*.
- Przywara, R. (2017). Deindustrialization – Opportunity or threat? *Athens Journal of Business and Economics*, 5.
- Romero, J. P. (2019). A Kaldor–Schumpeter model of cumulative growth. *Cambridge Journal of Economics*, 43(6).
- Romero, J. P. (2021). Aggregate growth models from a Schumpeterian perspective: A review. *Revista Brasileira de Inovação*, 19.
- Santos, V. M. (2017). *A economia do Sudeste paraense: Evidências das transformações estruturais*. Instituto de Investigación Económica Aplicada.
- Sanguinet, E. R., Alvim, A. M. y Atienza, M. (2022). Trade agreements and participation in global value chains: Empirical evidence from Latin America. *The World Economy*, 45(3).
- Silva, E. H. y Hasenclever, L. (2010). Simulação da dinâmica do crescimento econômico em um modelo kaldoriano-evolucionário no contexto da economia brasileira. *Economia*, 11(3).
- Superintendencia del Desarrollo de la Amazonía. (2022). Matriz interestadual de insumo-producto para o Estado do Pará 2015. En E. A. Haddad (Coord.), *Matrizes de Insumo-Produto da Amazônia Legal, 2019*. Fundação Instituto de Investigación Económica. <https://www.gov.br/sudam/pt-br/central-de-conteudo/mip>
- Thirlwall, A. P. (1983). A plain man's guide to Kaldor's growth laws. *Journal of Post Keynesian Economics*, 5(3). <https://doi.org/10.1080/01603477.1983.114893757>
- Thirlwall, A. P. (2007). Regional problems are “balance-of-payments” problems. *Regional Studies*, 41(S1), S89–S95.

Anexo A1

Multiplicadores de la producción en la industria de Pará

Gráfico A1.1

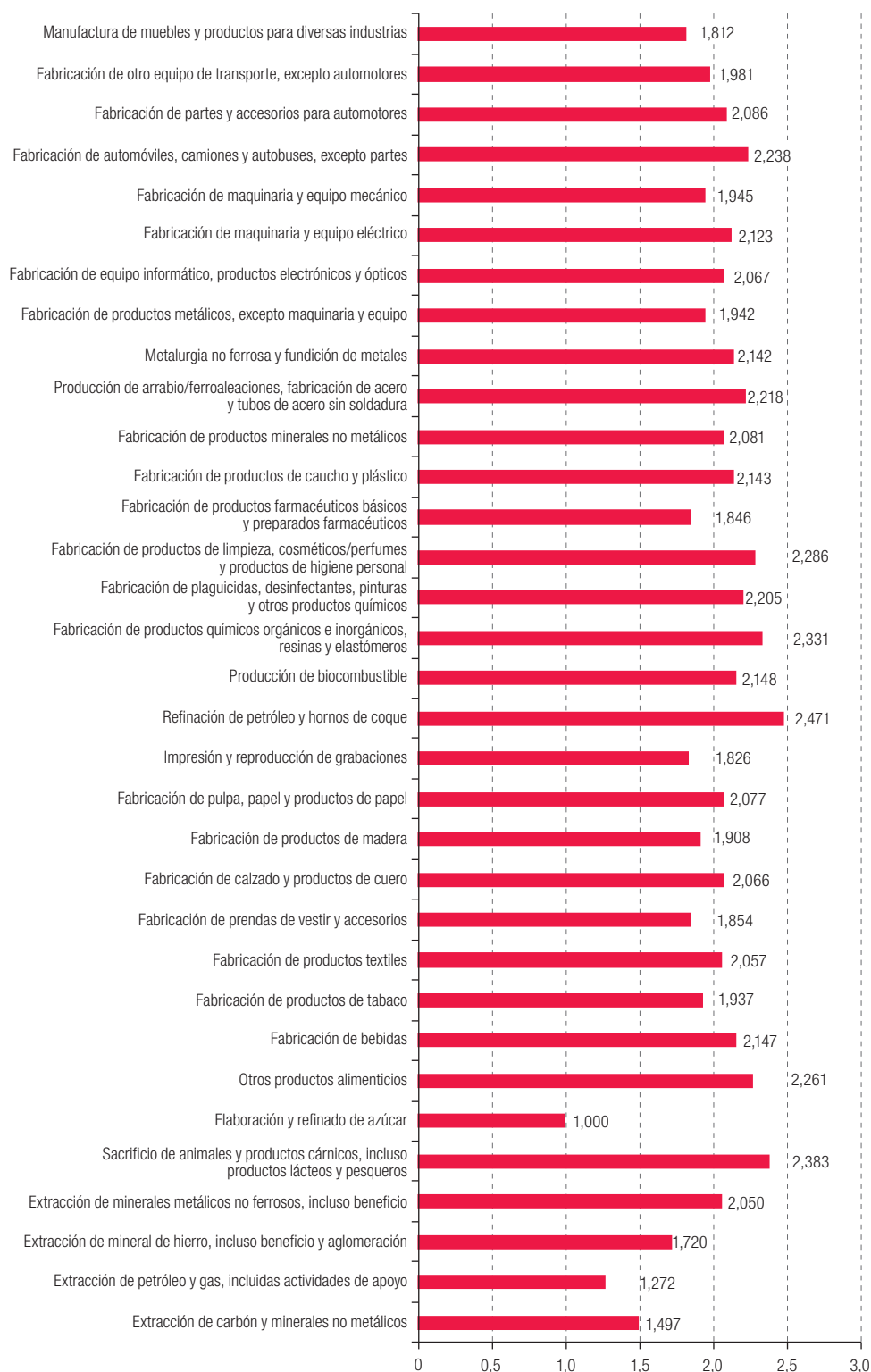
Efectos multiplicadores de la producción bruta en el sector industrial de Pará, 2011



Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras de Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

Gráfico A1.2

Efectos multiplicadores de la producción bruta en el sector industrial de Pará, 2015



Fuente: Elaboración propia sobre la base de cifras de Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).