

Dinámica tecnológica internacional de los sectores productivos: un análisis empírico

Fernando Isabella Revetria

RESUMEN

Se propone una nueva metodología para evaluar las oportunidades de desarrollo económico asociadas a la presencia de las diversas industrias en la estructura económica de un país. Con tal propósito, se reinterpretan las herramientas de la literatura del “espacio de producto” a partir de conceptos neoschumpeterianos, procurando evaluar la sofisticación y transversalidad tecnológica de los sectores productivos, a objeto de caracterizar el actual paradigma tecnoproductivo y el papel de los diversos sectores en este. Mediante el trabajo con datos de exportaciones de 113 países y territorios en el período 2005-2009, se concluye que los “sectores clave” en la economía mundial son “Maquinaria Industrial”, “Instrumentos Científicos y Médicos” y “Farmacéutica”. Empero, los buenos resultados mostrados por sectores basados en tecnologías maduras sugieren la hipótesis de la sobrevivencia y superposición de sectores clave de diferentes etapas históricas —en una suerte de capas geológicas— debido a la persistencia de los sistemas tecnológicos previos.

PALABRAS CLAVE

Desarrollo económico, producción industrial, diversificación de la producción, calidad del producto, innovaciones tecnológicas, exportaciones, América Latina

CLASIFICACIÓN JEL

033, 049, 050

AUTOR

Fernando Isabella Revetria es profesor asistente en el Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. fisabella@iecon.ccee.edu.uy

I

Introducción

En los últimos años, a raíz de algunos cambios procesados en varias economías de América del Sur, como el despegue de actividades agrícolas y mineras y el crecimiento exponencial de las exportaciones asociadas, se ha revitalizado un debate de connotaciones académicas y políticas sobre las perspectivas a mediano y largo plazo de este proceso. En particular, la discusión se ha centrado en torno a si los sectores que lideran el crecimiento, muy ligados a la base primaria, permitirán conducir a las economías por una senda de crecimiento sostenido, o si, por el contrario, el dinamismo actual es el resultado pasajero de una situación internacional extraordinaria.

Desde diversas visiones se califica a los sectores agropecuarios y mineros, con sus cadenas industriales, como sectores de escasa potencialidad de conducir a la economía a una senda de crecimiento a largo plazo. Se les suele contraponer la importancia de sectores manufactureros más alejados de la base primaria y con mayores posibilidades de aplicación de conocimientos científicos. Según estos enfoques, por lo tanto, la evolución sectorial de estas economías sudamericanas es preocupante en una mirada de largo plazo y se argumenta que deberían diseñarse políticas activas para enfrentar esta situación y desarrollar nuevos sectores productivos, más intensivos en oportunidades tecnológicas (Lall, 2000; Cimoli, 2005; CEPAL, 2007).

A nivel regional, en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha habido esfuerzos recientes por integrar su tradición estructuralista con la perspectiva microeconómica evolucionista, en la que ha sido llamada “Síntesis evolucionista-estructuralista”. En este enfoque se articulan distintas contribuciones que comparten algunas ideas básicas, como las diferencias intrínsecas entre los distintos sectores productivos con respecto a su contribución al desarrollo, la importancia de las especificidades del conocimiento y las tecnologías, la ausencia frecuente de procesos de ajuste automático, la relevancia de los desequilibrios en el proceso de desarrollo, el papel de las instituciones y la intervención

del Estado destinada a superar los obstáculos para el cambio estructural (Peres y Primi, 2009; CEPAL, 2012).

En efecto, en la visión evolucionista-neoschumpeteriana también se hace hincapié en que el tipo de especialización productiva no es neutral en cuanto a su repercusión en el desarrollo y se subrayan las diferentes oportunidades sectoriales de aprendizaje y aplicación de progreso técnico (Pavitt, 1984; Lall, 2000; Antonelli, 2007). Sobre todo resalta el concepto de “transversalidad” (*pervasiveness*) de ciertas nuevas tecnologías (innovaciones radicales), para referirse a sus amplias oportunidades de aplicación a lo largo y ancho de la economía, mucho más allá del sector en que fueron desarrolladas.

Las corrientes económicas señaladas coinciden entonces en la importancia de la especialización sectorial de las economías en términos de su potencial para el desarrollo. Sin embargo, para obtener evidencia actual que permita evaluar los diferentes sectores productivos se necesita un análisis empírico. En numerosos estudios se investiga a partir de taxonomías industriales preelaboradas, surgidas de trabajos empíricos para momentos y países específicos, y se valora la capacidad de incorporación de innovaciones y de generar derrames (externalidades positivas) de las diferentes industrias; por ejemplo Pavitt (1984); Hatzichronoglu (1997); Lall (2000); Katz y Stumpo (2001). Si bien la utilidad de esas taxonomías ha sido probada y los resultados que en ellas se basan son generalmente contrastados con datos actuales, se entiende que en un mundo en permanente transformación y rearticulación de los procesos productivos, las condiciones concretas en que los bienes se producían en cierto contexto no informan necesariamente sobre las potencialidades que su producción puede presentar en otros contextos.

De este modo, el problema que se procura abordar en este trabajo se refiere a cómo evaluar, de manera dinámica, la potencialidad de los diferentes sectores productivos para conducir a una economía por una senda de crecimiento sostenido.

A partir de una reinterpretación de las herramientas desarrolladas por la literatura del “espacio de producto”, y a la luz de conceptos neoschumpeterianos y estructuralistas, se desarrolla una metodología empírica por cuyo intermedio —trabajando con datos de comercio internacional— se evalúan dos cualidades de los

□ Este artículo surge a partir de mi tesis de maestría. Agradezco especialmente a mis tutores Lucía Pittaluga y Juan José Goyeneche; al tribunal evaluador por sus comentarios (Henry Willebal, Gustavo Bittencourt y Gabriel Porcile) y a mis compañeros Carlos Bianchi y Carolina Román por su apoyo permanente.

sectores productivos: sofisticación y transversalidad tecnológica. Al aplicar dicha metodología se concluye que los “sectores clave” en la economía mundial son “Maquinaria Industrial”, “Instrumentos Científicos y Médicos” y “Farmacéutica”, relegando a las últimas posiciones a los sectores productivos más cercanos a la base primaria de la economía, lo que confirma los temores señalados sobre la especialización productiva reciente en América del Sur.

El trabajo se compone de seis secciones. En la sección II se expone el marco conceptual en que se basa el trabajo; a continuación, en la sección III, se desarrollan la metodología y la estrategia empírica propuesta. Luego, en la cuarta sección, se pasa revista a los datos utilizados en este trabajo y a la clasificación sectorial de los bienes que se utiliza. Finalmente, en la sección V, se presentan los resultados obtenidos y se sintetizan las conclusiones.

II

Marco conceptual

1. El espacio de producto (EP)

En los últimos años, un grupo de investigadores de Harvard ha desarrollado un instrumental conocido como espacio de producto (EP), ligado al concepto de “proximidad” entre los diferentes bienes, y que es calculado como la probabilidad condicional de que un país, que exporta un bien A, pueda producir y exportar otro bien B.

Hausmann y Klinger (2006a) plantean la proximidad entre los bienes i y j en el momento t como:

$$\phi_{i,j,t} = \min\{P(x_{i,t}|x_{j,t}), P(x_{j,t}|x_{i,t})\} \quad (1)$$

donde $P(x_{i,t}|x_{j,t})$ es la probabilidad condicional de que dado que un país exporta el bien j con ventajas comparativas reveladas¹ (VCR) mayores que 1, también exporte con VCR el bien i .

Con datos de comercio mundial es posible calcular las proximidades entre todos los pares de bienes comercializados que reflejen las condiciones de todos los países. Esto es lo que los autores denominan “matriz de proximidad” —que es la representación básica del EP— y encuentran que hay bienes estrechamente conectados con muchos otros, porque presentan una alta suma de proximidades con el resto de los bienes (a lo que llamaremos proximidad total al EP), mientras que otros bienes se presentan más bien aislados. Los

primeros se ubican en el “núcleo denso” del EP, en tanto que los últimos estarían en la “periferia” de una representación gráfica del EP.

Como se observa, este es un indicador totalmente empírico que refleja las asociaciones entre bienes que efectivamente se dan en el comercio internacional, independientemente de las teorías utilizadas para interpretarlo.

