

Dinamismo tecnológico y estructura sectorial. Una mirada histórica

Fernando Isabella¹

RESUMEN

Aplicando una metodología reciente y a partir de la base de datos de comercio exterior de Feenstra et al (de 1962 a 2000) y de COMTRADE (a partir de 2000), en este trabajo se plantea el cálculo para diferentes agrupamientos sectoriales, del indicador Pasos Sucesivos (Isabella, 2012) en diferentes momentos del período señalado. Eso permite observar las tendencias ascendentes y declinantes de los sectores productivos en este extenso período, buscando rastrear los efectos de los cambios de paradigmas tecno-productivos y las sucesivas innovaciones incrementales asociadas. Estas tendencias se observan a partir de la evaluación de dos características básicas para el desarrollo de los sectores productivos; sofisticación y transversalidad tecnológica. Se encuentra una fuerte estabilidad en las posiciones relativas de los sectores productivos en estas dimensiones con sectores que encabezan a lo largo de todo el periodo como Maquinaria Industrial y Farmacéutica y otros que se ubican sistemáticamente en las posiciones más desfavorables como Materia Primas de bajo Procesamiento y Alimentos, bebidas y Tabaco.

Palabras Clave: Cambio Estructural, Cambio Técnico, Innovación, Desarrollo

1- Presentación

La literatura (neo) estructuralista, con fuerte base en la CEPAL, ha venido señalando repetidamente la importancia para las economías latinoamericanas de procesar un “Cambio Estructural” como forma de apuntalar el crecimiento, mejorar la distribución de los ingresos y protegerse ante futuros escenarios negativos en los mercados internacionales. En el centro de este pensamiento se encuentra la idea de que algunos sectores productivos presentan una mayor potencialidad para conducir a las economías hacia el crecimiento y el desarrollo económico que otros. Esta misma idea es compartida por otras escuelas de pensamiento, como la neo-schumpeteriana. Ésta, retomando y desarrollando las ideas del gran economista austro-húngaro, desarrolla una mirada histórica del desarrollo y la tecnología y señala la sucesión histórica de momentos de fuerte presencia de innovaciones tecnológicas con un potencial productivo tan grande, que su difusión a través del entramado productivo reconfigura completamente las economías y las sociedades, conduciendo a éstas a nuevos “paradigmas tecno-productivos”. Cada uno de estos paradigmas se caracteriza por el liderazgo de algunos sectores productivos que son los pioneros en la aplicación y el desarrollo de las innovaciones más importantes, lo que determina su ascenso y predominancia en términos productivos por largos períodos; hasta que nuevas

¹ Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República. fisabella@iecon.ccee.edu.uy

innovaciones modifican nuevamente el mapa productivo y otros sectores pasan a ocupar los lugares de liderazgo.

Así, estas visiones reseñadas comparten la idea de la importancia de la composición sectorial de las economías por sus implicancias en términos de crecimiento y desarrollo tecnológico. Por lo tanto, desde una perspectiva empírica es fundamental poder determinar concretamente cuáles serían los sectores productivos “líderes” en cada momento histórico. Para esto, muchos estudios trabajan aplicando diferentes “taxonomías industriales”. Se trata de clasificaciones de sectores productivos asociadas con su nivel tecnológico, las que resultan de estudios empíricos, realizados en realidades específicas, cuyas conclusiones sistematizadas en las “taxonomías” son luego aplicadas en otros contextos. Sin embargo, este procedimiento presenta diversas falencias, la más importantes de las cuales es asumir, en momentos de gran dinamismo tecnológico y fuertes cambios en los procesos productivos como los que estamos viviendo, que estas características son estáticas (Isabella, 2012).

Así, en este trabajo, aplicando una metodología reciente (Isabella, 2012) buscamos observar la dinámica tecnológica de los diferentes sectores productivos en un período relativamente extenso, mediante un análisis de estática comparativa. Consiste en aplicar esta metodología (que a partir de datos de comercio exterior elabora un ordenamiento relativo de los diferentes sectores) en tres períodos diferentes; 1962-64; 1980-82 y 2005-2009 y observar la evolución de las ubicaciones relativas de los sectores productivos en esos períodos. Esas ubicaciones relativas refieren a 2 dimensiones que se considera, conforman lo que se ha dado en llamar “sectores clave” para el desarrollo económico; éstas son la sofisticación tecnológica (observada a través de la capacidad de captar rentas extraordinarias del sector) y la transversalidad tecnológica; entendida como el grado de aplicación de tecnologías de “amplio espectro” que permitan una fácil diversificación hacia otros sectores.