Respecto de las causas que explican que dos productos presenten una alta proximidad entre ellos, los autores expresan la idea de que lo que está detrás de esa alta proximidad son las capacidades (*capabilities*) requeridas para la producción competitiva de los bienes. Cada producto requiere un conjunto específico de capacidades, que es un sustituto imperfecto de las capacidades requeridas por cualquier otro producto. Si dos productos tienden a asociarse en la canasta de exportaciones de los países, ello indica que los conjuntos de capacidades requeridos por ellos son buenos sustitutos, de manera que el país que desarrolla la producción de uno, fácilmente puede desarrollar la producción del otro. El concepto de capacidades utilizado por los autores es muy amplio e incluye desde infraestructuras e instituciones hasta activos físicos y conocimientos tecnológicos; aunque los autores asumen explícitamente una actitud “agnóstica” en el sentido de que rechazan tomar partido sobre cuál de esos ítems es más importante (Hidalgo y otros, 2007). Esta decisión deja un amplio campo para una interpretación menos “agnóstica”, que le otorgue un contenido teórico más claro al instrumental y provea una interpretación más precisa de los resultados de la aplicación de estas herramientas. En la próxima sección se proseguirá ese camino.

¹ Tomando la definición de ventajas comparativas reveladas de Balassa (1964).

A partir de lo anterior, se puede plantear la hipótesis de que la probabilidad que presenta un país de incorporar a su estructura productiva² un bien que actualmente no se incluye en ella, depende de la proximidad que ese bien presente con los bienes actualmente incluidos en dicha estructura, ya que las capacidades desarrolladas para producir los actuales bienes pueden ser más o menos cercanas a las necesarias para la producción del otro bien. Eso es precisamente lo que Hausmann y Klinger (2006a) demuestran empíricamente.

Por lo tanto, el actual patrón de producción de un país sería informativo de sus posibilidades de diversificación.

Por otra parte, Hausmann, Hwang y Rodrik (2005) encuentran que existen bienes exportados básicamente por países ricos y otros por países pobres, y que los países “se convierten en lo que exportan”; es decir, que los países pobres que se van especializando en exportar bienes característicos de países ricos, tienden a aproximar sus niveles de ingresos al de estos. Estos autores desarrollan indicadores para medir estas dimensiones, entre los que resalta el PRODY que asocia a cada bien con el ingreso per cápita de los países más especializados en su exportación. Formalmente:

$$PRODY_i = \sum_c \frac{(x_{ci}/X_c)}{\sum_c (x_{ci}/X_c)} Y_c \quad (2)$$

donde x_{ci} representa el valor de las exportaciones del bien i por parte del país c . X_c son las exportaciones totales del país c , en tanto que Y_c refiere al PIB per cápita del país c .

De esta forma, el PRODY es utilizado como indicador de sofisticación de los bienes y refleja, a través del ingreso per cápita de los países productores, los niveles de productividad asociados al bien. Los autores testean estadísticamente la asociación entre niveles de ingreso y PRODY, y —especialmente— la alta significación estadística de los desvíos entre esa relación y el crecimiento futuro. Es decir, aquellos países que presentan un PRODY mayor al que “correspondería” de acuerdo con su nivel de ingresos en un momento dado, tienden a crecer más pronunciadamente en los períodos siguientes, convergiendo así al ingreso esperado; de ahí la idea de que los países “se convierten en lo que exportan”.

Esta perspectiva abre un amplio campo empírico y aporta herramientas relevantes para el análisis, sin recurrir a taxonomías preelaboradas para clasificar los productos y sus sectores productivos.

2. Interpretación

Como fue señalado, en lo que se refiere a la interpretación teórica de este instrumental, los autores asumen una postura “agnóstica” sobre las razones más relevantes que explican las asociaciones entre productos, y entre estos y los niveles de renta. En este trabajo se reinterpretan las herramientas del EP con el objetivo de poder desarrollar nuevos instrumentos a partir de ellas, con un sentido analítico concreto. Con ese fin se retoma el concepto de las “capacidades tecnológicas” necesarias para poder producir eficientemente un producto. Se entiende, en conformidad con la visión evolucionista, que las capacidades tecnológicas son específicas, acumulativas y parcialmente tácitas. La primera característica implica que requiere de esfuerzo adaptar dichas capacidades a las necesidades concretas de una empresa; ellas son algo más que simple conocimiento científico y no basta con tener a disposición los manuales. Además, tienen fuertes componentes sectoriales, por lo que un desarrollo tecnológico pensado para resolver las necesidades en un sector productivo no es automáticamente aplicable en otro contexto. El segundo adjetivo, que define a las capacidades tecnológicas como acumulativas, se refiere a la importancia de las trayectorias históricas por firma, ya que estas tienen marcadas implicancias en las capacidades presentes. Esas trayectorias históricas pueden también extenderse a sistemas económicos más amplios, como regiones o países. Es decir, que el costo (y las probabilidades de éxito) con que la tecnología se adapta a las necesidades concretas depende de la acumulación previa de capacidades. Finalmente, y en estrecha vinculación con los conceptos anteriores, se plantea que el conocimiento es parcialmente tácito, es decir, que a diferencia de lo que se conoce como información, buena parte del conocimiento aplicado a la producción no es codificable; su dominio depende de la práctica y la experiencia en la producción y no puede volcarse íntegramente en manuales ni comprarse como un bien más.

De esta manera, se rompe con la idea común a los modelos neoclásicos de que la tecnología es “información”, en el sentido de que se trata de un bien libre fácilmente adoptable por las empresas. Además, se fortalece la idea de la “apropiabilidad” de las innovaciones, en cuanto a que los beneficios de los esfuerzos hechos en innovación

² Dado que en este instrumental se observa la estructura productiva desde la perspectiva de la canasta de exportaciones y, en particular, se consideran solo los bienes en los que el país presenta $VCR > 1$, en adelante se considerarán como equivalentes estos conceptos, aceptando las limitaciones que ello implica.

pueden ser temporalmente apropiados por el innovador, ya que la imitación no es fácil ni libre de costos. Por consiguiente, la difusión de nuevas tecnologías aplicadas a la producción no es un proceso automático, sino que implica tiempos, aprendizajes y costos. Por último, si las capacidades tecnológicas son específicas, acumulativas y parcialmente tácitas, se concluye en la importancia de las trayectorias históricas (*path dependency*) en cuanto a la generación y acumulación de capacidades.

De esta forma, aquellos sectores productivos que permitan (y exijan) el desarrollo de ciertas capacidades tecnológicas sofisticadas y de uso extendido (sectores sofisticados y transversales) generarán “efectos de derrame” sobre el resto de la economía, al permitir que se incrementen las capacidades tecnológicas de la sociedad en las que están insertos y mejoren así las herramientas con que esta podrá afrontar la generación de nuevas industrias cercanas (Nelson y Winter, 1982; Pavitt, 1984; Lall, 2000; Antonelli, 2007).

Determinar cuáles serán los sectores transversales, dependerá del contexto histórico. La visión neoschumpeteriana señala la tendencia a la “clusterización”, en determinados períodos, de una serie de innovaciones radicales con intensos efectos en las características y tendencias del proceso económico. Nuevas formas de producir y nuevos productos tendrán impacto a lo largo y ancho de las economías y las sociedades. Se trata de innovaciones que demuestran —inicialmente— gran rentabilidad, pero cuyo dominio, debido a las características de las capacidades tecnológicas señaladas, está reservado inicialmente a escasas empresas. Poco a poco, los niveles de rentabilidad impulsan la imitación, así como la generación de nuevas innovaciones (incrementales) que ya no cambian las tendencias productivas, sino que van perfeccionando y explotando las posibilidades abiertas por las innovaciones pioneras. Además, las tecnologías asociadas demuestran tener gran aplicabilidad en sectores mucho más allá de aquellos en los que fueron desarrolladas, lo que va permitiendo su amplia difusión y, a la vez, modificando los patrones de producción, consumo, distribución y otros. Esto permite considerables ganancias de productividad en una gran variedad de sectores, lo que impulsa el crecimiento económico.

Sin embargo, otros sectores (y otras tecnologías) quedan relegados, lo que determina que estos períodos se caractericen por una marcada tendencia a la recomposición estructural. Las nuevas tecnologías y productos requieren de nuevas infraestructuras, nuevas capacidades de los trabajadores y nuevas técnicas de administración (*managing*) que se adapten mejor a sus

características. También acarrearán nuevas formas de consumo y de regulación. Se trata de un nuevo paradigma tecnoproductivo. En esta corriente neoschumpeteriana se señala que, en las últimas décadas, estaríamos asistiendo a un nuevo paradigma caracterizado por el papel clave jugado, entre otros, por las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) (Freeman y Pérez, 1988; Freeman y Louça, 2001).

Los sectores transversales se corresponderán, entonces, con los bienes que presentan altos valores de proximidad total al EP, señalando la “ubicuidad” asociada a sus tecnologías. Por su parte, otros bienes que requieren de capacidades muy específicas no hacen uso intensivo de las tecnologías transversales al actual paradigma, lo que no les confiere ese papel de “campo de experimentación” donde acumular capacidades que luego puedan ser aplicadas en el desarrollo de nuevos sectores y productos. Debido a ello, su papel respecto del crecimiento sostenido será mucho menos promisorio. Así, aquellos países que se especialicen en esos bienes tenderán a ser mucho menos diversificados.