2- Marco Conceptual

Como fue adelantado, la CEPAL presenta una larga tradición de estudios en los que se enfatiza en la necesidad de procesar un “cambio estructural” en las economías latinoamericanas con el objetivo de lograr un crecimiento más intenso y estable; una mejor distribución primaria de los ingresos y una mayor resistencia a escenarios negativos en el contexto internacional. (ver, por ejemplo, Címoli, 2005; Cepal, 2007; Cepal, 2012)

Por “Cambio Estructural” se entiende, en esta literatura, el crecimiento en la estructura productiva y en el comercio exportador, del peso de sectores productivos “intensivos en conocimiento”. Estos sectores, asociados a las nuevas tecnologías consisten en actividades alejadas de los recursos naturales; sectores en los que la I+D es la principal fuente de ventajas competitivas y normalmente incluyen desde la farmacéutica y la

biotecnología a la industria aeroespacial, las maquinarias y la electrónica, por sólo mencionar algunos (Katz y Stumpo, 2001).

Los argumentos más utilizados en esta corriente se pueden agrupar en dos grandes vertientes que los autores denominan “keynesianos” y “schumpeterianos” respectivamente. Los primeros refieren a una demanda más dinámica en estos sectores, lo que transmitirá a las industrias productoras y a los países en las que éstas sean importantes, un dinamismo fuerte y estable. La idea es que los bienes primarios tendrían una elasticidad ingreso menor a la unidad (Ley de Engel) mientras que los productos de base tecnológica presentarían la cualidad opuesta. Así, en los largos períodos de crecimiento de la economía mundial, aquellos países especializados en la producción de productos primarios percibirían una porción decreciente de ese dinamismo. La demanda más dinámica asociada a los bienes tecnológicos, además, se expresará en los precios relativos entre estos bienes y el resto. Aquí se recoge la tradicional idea de Prebisch sobre la tendencia secular a una caída en los términos de intercambio entre los productos primarios y los manufacturados, sólo que ahora la división relevante ya no es entre bienes primarios y manufacturados, sino entre los que son intensivos en conocimientos y los que no lo son. Dentro de estos últimos se encuentran la mayor parte de bienes primarios, pero también bienes de origen industrial, como los textiles y vestimenta, alimentos elaborados, manufacturas de minerales metálicos y no metálicos, etc. Entonces, los argumentos “keynesianos” se centran en los impulsos al crecimiento por el lado de la demanda (de ahí la denominación).

Por su parte, los argumentos “schumpeterianos” hacen foco en el dinamismo tecnológico que, se argumenta, es altamente variable entre sectores productivos. Así, algunos permiten la aplicación y el desarrollo de innovaciones tecnológicas que incrementan la productividad, mientras que en otros, esas posibilidades son mucho más limitadas. Además ese dinamismo genera “derrames” tecnológicos al resto de la economía (vía proveedores, clientes, personal capacitado, etc.) por lo que sus beneficios no se circunscribirían a los sectores en sí mismos, sino que derramarían sobre el conjunto de las economías y sociedades que albergaran estas actividades. Por tanto, este grupo de argumentos se enfocan en el lado de la oferta y particularmente en las oportunidades tecnológicas que se abren. (Címoli, 2005; Cepal, 2007)

Asociado a este último concepto existe toda otra vasta literatura que se identifica como “neo-schumpeteriana”. Aquí el énfasis se encuentra en una visión histórica del vínculo entre innovaciones tecnológicas y ciclos económicos. La idea fundamental es que las innovaciones tecnológicas no se dan de forma estable en el tiempo, sino que en ciertos períodos históricos se concentran una serie de innovaciones “radicales” que, conforme se difunden, modifican completamente los sistemas productivos (los productos y los procesos) y en consecuencia, también los sistemas de regulación, los hábitos de consumo, las capacidades requeridas de los trabajadores, etc., lo que configura un nuevo “paradigma tecnoproductivo”. Esos momentos de fuerte cambio en los sistemas productivos se conocen como “revoluciones tecnológicas” o “revoluciones industriales”

(haciendo foco en sus impactos en los aparatos productivos). Estas “innovaciones radicales” presentan originalmente una gran potencialidad productiva que se traduce en altas tasas de rentabilidad de su adopción, pero asimismo, dado su propia novedad, presentan alta complejidad tecnológica que retrasa y dificulta esa difusión. Así, los pioneros; aquellas empresas con altas capacidades tecnológicas y una historia de inversión en I+D que son las que dominan las nuevas tecnologías, gozarán de un cierto poder monopólico sobre éstas, que retrasará el pasaje a precios de las ganancias de productividad y les asegurará altos beneficios por importantes períodos de tiempo. Además, estas empresas estarán en mejores condiciones para ensayar y desarrollar nuevas mejoras sobre las tecnologías; pequeñas “innovaciones incrementales” que si bien no reconfigurarán los sistemas productivos, permitirán aprovechar mejor la potencialidad de los nuevos productos o procesos, y estirar el poder monopólico original y, por tanto, las rentas extraordinarias. Así, desde esta perspectiva, la intensidad de aplicación de estas innovaciones en las diferentes industrias se asocia al nivel de rentabilidad de las empresas.

A medida que pasa el tiempo, la tecnología se va estandarizando; es decir que pierde su novedad, el tiempo permite que los imitadores se vayan aproximando, buena parte de la misma se codifica (manuales, textos) lo que impulsa su difusión, a la vez que las oportunidades de innovaciones incrementales se reducen. Este proceso genera caídas en las tasas de rentabilidad de las empresas, ya que surgen nuevos competidores y la competencia, cada vez más comienza a realizarse vía precios. Es el momento del agotamiento del paradigma que se asocia a caídas en las tasas de crecimiento económico, de la productividad y de las rentabilidades empresariales; lo que, lentamente, comienza a generar las condiciones para un nuevo set de innovaciones radicales. (Schumpeter, 1939; Freeman y Perez, 1988; Freeman y Louça, 2001; Verspagen, 2004)

Ahora bien, el conjunto de innovaciones radicales tampoco se distribuye de forma uniforme a lo largo del sistema productivo, sino que inicialmente, las mismas se asocian a las necesidades y posibilidades productivas de ciertos sectores. Así, la estructura productiva de los países, al determinar los sectores en los que éstos tienen invertidos sus recursos productivos, también se asocia a las posibilidades de participar en la generación, adaptación y uso de las nuevas tecnologías, por lo que su importancia en términos del dinamismo económico nacional es clave.

Asimismo, las innovaciones radicales, presentan otra característica que es su transversalidad. La misma refiere a las posibilidades de aplicación de éstas en vastos sectores económicos, más allá de en los que fueron generadas. Esta característica comienza a ser visible cuando el proceso de difusión se acelera y se expresa en que sectores de actividad, originalmente no relacionados con los sectores “líderes” comienzan a aplicar los procesos o los productos (como insumos) más asociados a las nuevas tecnologías. Así el dominio de éstas implica otra ventaja importante para el

dinamismo económico y refiere a las mayores posibilidades de diversificación productiva, dado su transversalidad.

3- Metodología y datos

En un trabajo reciente, Isabella (2012) propone una nueva metodología de análisis que partiendo de las herramientas desarrolladas en la literatura del Espacio de Producto (EP)² (Hausmann, Hwang y Rodrik, 2005; Hausmann y Klinger, 2006) las reinterpreta teóricamente a la luz de conceptos micro y macroeconómicos neoshumpeterianos, buscando precisar e interpretar mejor sus resultados y propone nuevos indicadores.

Así en línea con los supuestos habituales respecto a la tecnología en la literatura evolucionista, se plantea que las capacidades tecnológicas son específicas, acumulativas y parcialmente tácitas. Estos conceptos rompen con los supuestos neoclásicos sobre la tecnología como un “bien libre” automáticamente incorporada por cualquier firma, poniendo el foco en los costos y el esfuerzo necesario para adaptar tecnologías a las necesidades específicas de cualquier empresa o sector productivo. Además señala la importancia, para el desarrollo y la adaptación de innovaciones de las trayectorias históricas tecnológicas a nivel de firmas y de países, ya que éstas determinarán el stock de capacidades tecnológicas acumuladas con los que hacer frente a los nuevos desafíos tecnológicos (Nelson y Winter, 1982; Antonelli, 2007)