Muchos de estos bienes están muy ligados a la base primaria de la economía (Hausmann y Klinger, 2006a), donde si bien existen oportunidades de aplicación de nuevas tecnologías, el factor intensivo es generalmente el recurso natural y las capacidades aprehendidas se relacionan, en todo caso, con su mejor uso, por lo que su extensión a sectores en que dicho recurso no juegue ese papel es más difícil.

De esta manera, la diversificación productiva —que implica la incorporación de una mayor diversidad de sectores a la estructura de producción de un país o región— será más sencilla o de más probable ocurrencia cuando el país desarrolle una historia de producción de bienes ligados a sectores transversales en el presente paradigma, cercanos al núcleo del EP, ya que entonces estará acumulando capacidades “de amplio espectro”.

Esta interpretación, sin embargo, no debe hacer perder de vista que, además de las “capacidades tecnológicas” entendidas en un sentido estricto, existen otros factores que pueden determinar la asociación entre bienes y su posicionamiento relativo dentro del EP. Algunas de estas capacidades pueden incluirse en una definición “amplia” del concepto de capacidades tecnológicas (regulaciones, infraestructuras), mientras que otras exceden cualquier definición que se adopte al respecto (por ejemplo, disponibilidad de recursos naturales).

El otro concepto fundamental para el presente enfoque es el de sofisticación tecnológica de los sectores productivos, el que aproximamos a través del PRODY. En

la perspectiva teórica de este documento, el concepto de capacidad de apropiación de rentas es muy importante, porque las innovaciones radicales que definen a un paradigma productivo se caracterizan, inicialmente, por la captación de rentas extraordinarias. Eso se explica por su sofisticación tecnológica y su reciente desarrollo que hacen difícil la imitación, lo que otorga, por algún tiempo, poderes monopólicos a los pioneros. Conforme pasa el tiempo, la maduración de las tecnologías hace posible la imitación y las nuevas innovaciones incrementales. De este modo, las tecnologías se difunden y ganan en transversalidad, pero pierden en cuanto a su poder de captación de rentas extraordinarias, es decir, pierden “sofisticación”. Por lo tanto, en este trabajo se propone usar el PRODY (que no refiere directamente a tecnologías, sino a rentas) como variable sustitutiva de la sofisticación tecnológica.

En este trabajo se interpretará entonces un alto nivel de sofisticación (alto PRODY) como indicador de un estrecho vínculo entre los bienes y las innovaciones radicales que definen el presente paradigma productivo. Estos bienes y sus sectores productivos asociados también serán considerados promisorios para la transformación estructural.

A los sectores productivos que mejor combinen estas características se les llamará “sectores clave”, ya que presentan dos características fundamentales para el desarrollo: transversalidad tecnológica, que posibilita una fácil diversificación, y sofisticación, que implica la captación de altos ingresos.

Sin embargo, el vínculo entre sofisticación y transversalidad no es automático, ya que se podría pensar, al menos en ciertas etapas del desarrollo de las innovaciones, en una tensión (*trade-off*) entre ambas, dado que una gran transversalidad implica una amplia difusión de las tecnologías, lo que señalaría una baja capacidad de apropiación de rentas, puesto que la competencia presionaría los precios a la baja (hasta los costos marginales). Se volverá sobre este tema al comentar los resultados.

El proceso por el que las economías se van especializando en sectores clave implica acentuadas modificaciones en su composición sectorial, y se ubica en el centro de las preocupaciones que motivan este trabajo, en el que se le llamará “transformación estructural”.

3. Senderos de transformación estructural en el EP: una propuesta

La transformación estructural consiste en un proceso continuo en el que cada paso debe permitir a la sociedad

incorporar nuevas capacidades, que a su vez le posibiliten dar nuevos pasos en el sentido de la sofisticación y la diversificación. Por lo tanto, para los efectos de esta investigación, es fundamental la combinación de ambas características deseables que definen a los sectores clave. Un bien perteneciente a un sector clave no solo debe ser sofisticado en sí mismo y próximo a muchos bienes, sino que en particular deberá ser próximo a otros bienes también sofisticados. Esto es central si se piensa en procesos de transformación estructural, donde no solo es relevante que la economía se vaya diversificando al incorporar nuevos sectores productivos, sino que esos nuevos sectores la conduzcan a mayores niveles de ingreso y crecimiento.

Entonces, las proximidades indican el camino del cambio estructural, pero la sofisticación señala la dirección deseable. Así, el aporte principal de este trabajo consiste en una metodología de evaluación conjunta de ambas características.

En el mismo sentido, la transversalidad de un bien estará dada por su proximidad a muchos bienes, pero en particular por su proximidad a otros bienes transversales. Alta proximidad a un bien aislado no es igualmente importante para la transformación estructural que alta proximidad a bienes que, a su vez, también presentan elevada proximidad con muchos otros bienes. Por eso, para identificar los sectores clave, la propuesta medular de este trabajo consiste en explorar todos los senderos de transformación que se abren a partir de cada bien. A continuación se desarrolla esta idea.

El EP queda definido sobre la base de la matriz de proximidades entre todos los bienes, donde cada elemento muestra la proximidad entre el bien fila y el bien columna. A partir de ella se puede pensar en el concepto inverso a la proximidad entre bienes; lo que llamaremos “distancia”; esto es, disimilitud en cuanto al conjunto de capacidades requeridas para la producción competitiva de cada uno de ellos y, por tanto, el grado de dificultad de adaptación de las capacidades asociadas a uno de ellos para la producción del otro.

Ahora bien, se debe definir cómo se entiende la “distancia” por recorrer cuando se trata de un “sendero de transformación” que implica pasar por diferentes bienes. En especial, partiendo de un bien A, la “distancia” directa hasta el bien B es fácilmente medible a partir del concepto inverso a la proximidad. Pero ¿cómo se mide la distancia total recorrida cuando partiendo de un bien A se incorpora el bien B y desde este se incorpora el bien C? Esto es fundamental para explorar los posibles senderos de transformación que se abren a partir de la presencia de un bien A en la estructura productiva de un

país. Partiendo del bien A, se puede alcanzar el bien C a través de múltiples senderos posibles, ya sea de manera directa —pasando a través del bien B— o a través de cualquier otro u otros bienes.

Ya que la proximidad se define como un concepto probabilístico, se entiende que lo que corresponde es utilizar el concepto de probabilidad conjunta, por ello se propone la siguiente definición:

Dado $\phi(A,B)$ y $\phi(B,C)$; $\phi(A,C)$ a través de B es:

$$\phi(A,B) \cdot \phi(B,C)$$

Esto se debe interpretar en el marco teórico desarrollado. Si la proximidad entre A y B muestra el grado de adaptabilidad entre las capacidades requeridas para la producción competitiva de cada uno de ellos, cuando se piensa en un sendero que involucra a tres bienes se debe pensar en la adaptabilidad de las capacidades asociadas al bien A, para satisfacer simultáneamente las necesidades productivas de otros dos bienes. Así, el ajuste simultáneo entre estas debería ser menor que en el caso en que solo se consideren dos bienes, ya que las especificidades se van sumando. Al tomar el concepto de probabilidad conjunta, a medida que se agregan más bienes al sendero recorrido (es decir, se alarga el sendero), la proximidad disminuye (porque se agregan nuevos multiplicandos, siempre menores que 1), es decir, la distancia se incrementa.

Por otra parte, una característica fundamental que adopta el EP cuando se asume esta definición es que no contempla algunos de los requisitos que definen a un espacio euclidiano. En particular, en un espacio euclidiano la mínima distancia a recorrer entre dos puntos lo

constituye una recta entre ambos. Esto, llevado al marco en que se está trabajando, podría traducirse en el sentido de que para pasar de un bien a otro (no producido), la mínima “distancia” posible por recorrer es simplemente, comenzar a producirlo desde las capacidades presentes.

Sin embargo, en el EP puede ocurrir que la mínima “distancia” entre dos bienes consista en pasar por un tercero³. De esta forma, es posible pensar en la existencia de “atajos” en el camino desde una estructura productiva hacia la incorporación de un conjunto de bienes “deseables”, dadas su transversalidad y sofisticación. “Atajos” en el sentido de que al pasar a través de otros bienes, la “distancia” total recorrida será menor. Por consiguiente, para los efectos de evaluar los bienes en cuanto a las posibilidades de transformación estructural que se abren a partir de su presencia en una economía, se hace necesario explorar todos los posibles senderos que parten de ellos, tanto los directos (proximidad entre el bien evaluado y cada uno de los demás bienes) como los indirectos (senderos que involucran varios bienes).

Ese desarrollo de capacidades se procesará en el transcurso del tiempo, desde que se ha asumido que estas son acumulativas. Cuanto más largo es el sendero (es decir, si existe menor proximidad total entre los extremos), más tiempo y mayor costo entrañará el desarrollo de las capacidades necesarias, partiendo de las capacidades originales contenidas en la estructura productiva.

³ Por ejemplo, esto sucede, trabajando con la matriz de proximidades provista en www.chidalgo.com, con los bienes 0412 (cereales) y 5162 (otros químicos orgánicos), ya que el tránsito indirecto a través del bien 5629 (fertilizantes) implica una proximidad total en el sendero mayor (distancia menor).

III

Metodología

1. Desarrollo de la metodología

En este estudio, la propuesta consiste en hacer una evaluación cuya metodología permita una fácil actualización de los sectores productivos. El primer paso para ello consiste en recalcular el EP con datos actuales, para lo que se aplica —en términos muestrales— la ecuación (1) a los datos de comercio que se detallarán más adelante. Este será el insumo fundamental para el estudio de la transversalidad en el actual paradigma.

Además de la transversalidad, importa evaluar también la sofisticación de los bienes, ya que ambas dimensiones combinadas determinan lo que en este estudio se ha decidido llamar “sectores clave”. Para esto, como ya se adelantó, se utilizará el PRODY como indicador de sofisticación.

Por otra parte, como se estableció en el marco teórico, además de la sofisticación y la transversalidad, interesa la presencia combinada de ambas; es decir, la simple proximidad no es tan valiosa como la proximidad,

sobre todo a bienes sofisticados. La estrategia empírica debe permitir valorar especialmente esta característica.

Finalmente, y tal como se ha planteado en el marco conceptual, se quiere evaluar la posición estratégica de los bienes (en cuanto a transversalidad y sofisticación combinadas), tanto en las “vías directas” como en cuanto a los “caminos indirectos”. Vale decir, se quiere explorar el conjunto de senderos posibles que se abren a partir de cada bien. Para eso se propone el siguiente indicador que aquí se ha llamado “pasos sucesivos”:

$$\frac{\sum_j \phi_{b,j,t} S_j}{n} + \frac{\sum_j \phi_{b,j,t} \sum_{r \neq b} \phi_{j,r,t} S_r}{n(n-1)} + \frac{\sum_j \phi_{b,j,t} \sum_{r \neq b} \phi_{j,r,t} \sum_{k \neq j; k \neq b} \phi_{r,k,t} S_k}{n(n-1)(n-2)} + \dots \quad (3)$$

donde S es el indicador utilizado para medir la sofisticación de los bienes (PRODY en este caso). Este indicador se aplica a todos los bienes del EP (bienes “b”), y con él se procura evaluar la potencialidad del bien en las dimensiones deseables establecidas, ya sea considerando su proximidad directa al resto de los bienes “j”, como a través de todos los caminos indirectos a estos; es decir: la proximidad a los bienes “r” a través de los bienes “j” según el segundo sumando de la expresión, o a los bienes “k” a través del trayecto que comienza en los bienes “j” y de estos pasa a los “r” y así sucesivamente. Por lo tanto, mediante este indicador se intenta medir el valor relacionado con la posibilidad de que, a partir de cada bien, existan caminos directos e indirectos a través de terceros bienes, que lo acerquen a bienes de alta sofisticación⁴.

De esta manera, con este indicador se intenta mostrar —para cada bien “b” que se evalúe— su valor en términos de todos los posibles pasos que se pueden dar desde él a otros bienes y desde esos otros bienes a otros y así sucesivamente hasta agotar todos los bienes, sin “volver atrás”, es decir, sin considerar los bienes por los que ya se pasó en el sendero que se está explorando.

Cada término (que representa “cada paso”) está multiplicado por el producto de las proximidades

entre los bienes anteriores en el sendero; es decir, por la distancia ya recorrida. De esta forma, los pasos sucesivos que se podrían dar desde el bien evaluado aportan cada vez menos al indicador, recogiendo la idea de que senderos más largos implican adaptaciones más complejas de capacidades y mayores costos y tiempo para esta adaptación.

Así, aquellos bienes “b” que resulten en el mayor valor de este indicador determinarán los sectores clave en el actual estado de la economía mundial.

Debe tenerse presente que en cada uno de estos pasos, la cantidad de sumandos a incorporar es creciente. En efecto, si “n” representa la cantidad de bienes considerados en el EP, esa es la cantidad de sumandos del primer término de la ecuación. No obstante, en el segundo término (segundo paso) el indicador considera para cada posible primer paso (n términos) todos los posibles segundos pasos (n-1 términos, ya que el bien “b” original sería un “paso atrás” explícitamente excluido de la fórmula). En consecuencia, la cantidad de sumandos que componen el segundo término es de n(n-1). De igual forma, el tercer paso va a incluir n(n-1)(n-2) sumandos y así sucesivamente hasta que el último paso incluiría n pasos. Es decir, luego de cada paso, para cada posible bien al que se haya llegado en ese paso se consideran todos los posibles siguientes pasos. En este trabajo se ha decidido dividir cada término por la cantidad de sumandos incluidos para evitar que este efecto expanda artificialmente el aporte de cada paso sucesivo.

En los hechos, las dificultades de cálculo, junto con la tendencia exponencial a la caída en el valor de cada término⁵, conducen a calcular únicamente los tres primeros pasos del indicador. Sin embargo, este último aspecto permite tener tranquilidad en cuanto a que la pérdida de información por los demás pasos es irrelevante.

Finalmente, luego de haber calculado el EP para los años que abarca el estudio y computado el indicador para todos los bienes considerados, solo resta agruparlos en “sectores” para permitir una mejor visualización de los resultados (sobre lo que se profundizará más adelante). Aquellos sectores que presenten un valor promedio más elevado de los bienes que los componen serán los sectores clave en el mundo actual.

Con miras a una mejor interpretación de los resultados, puede intentarse “descomponerlos” sobre la base de sus atributos básicos: transversalidad y sofisticación.

⁴ El primer término del indicador “pasos sucesivos” es similar al indicador “valor estratégico” de Hausmann y Klinger (2006b), excepto que se eliminó el cociente por $\sum \phi_{ij}$ (suma de las proximidades de todos los bienes del espacio de producto al bien “b”), ya que se entiende que eso aporta un sentido relativo al valor del bien, que no se adapta a lo que se busca.

⁵ Cada término aporta, en promedio, un valor del 20% del término anterior. Así, el tercer paso apenas aporta un 4% del primero, y si se calculara un cuarto paso, su aporte sería del 0,8% del primer paso.

2. Limitaciones

La metodología propuesta presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas, a objeto de realizar una correcta interpretación de los resultados obtenidos a partir de su aplicación.

En primer lugar, y aunque la metodología teóricamente podría aplicarse tanto para datos de comercio de bienes como de servicios, en los hechos, la alta exigencia de desagregación de datos que implica su rigurosa aplicación conduce a trabajar exclusivamente con datos de bienes (tal como se detallará en la próxima sección). Esto es una limitación especialmente importante, ya que buena parte de los sectores característicos del estado actual de los sistemas productivos son servicios. Freeman y Pérez (1988) señalan, entre estos, al *software*, los bancos de datos y los servicios de información.

Además, debe tenerse presente que la observación de estructuras productivas solo a través de datos de comercio exterior es incapaz de captar algunos fenómenos. Sobre todo aquellos sectores cuya producción se emplea como insumo de otros sectores, y en los que ambos procesos se realizan en el mismo país, van a ver reflejado inadecuadamente su aporte productivo, ya que sus productos no estarán siendo

considerados de manera directa, dado que no son objeto de comercio internacional.

Por otra parte, se debe tener presente que las clasificaciones de bienes (y sectores) que se utilicen también impondrán limitaciones. En parte debido a la natural rigidez de cualquier clasificación de bienes, que siempre va a mezclar bajo un mismo código a bienes heterogéneos; y en parte porque aquí se trabajará con una clasificación de bienes antigua (SITC Rev. 2), que es incapaz de reflejar adecuadamente los nuevos bienes que surgen, y asimismo por el nivel de agregación que se adopte.

Además, la metodología propuesta puede presentar problemas para captar las dimensiones utilizadas para definir a los sectores clave. Así, el PRODY es un indicador imperfecto de la sofisticación de los bienes, ya que en realidad refiere a rentas y no siempre altas rentas se asocian con alta sofisticación (por efecto de políticas proteccionistas, por ejemplo). Además, dicho indicador aplica el nivel de ingresos del país en que el bien es producido y no realmente el de la industria que lo produce. En momentos de una manifiesta tendencia a la deslocalización productiva, el PRODY contemporáneo puede no dar una buena aproximación a la sofisticación del bien. El mismo problema puede afectar al indicador de transversalidad utilizado en este estudio.