En este sentido, y partiendo del indicador “Proximidad”³ desarrollado en la literatura del EP (Hausmann y Klinger 2006), se señala que una alta proximidad entre dos bienes es indicativo de que comparten buena parte de las capacidades tecnológicas cuya producción eficiente requiere; lo que explica que ambos tiendan a darse conjuntamente en las canastas de exportaciones de los países. Es decir, más allá de la especificidad tecnológica de los diversos sectores, algunos de ellos presentan tecnologías que requieren capacidades más cercanas entre sí. De esta manera, observando la fila correspondiente a un producto en la Matriz de Proximidades⁴, puede observarse el conjunto de otros bienes con los que más capacidades tecnológicas comparte. Además puede observarse qué tan cercano al “núcleo” del EP se encuentra el producto (y su sector productivo por tanto) a partir de computar la Proximidad Total al EP que no es más que la suma de la proximidad de un bien al resto de los bienes del EP. Esto permite observar que hay algunos bienes que presenta alta proximidad con muchos bienes

² En toda la literatura del EP, y también en este documento, se trabaja con datos de exportaciones de los países, pero se señala que las conclusiones refieren a las “estructuras productivas”. Si bien entendemos que nos son sinónimos, de aquí en más, trabajaremos con el supuesto de que las estructuras de exportaciones de los países son buenos “proxys” de sus estructuras productivas.

³ Los autores definen la proximidad entre los bienes “i” y “j” en el momento “t” de la siguiente manera: $\phi_{i,j,t} = \min \{P(x_{i,t}|x_{j,t}), P(x_{j,t}|x_{i,t})\}$, es decir el mínimo de la probabilidad condicional de que dado que un país exporta con Ventajas Comparativas Reveladas (Balassa, 1965) mayores a 1 uno de los bienes, también exporte con $VCR > 1$ el otro

⁴ La matriz de Proximidades es una matriz diagonal en la que cada elemento muestra la proximidad entre el bien fila y el bien columna

(comparten muchas capacidades tecnológicas con éstos en la interpretación que le daremos aquí) y son los que se ubican en el núcleo del EP, mientras que otros se encuentran relativamente aislados, ya que presentan baja proximidad con la mayoría de los bienes. Estos últimos entonces, son productos que requieren capacidades muy específicas, lejanas a las que requiere la mayoría de los bienes. Así no son una buena base desde la cual diversificar la economía, ya que el proceso de generación y adaptación hacia las capacidades requeridas por otros bienes será muy costoso; mientras que los primeros serán “bienes transversales” en el sentido de que aplican tecnologías transversales las que una vez dominadas, facilitan la diversificación productiva por su alta aplicabilidad en diferentes sectores productivos.

Por otra parte, el indicador conocido como PRODY⁵ (también de la literatura del EP; Hausmann Hwang y Rodrik 2005) es interpretado como indicador de la sofisticación tecnológica del producto en cuestión. Si bien el mismo no refiere de manera directa a tecnologías sino a rentas (PIB per cápita de los países que lo exportan), se interpreta que los países que obtienen altos ingresos, lo deben a una especialización productiva basada en bienes con alta sofisticación. Es esta sofisticación lo que dificulta la rápida difusión de las tecnologías asociadas, lo que permite que el país capte rentas diferenciales asociadas a su poder monopólico en las mismas. Ese es el motivo que evita (o retrasa) que esos productos se conviertan en commodities donde la competencia por precios hace que éstos se ubiquen en niveles cercanos a los costos marginales, lo que eliminaría las rentas e implicaría ingresos en declive. Por tanto, a través del canal de las rentas tecnológicas, es que conceptualmente se vinculan niveles de ingresos con sofisticación tecnológica.

De esta forma se plantea que las herramientas desarrolladas en la literatura del EP, aunque ajenas a la tradición teórico neo-schumpeteriana, pueden ser útiles para “aterrizar” empíricamente conceptos de esta tradición teórica y en ese sentido se proponen nuevas herramientas a partir de éstas.

En primer lugar se plantea que en cada período histórico, algunas industrias se basarán en tecnologías que, en grados variables, combinan las dos características básicas que presentan las innovaciones radicales que definen a los paradigmas tecno-productivos; transversalidad y sofisticación. Esas industrias serán especialmente deseables para el desarrollo económico; desde que permiten la apropiación de altas rentas (altos ingresos) y facilitan la diversificación económica que permite la acumulación de nuevas capacidades que a su vez, pondrán al país en mejores condiciones para la adaptación y el desarrollo de futuras innovaciones. Aquellos sectores productivos que mejor combinen ambas características son denominados “sectores clave” en su contexto histórico, por su importancia para el desarrollo económico.