IV

Datos y sectores

La principal fuente de datos de este trabajo es la Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio de Mercaderías (COMTRADE). En ella se recopila información sobre comercio internacional de todos los países que reportan. En el presente caso, se abarca el período 2005-2009 en el que existen datos de 182 países y territorios. Pero dado que se estableció como límite una población mínima de 3 millones de habitantes con el objeto de evitar distorsiones en los resultados debido a efectos de países muy especializados y de escasa significación mundial, el presente estudio se refiere a 113 países y territorios. Se toman los datos de exportaciones según la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI Rev. 2) a 4 dígitos de desagregación. De esta forma, en los datos de comercio utilizados figuran 765 bienes. Para los efectos de evaluar las especializaciones productivas y

evitar distorsiones por datos “atípicos”, se tomaron los valores promedio para los 5 años considerados.

Para la información sobre el producto interno bruto (PIB), el PIB per cápita y la población se tomaron datos de Penn World Table 7.0. Los datos del PIB per cápita son ajustados por paridad del poder adquisitivo (PPA) según el método de Geary-Khamis (GK) a precios corrientes. Nuevamente se trabajó con los datos promedio de estas variables para el período considerado.

La conformación de sectores mediante la agrupación de datos se realiza para hacer fácilmente interpretables los resultados. Puesto que se trabajó con 765 bienes, una lista con el resultado de los indicadores aplicados a esa cantidad de bienes resultaría difícilmente interpretable. Por este motivo, se ha optado por agrupar los resultados aplicados a bienes en sectores que faciliten su interpretación intuitiva.

Conviene insistir en que el presente análisis se aplica a bienes y no a sectores, y que la agrupación en sectores se hace solo para presentar los resultados. Por lo tanto, en cualquier momento se puede (y así se hará) volver a los bienes para interpretar mejor algunos resultados.

Por consiguiente, se intentará efectuar una agrupación por sectores lo más “aséptica” posible, es decir, procurando influir escasamente en los resultados

finales. Para lograrlo, se trató en general de conformar sectores que respeten la clasificación de los bienes en secciones y divisiones que utiliza la propia CUCI. Solo se realizaron algunas reclasificaciones cuando se estimó que una agrupación algo diferente puede ayudar mayormente a la comprensión de los resultados.

De este modo, se conformaron 12 sectores que se detallan a continuación en el cuadro 1:

CUADRO 1

Detalle de los sectores conformados

Nº	Denominación	Bienes CUCI incluidos
1	Alimentos, bebidas y tabaco	Hasta división 12 inclusive
2	Materias primas de bajo procesamiento	Desde división 21 hasta 43
3	Sustancias químicas básicas	Divisiones 51 a 53 inclusive
4	Farmacéutica	División 54
5	Otros químicos	Divisiones 55 a 59
6	Manufacturas Básicas	Divisiones 61 a 59
7	Maquinaria Industrial	Divisiones 71 a 74. Además a 3 dígitos 771, 772, 773
8	Material de Transporte	Divisiones 78 y 79
9	Electrónica	Divisiones 75, 76 y 77, excepto los incluidos en sectores 7 y 10
10	Instrumentos Científicos y Médicos	División 87 y bien a 3 dígitos 774
11	Armamento	División 95
12	Manufacturas varias no sofisticadas	Divisiones 81 a 85; 88, 89, sección 9 excepto división 95

Fuente: elaboración propia.

V

Resultados

Los resultados del indicador Pasos Sucesivos, que agrupa los bienes en sectores, se muestran en el cuadro 2. Si bien la clasificación se elaboró a partir del valor promedio del indicador para los bienes que componen cada sector, dicho valor coincide casi plenamente con el que surge al ordenar los sectores según el decil promedio en que se ubican los bienes que componen el sector, donde el decil 1 corresponde al 10% de los bienes que obtienen el menor valor del indicador y el decil 10 corresponde a los bienes mejor clasificados. Solo se muestra este último debido a que su interpretación resulta más fácil. Los sectores clave serían entonces los mejor clasificados en el cuadro 2.

En principio, no parece llamar la atención que “Maquinaria Industrial”, “Instrumentos Científicos y Médicos” y “Farmacéutica” sean los sectores en que

CUADRO 2

Clasificación de sectores clave según el indicador Pasos Sucesivos

Sector	Decil promedio
Maquinaria Industrial	7,7
Instrumentos Científicos y Médicos	7,0
Farmacéutica	6,4
Material de Transporte	6,3
Otros químicos	6,4
Manufacturas Básicas	6,3
Sustancias químicas básicas	5,7
Manufacturas varias no sofisticadas	5,5
Armamento	5,0
Alimentos, bebidas y tabaco	4,6
Electrónica	4,2
Materias primas de bajo procesamiento	3,3

Fuente: elaboración propia sobre la Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio de Mercaderías (COMTRADE).

mejor se combinan sofisticación y transversalidad. Para continuar con la interpretación de estos resultados, en el cuadro 3 se expone —para cada sector considerado— la clasificación de los sectores según el valor de los indicadores básicos mediante los que se observa cada una de las dimensiones relevantes que se están midiendo: proximidad total al EP para observar transversalidad y PRODY para observar sofisticación⁶.

El cuadro ha sido ordenado según la clasificación del PRODY. Se observa que el sector más sofisticado es “Farmacéutica”, pero que su transversalidad es relativamente baja (se trata de un bien que capta altas rentas, pero que implica capacidades tecnológicas de aplicación no demasiado generalizadas) y algo similar ocurre con el sector de “Instrumentos Científicos y Médicos”. Sin embargo, en el sector de “Maquinaria Industrial” se combinan altos niveles tanto de sofisticación (tercer sector) como de transversalidad (primera ubicación). Esto determina que se ubique en primer lugar en el indicador de “Pasos Sucesivos” y que conforme claramente lo que se ha llamado “sector clave”. Por otra parte, resaltan algunos sectores de gran transversalidad, pero sofisticación relativamente baja, como Manufacturas Básicas y Material de Transporte, lo que conduce a ubicarlos en posiciones intermedias del indicador resumen.

⁶ En realidad, observar estas dimensiones por separado es solo una aproximación a la descomposición del resultado del indicador agregado, ya que como fue expuesto previamente, el indicador Pasos Sucesivos arroja un resultado en que se combinan transversalidad y sofisticación. Así, podría haber pequeños desajustes entre lo que el indicador agregado muestra y la observación por separado de ambas dimensiones.

Como se trata de promedios de sectores que agrupan múltiples bienes, las evidencias presentadas no son suficientes para tener una idea clara de los resultados de los bienes que los componen. En el gráfico 1 se aprecia la distribución de bienes por quintiles de resultado del indicador, dentro de cada sector (excepto el sector de “Armamento”, ya que solo incluye un bien).

Puede observarse que el sector “Maquinaria Industrial” presenta el 50% de sus bienes en el 5º quintil y casi no evidencia bienes en el primero. Muestra entonces una tendencia muy clara a concentrar los bienes que lo componen en los quintiles más altos. Prácticamente lo contrario sucede en el sector “Materias primas” de bajo procesamiento. El sector “Instrumentos Científicos y Médicos” registra un comportamiento parecido al de “Maquinaria Industrial”, pero concentra la mayor parte de los bienes en el cuarto quintil. Un resultado parecido, aunque con menor tendencia, muestra el sector “Material de Transporte”. No obstante, sectores como “Químicas Básicas”, “Manufacturas Básicas” y “Manufacturas varias” no sofisticadas, presentan una gran heterogeneidad interna, con porcentajes relevantes de bienes en todos los quintiles, lo que señala la necesidad de prudencia a la hora de caracterizarlos. En el caso de “Manufacturas Básicas” se observa de todos modos una tendencia creciente a medida que se avanza hacia los quintiles superiores.

Un sector cuya posición resulta llamativa es “Electrónica”, que si bien presenta una sofisticación media, muestra una muy baja transversalidad. En este amplio sector se incluye una gran variedad de bienes que han sido drásticamente afectados por la tendencia a la segmentación de los procesos productivos y la deslocalización, procesos

CUADRO 3

Sofisticación y transversalidad (PRODY y proximidad total al EP)
(Promedio por sectores)

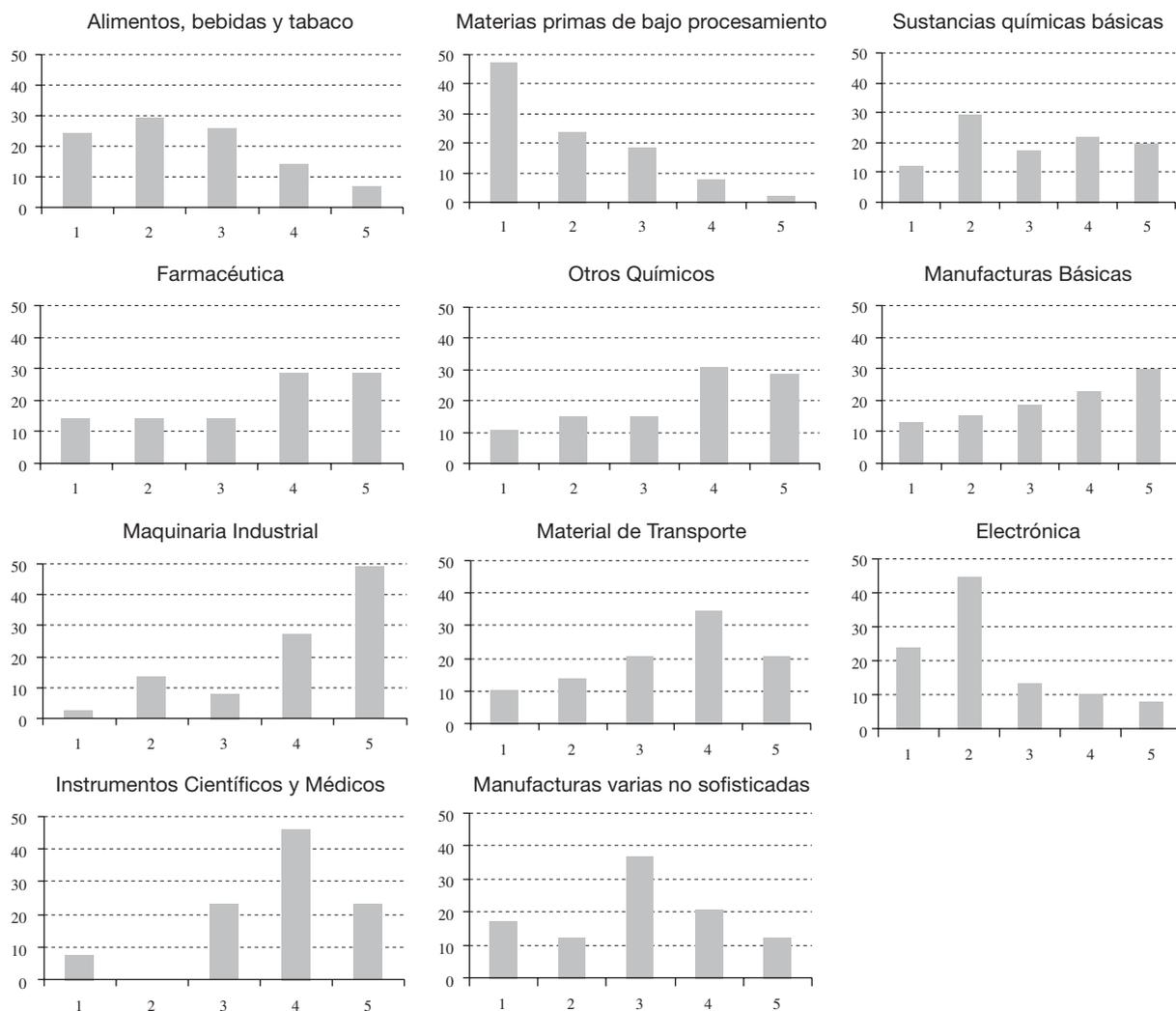
Sector	Clasificación según sofisticación	Clasificación según transversalidad
Farmacéutica	1	7
Instrumentos Científicos y Médicos	2	9
Maquinaria Industrial	3	1
Sustancias químicas básicas	4	8
Electrónica	5	11
Otros químicos	6	5
Armamento	7	10
Material de Transporte	8	3
Manufacturas Básicas	9	2
Manufacturas varias no sofisticadas	10	4
Alimentos, bebidas y tabaco	11	6
Materias primas de bajo procesamiento	12	12

Fuente: elaboración propia sobre la Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio de Mercaderías (COMTRADE).

EP: espacio de producto.

GRÁFICO 1

Distribución de los bienes por quintiles del indicador Pasos Sucesivos dentro de cada sector
(En porcentajes)



Fuente: elaboración propia sobre la Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio de Mercaderías (COMTRADE).

constatados en tiempos recientes. Esta tendencia ha sido observada por la literatura (véanse, por ejemplo, Srholec, 2005; Lall, Weiss y Zhang, 2005). Podría plantearse la hipótesis (aunque un abordaje de este tema requeriría nuevas investigaciones) de que estas tendencias permiten a las corporaciones globales instalar plantas de montaje final de productos con muy pocos encadenamientos con el resto de las economías en que se ubican. Ello generaría muy escasos derrames tecnológicos, lo que tiende a disminuir las transversalidades de los productos. Además, estrategias de reducción de costos vinculadas a la gran competencia existente en el sector, inducen a

buscar países de bajos ingresos para la instalación de algunos eslabones de la cadena, lo que tiende a aminorar la sofisticación de los productos observada mediante el PRODY.

Debe tenerse presente que los bienes que conforman este sector son aquellos bienes finales de la electrónica, que en realidad corresponden fundamentalmente a artículos de electrónica de consumo. Sin embargo, actualmente la “Maquinaria Industrial” o los “Instrumentos Científicos y Médicos”, por ejemplo, contienen avanzados dispositivos electrónicos, pero se están considerando dentro de los respectivos sectores, tal como fue adelantado en las limitaciones de la metodología.

Un elemento de los resultados que conviene resaltar se refiere a que la correlación entre sofisticación y transversalidad es, aunque positiva, muy baja. El coeficiente de correlación entre ambas variables (observadas por medio del PRODY y de la proximidad total al EP, respectivamente) es de 0,11. Este resultado es algo llamativo, pues cuestiona la idea sugerida en la literatura del EP de una importante asociación entre ambas dimensiones, y estaría señalando un alto nivel de maduración de las tecnologías más transversales.

En cuanto a la interpretación global de los resultados, en una primera mirada puede no parecer claro que se esté observando el paradigma tecnoproductivo basado en las TIC, que señala la corriente neoschumpeteriana como característica del actual momento histórico. Al examinar el conjunto de sectores que quedan catalogados como “sectores clave”, resalta que varios de ellos, como “Maquinaria Industrial” (en primer lugar) o “Material de Transporte” (en cuarto lugar) e incluso “Manufacturas Básicas” (en sexto lugar, promediando en el cuadro 2), parecen corresponder a lo que dicha corriente identifica como el paradigma tecnoproductivo anterior, al que Freeman y Pérez (1988) denominan “Era de producción en masa”. Incluso si se presta atención únicamente a la transversalidad, principal característica de los “insumos clave”, esto resulta aún más evidente, ya que esa clasificación es liderada por “Maquinaria Industrial”, seguida de “Material de Transporte y Manufacturas Básicas”, donde destacan industrias como las metalúrgicas.

Sin embargo, debe tenerse presente que las “Maquinarias Industriales” en la actualidad son altamente automatizadas e incorporan cruciales componentes de la electrónica, la robótica, el *software* y las TIC. Verspagen (2004) argumenta en tal sentido y concluye que las nuevas TIC parecen ser más complementarias que sustitutas de las anteriores. De esta forma, el posicionamiento de “Maquinaria Industrial” en la clasificación no refuta necesariamente la hipótesis de un paradigma basado en las TIC, sino que plantea la necesidad de observar la aplicación tecnológica en el interior de los bienes y no solo desde la clasificación de los bienes finales, algo que escapa a las posibilidades de la presente metodología. En igual sentido puede interpretarse la ubicación de sectores como “Instrumentos Científicos y Médicos” y “Farmacéutica”; en este último caso, vinculada al papel de la biotecnología, también recurrentemente señalada como componente fundamental del presente paradigma productivo (Freeman y Pérez, 1988).

Para el propósito de observar más en detalles los resultados presentados en este estudio y evaluar su correspondencia con las conceptualizaciones previas, se observan los bienes ubicados en el 10º decil de la clasificación del indicador Pasos Sucesivos de todos los sectores. La lista completa se incluye en el anexo 1, pero para los efectos de tener una idea sin perderse en el “tsunami de bienes”, en el cuadro 4 se entrega la lista de las divisiones (a 2 dígitos) o los grupos (a 3 dígitos) que contengan al menos 3 bienes en este decil.

CUADRO 4

Divisiones y grupos de productos con al menos 3 bienes en el 10º decil

Sector	Divisiones o grupos
Maquinaria Industrial	Maquinaria y equipo de generación de energía; Maquinaria especializada para industrias específicas; Maquinaria agrícola; Maquinaria y equipo industrial general, Equipos para calentar y refrigerar y sus partes; Bombas y compresores, Centrífugas.
Instrumentos Científicos y Médicos	Ninguno
Farmacéutica	Ninguno
Equipo de Transporte	Vehículos carreteros
Otros químicos	Productos de polimerización y copolimerización
Manufacturas Básicas	Manufacturas de goma, manufacturas de minerales no metálicos; hierro y acero; manufacturas de metal n.e.s.
Sustancias químicas básicas	Pigmentos, pinturas, barnices y productos relacionados
Otras manufacturas no sofisticadas	Ninguno
Armamento	Ninguno
Alimentos, bebidas y tabaco	Ninguno
Electrónica	Ninguno
Materias primas de bajo procesamiento	Ninguno

Fuente: elaboración propia sobre la Base de Datos Estadísticas sobre el Comercio de Mercaderías (COMTRADE).

n.e.s.: no especificado en otra parte.

De este repaso se puede concluir que, más que un nuevo paradigma productivo vinculado fundamentalmente a las TIC y la biotecnología, lo que se observa es una mezcla de sectores que recuerdan diferentes revoluciones tecnológicas. En efecto, se encuentran indicios del nuevo paradigma en la ubicación del sector “Farmacéutica” y el de “Equipos Científicos y Médicos”. En cuanto a productos, varios de los destacados del sector “Maquinaria Industrial” seguramente encajan en la idea de bienes de capital electrónico o de robótica mencionados como característicos del nuevo paradigma. Pero otros recuerdan más bien al paradigma anterior (“Material de Transporte”, buena parte de las maquinarias industriales, algunos productos químicos). Incluso se observan sectores que rememoran paradigmas aún más anteriores (productos de la metalúrgica, por ejemplo).

VI

Conclusiones

Los resultados expuestos confirman las preocupaciones sobre las recientes tendencias de especialización exportadora en América Latina, ya que los sectores clave encontrados son, en general, lejanos a la producción primaria. Concretamente, se encuentra que los principales sectores clave en la economía mundial son, en ese orden, “Maquinaria Industrial”, “Instrumentos Científicos y Médicos” y “Farmacéutica”. En el primero se combinan alta sofisticación y transversalidad, reflejando plenamente lo que aquí se ha definido como sector clave. Los otros dos, por el contrario, manifiestan gran sofisticación, pero mediocre transversalidad. Por otra parte, al considerar también el pobre resultado global mostrado por el sector “Electrónica” y la gran transversalidad de sectores basados en tecnologías maduras, como “Manufacturas Básicas” o “Equipos de Transporte”, cabe interpretar que más que la consolidación de un nuevo paradigma basado en las TIC, lo que se está observando son los sectores clave en diferentes etapas históricas, en una suerte de “capas geológicas”, vinculadas a la persistencia de los sistemas tecnológicos previos. Esto no implica que se descarte la existencia de ese paradigma, sino que la metodología empleada en este estudio no permite observarlo plenamente. Pareciera que los sectores que alcanzan posiciones clave en un cierto paradigma tecnológico, tienden a ser erosionados en su sofisticación a medida que disminuyen

Esto, a su vez, podría dar pistas para interpretar el llamativo resultado con respecto a la baja correlación encontrada entre sofisticación y transversalidad. Si los “sectores clave” de anteriores paradigmas siguen ocupando lugares centrales en la actualidad, esa posición se expresaría en alta transversalidad. Sin embargo, al tratarse de tecnologías maduras, no presentarían alta sofisticación. Esa es justamente la situación de sectores como “Material de Transporte”, “Manufacturas Básicas” y “Otros Químicos”, tal como se muestra en el cuadro 3.

Sin embargo, como ya se señaló, también puede haber limitaciones propias de este trabajo que impiden observar claramente los patrones sectoriales que definen lo que sería el actual paradigma. La más importante de ellas es la no consideración de datos de servicios, cada vez más importantes en el comercio internacional y en su papel productivo.

las oportunidades para las innovaciones incrementales y nuevas innovaciones radicales cambian la tendencia y las características del crecimiento económico. Sin embargo, ellos mantienen alta transversalidad durante largos períodos. En otras palabras, dichos sectores pierden la capacidad de capturar rentas extraordinarias debido a la difusión tecnológica y la mayor competencia, pero continúan jugando un papel central en términos productivos. Estos resultados están en línea con los hallazgos de investigaciones previas (Freeman y Louça, 2001; Verspagen, 2004). Lo anterior podría explicar también otro resultado relevante obtenido, como es la existencia de una positiva, pero muy baja correlación entre sofisticación y transversalidad. Si bien *a priori* se esperaba una relación más estrecha, este resultado parece coherente con los otros hallazgos obtenidos. Podría plantearse entonces la existencia de una tensión (*trade-off*) entre sofisticación y transversalidad en algunas etapas del desarrollo de las innovaciones. En el momento de la irrupción de las innovaciones radicales estas presentarán gran sofisticación, la que se expresará en una alta capacidad de captación de rentas diferenciales, dado su aún nula difusión y, por tanto, su dominio reservado a muy pocas empresas. Luego podría existir un período de difusión en el que la tecnología conserva aún una alta sofisticación, puesto que presenta una elevada tasa de surgimiento de

innovaciones incrementales. Ello permite a las empresas que más dominan dicha tecnología seguir apropiándose de rentas diferenciales, aunque su dominio se hace más extendido entre empresas, países y sectores productivos, de tal forma que la transversalidad comienza a despegar. Finalmente, a medida que la tecnología se estandariza y que la difusión y la imitación avanzan, la captación de rentas se hace cada vez más difícil, de tal manera que la sofisticación decae, a la vez que la transversalidad se consolida. Cuando nuevas innovaciones radicales transformen completamente los procesos productivos y los productos, recién entonces las anteriores tecnologías irán paulatinamente perdiendo transversalidad a medida que sean reemplazadas a lo largo y ancho del sistema económico.

Por otra parte, si los sectores productivos ligados a tecnologías maduras preservan gran transversalidad durante un largo período, aunque pierdan sofisticación, podrían transformarse en una vía relevante para la transformación estructural de los países en desarrollo. Esto quiere decir que la alta transversalidad vinculada

a estos sectores puede convertirse en la vía para una transformación gradual de la estructura productiva de dichos países, de forma de realizar un proceso de aprendizaje a partir de tecnologías simples y estandarizadas, pero que permitan una sofisticación gradual. Este concepto parece bastante plausible al observar el papel jugado por sectores tecnológicamente maduros (textiles, acero, vehículos) en la trayectoria histórica de desarrollo de países de éxito reciente.

Sobre la base de estos resultados, surge con fuerza la importancia de desarrollar nuevas aproximaciones al tema que permitan observar las tecnologías incorporadas en los productos, lo que desafía a aquellos trabajos que, como este, se basan en clasificaciones de productos finales. Es decir, esta aproximación asume que todos los productos que coinciden en el mismo código en la clasificación se basan en la misma tecnología, por lo que no puede detectar la influencia de las nuevas tecnologías que se introducen en algunos productos ya existentes, sea en su proceso productivo o a través de aplicaciones y reformulaciones de estos, repotenciándolos.

ANEXO

CUADRO A.1

Productos (CUCI Rev., 2 a 4 dígitos) en el 10° decil del indicador Pasos Sucesivos

Código	Descripción	Sector	Código	Descripción	Sector
8939	Artículos varios de los materiales que pertenecen a la división 58	12	6997	Otros artículos de hierro y acero n.e.s.	6
8922	Diarios y periódicos, ilustrados o no	12	6996	Artículos diversos de metales comunes	6
8743	Instrumentos y aparatos para medir y controlar automáticamente el flujo, presión y otras variables de líquidos y gases	10	6994	Resortes y hojas para resortes de hierro, acero o cobre	6
8219	Otros muebles y sus partes, n.e.s.	12	6992	Cadenas y sus partes de hierro y acero	6
8124	Aparatos de iluminación y accesorios, lámparas y linternas y sus partes	12	6975	Artículos sanitarios para uso en interiores	6
8121	Calderas y radiadores para calefacción central no eléctrica y sus partes en hierro y acero	12	6954	Piezas intercambiables para herramientas de mano o automáticas	6
7919	Equipamiento mecánico, rieles y señales de tránsito para trenes y tranvías	8	6953	Otras herramientas de mano	6
7868	Otros vehículos no propulsados mecánicamente y sus partes	8	6940	Clavos, grapas, ganchos, etc., de cobre, hierro o acero	6
7849	Partes y accesorios n.e.s. de los vehículos a motor de las secciones 722,781,782, 783	8	6924	Barriles, tambores, bidones, cajas y contenedores similares de láminas o placas de hierro o acero	6
7810	Vehículos a motor de pasajeros	8	6912	Estructuras y sus partes en aluminio	6
7783	Equipo eléctrico para motores de combustión interna y vehículos y sus partes	9	6911	Estructuras y sus partes de hierro y acero (hangares, puentes y edificios y sus partes) en hierro y acero	6
7493	Árboles de transmisión, manivelas, engranajes, etc.	7	6842	Aluminio y aleaciones de aluminio trabajadas	6
7492	Grillos, llaves, válvulas y aplicaciones similares para cañerías, calderas y tanques	7	6794	Piezas de fundición de hierro o acero en estado bruto	6
7449	Partes de las maquinarias que pertenecen a la sección 7442	7	6785	Accesorios de tubos y tuberías en hierro y acero	6
7441	Carretillas de propulsión mecánica del tipo usado en fábricas, almacenes para el manejo de cargas	7	6782	Tubos y tuberías sin costuras de hierro y acero	6
7439	Partes de las maquinaria que pertenecen a la sección 7435 y 7436	7	6644	Vidrio fundido, laminado, estirado o soplado	6
7436	Maquinaria para filtrado y purificado de líquidos y gases	7	6635	Lana de roca y lanas minerales similares	6
7432	Parte de las bombas y compresores de sección 7431	7	6633	Manufacturas de materiales minerales (no cerámicos) n.e.s.	6
7431	Bombas de aire, vacío y compresores de aire o gas	7	6632	Polvo o gránulos abrasivos, naturales o artificiales	6
7429	Partes de las bombas y elevadores de líquidos que pertenecen a la sección 742	7	6572	Tejidos de fibras unidas; telas sin tejer	6
7416	Maquinaria y equipos de laboratorio para el tratamiento de materiales a través de procesos de cambio de temperatura	7	6546	Tela o fibra de vidrio	6
7414	Equipos de refrigeración (no domésticos)	7	6424	Papel y cartón, cortado en tamaño y formas n.e.s.	6
7413	Hornos y quemadores industriales y de laboratorios	7	6422	Blocs de escritura, sobres, tarjetas postales	6
7412	Quemadores para combustibles líquidos, combustibles sólidos pulverizados o gas	7	6289	Otros artículos de caucho n.e.s.	6

Cuadro A.1 (conclusión)

Código	Descripción	Sector	Código	Descripción	Sector
7372	Maquinaria para trabajar metales y sus partes (no de mano)	7	6282	Transmisiones, correas transportadoras o de ascensores o bandas de caucho vulcanizado	6
7369	Partes y accesorios para uso de las maquinarias de la sección 736	7	6210	Materiales de caucho	6
7269	Partes n.e.s. de las máquinas que caen en las secciones 7263, 7264	7	5836	Polímeros acrílicos, polímeros metacrílicos, etc.	5
7247	Maquinaria industrial para lavado, teñido, secado, planchado y terminado de hilados textiles	7	5834	Cloruro de polivinilo	5
7224	Tractores de ruedas	7	5831	Poletileno	5
7219	Maquinaria agrícola n.e.s. y sus partes	7	5824	Poliamidas	5
7212	Máquinas cosechadoras y trilladoras	7	5542	Agentes de superficie orgánicos	5
7211	Maquinaria agrícola para preparación de suelos y cultivo	7	5335	Preparaciones colorantes del tipo usadas en industrias de cerámicas, vidrio y esmaltado	3
7188	Motores y turbinas n.e.s. (eólicas, a aire caliente e hidráulicas)	7	5334	Barnices y lacas; pigmentos preparados al agua del tipo de los usados para tratamiento de cueros	3
7169	Aparatos eléctricos rotativos y sus partes	7	5332	Tintas para impresiones	3
7162	Motores eléctricos, generadores y equipos de generación	7	5162	Compuestos con función aldehído, cetona y quinona	3
7139	Parte n.e.s. de los motores de combustión interna de secciones 7132, 7133 y 7138	7	3345	Aceites de petróleo lubricantes y aceites obtenidos de materiales bituminosos...	2
7132	Motores de combustión interna para propulsión de vehículos de la división 78	7	913	Manteca de cerdo y otras grasas de cerdo, fundidas o extraídas con solventes	1
7129	Partes de los motores y unidades de potencia que pertenecen a la sección 7126	7	142	Salchichas y similares, de carne, despojos o sangre	1
6998	Artículos de cobre, níquel, aluminio, plomo, zinc y estaño n.e.s.	6			

Fuente: elaboración propia, sobre la base de datos de Base de Datos Estadísticos sobre el Comercio de Mercaderías (COMTRADE).

Nota: la descripción de los bienes ha sido traducida y resumida por el autor con el único objetivo de dar una idea del tipo de bien en cuestión.

CUCI: Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional.

n.e.s.: no especificado en otra parte.

Bibliografía

- Antonelli, C. (2007), "The foundations of the economics of innovation", *Working Paper*, N° 02/007, Turín, Universidad de Turín.
- Balassa, B. (1964), "The purchasing-power parity doctrine-A reappraisal", *Journal of Political Economy*, vol. 72, N° 6, Chicago, University of Chicago Press.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2012), *Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo (LC/G.2524(SES.34/3))*, Santiago de Chile.
- _____ (2007), *Progreso técnico y cambio estructural en América Latina (LC/W.136)*, Santiago de Chile.
- Cimoli, M. (comp.) (2005), *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento de América Latina (LC/W.35)*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Dalum, B., K. Laursen y B. Verspagen (1999), "Does specialization matter for growth?", *Industrial and Corporate Change*, vol. 8, N° 2, Oxford, Oxford University Press.
- Freeman, C. y F. Louça (2001), *As Time Goes By: From the Industrial Revolution to the Information Revolution*, Nueva York, Oxford University Press.
- Freeman, C. y C. Pérez (1988), "Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior", *Technical Change and Economic Theory*, G. Dosi y otros (eds.), Londres, Pinter Publishers.
- Hatzichronoglou, T. (1997), "Revision of the high technology sector and product classification", *OECD Science and Technology Working Papers*, N° 1997/02, París, OECD Publishing.
- Hausmann, R. y B. Klinger (2007), "The structure of the product space and the evolution of comparative advantage", *CID Working Paper*, N° 146, Centro para el Desarrollo Internacional, Universidad de Harvard.
- _____ (2006a), "Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space", *CID Working Paper*, N° 128, Centro para el Desarrollo Internacional, Universidad de Harvard.
- _____ (2006b), "South Africa's export predicament", *CID Working Paper*, N° 129, Centro para el Desarrollo Internacional, Universidad de Harvard.
- Hausmann, R., J. Hwang y D. Rodrik (2005), "What you export matters", *CID Development Working Paper*, N° 123, Centro para el Desarrollo Internacional, Universidad de Harvard.
- Hidalgo, C. y otros (2007), "The product space conditions the development of nations", *Science*, vol. 317, N° 5837, American Association for the Advancement of Science.
- Katz, J. y G. Stumpo (2001), "Regímenes sectoriales, productividad y competitividad internacional", *Revista de la CEPAL*, N° 75 (LC/G.2150-P), Santiago de Chile.
- Lall, S. (2000), "The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998", *QEH Working Papers*, N° 44, Oxford, Universidad de Oxford.
- Lall, S., J. Weiss y J. Zhang (2005), "The 'sophistication' of exports: a new measure of product characteristics", *QEH Working Papers*, N° 123, Oxford, Universidad de Oxford.
- Naciones Unidas (1975), *Standard International Trade Classification (SITC) Revision 2*, Series M, N° 34/Rev. 2, Nueva York. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: 75.XVII.6.
- Nelson, R. y S. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Londres, The Belknap Press.
- Pavitt, K. (1984), "Sectoral patterns of the technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, vol. 13, N° 6, Amsterdam, Elsevier.
- Peres, W. y A. Primi (2009), "Theory and practice of industrial policy. Evidence from the Latin American experience", *serie Desarrollo Productivo (LC/L.3013-P)*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: E.09.II.G.34.
- Schumpeter, J. (1939), *Business Cycles: a Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Nueva York, McGraw-Hill Book Company.
- Srholec, M. (2005), "High-tech export from developing countries: A symptom of technology spurts or statistical illusion?", *Working Papers on Innovation Studies*, N° 20051215, Oslo, Universidad de Oslo.
- Thirlwall, A.P. (1979), "The balance of payments constraint as an explanation of international growth rate differences", *BNL Quarterly Review*, vol. 32, N° 128, Roma, Banca Nazionale del Lavoro.
- Verspagen, B. (2004), "Structural change and technology. A long view", *Revue économique*, vol. 55, N° 6, Presses de Science Po.