⁵ $PRODY_i = \sum_c \frac{(x_{ci} / X_c)}{\sum_c (x_{ci} / X_c)} Y_c$, donde X_{ci} es el monto exportado por el país “c” del bien “i”; X_c es el total de

exportaciones del país “c” y Y_c es el pib per-cápita del país “c”

La metodología propuesta por Isabella (2012) se basa en desarrollar un indicador que evalúa simultánea y combinadamente ambas características. La idea consiste en evaluar a partir de cada bien, todos los posibles “senderos de transformación” que se abren. La idea es que la Matriz de Proximidades nos aporta un “mapa” que muestra dado cualquier bien, la “proximidad” o, en su concepto inverso, la “distancia” a cada uno de los otros bienes en el EP; lo que señala la facilidad de incorporar a la estructura productiva cada uno de esos bienes, partiendo de las capacidades tecnológicas relacionadas al bien del cual se parte. Así, pueden evaluarse las posibilidades que se abren de diversificación hacia cada uno de los otros bienes del EP. Además se busca evaluar en cada uno de esos posibles “pasos” de diversificación, la sofisticación del bien que se podría incorporar. O sea que en cada paso posible se evalúa la sofisticación del bien a incorporar ponderada por la proximidad a ese bien al que se está evaluando. De esta forma, los mejores senderos serán aquellos que involucren mayor proximidad (menor distancia) y mayor sofisticación. Así se plantea que “las proximidades nos dan el camino del cambio estructural; pero la sofisticación nos da la dirección deseable”⁶

Por otra parte, esta evaluación no solo se realiza en vías directas, sino también indirectas. Es decir, cuando se habla de “senderos de transformación” se piensa en procesos de diversificación que no se agotan simplemente en incorporar los bienes cercanos a los que actualmente se producen; sino en procesos dinámicos de creación y adaptación de capacidades tecnológicas desde las asociadas a la estructura productiva original, hacia las requeridas por los nuevos bienes a incorporar. Pero a su vez, esta creación y adaptación de capacidades, permite a la economía plantearse nuevas adaptaciones de capacidades hacia nuevos bienes (nuevos pasos), cercanos a los recientemente incorporados, aunque quizá no tanto a los originalmente contenidos en la estructura productiva en cuestión. Por este motivo el indicador se denomina “pasos sucesivos” y su expresión matemática es la siguiente:

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

Donde $\phi_{i,j}$ refiere a la proximidad entre los bienes “i” y “j”; S_i es la sofisticación tecnológica del bien “i”, en este caso medida a través del PRODY del bien y “n” es la cantidad de bienes presentes en la versión del EP con que se trabaja.

Este indicador, aplicable a cada bien “b” en el EP, consiste en computar la proximidad a cada uno de los demás bienes y con ella ponderar la sofisticación de éstos. Así puntuarán alto aquellos bienes b que se encuentren relativamente próximos a bienes sofisticados. De hecho, también se considera la sofisticación del propio bien “b” dado que la proximidad de un bien consigo mismo es 1.

⁶ Isabella (2013), página 9

Además, cada uno de los siguientes sumandos, considera los “pasos sucesivos” es decir los procesos graduales de adaptación de capacidades que implican partiendo del bien “b”, adoptar cada uno de los otros bienes y desde ellos evaluar nuevamente las posibilidades que se abren de transformación hacia nuevos bienes; sin considerar el “paso atrás” es decir, sin volver al bien “b”. Así el segundo sumando considera los senderos que partiendo del bien “b” consisten en pasar a cada uno de los otros y desde ellos a otros; mientras que el tercer sumando refiere al sendero que involucra ahora 4 bienes; partiendo de “b”, pasar a cada uno de los otros; desde éstos a otros y desde ellos, evaluar las nuevas posibilidades que se abren y así sucesivamente. Por tanto y para evaluar la distancia recorrida en todo el sendero es que cada paso es pre-multiplicado por las proximidades de los bienes por los que se “pasó previamente” en el recorrido del sendero⁷. El cociente de la expresión simplemente busca estandarizar los resultados debido a que la cantidad de bienes involucrados en cada paso es creciente, lo que tendería a “inflar” artificialmente los resultados.

Los datos con los que se trabaja son datos de comercio exterior (de exportación) tomados de Feenstra et al (2005)⁸ para el período 1962-1964 y para el período 1980-1982 y de COMTRADE para el período 2005-2009. Están clasificados según la Standard International Trade Classification revisión 2 (SITC 2) a 4 dígitos de desagregación, de lo que resulta un total de entre 698 y 952 bienes, dependiendo del período considerado. Se trabaja con datos promedio de los años incluidos en cada período considerado para minimizar distorsiones en los resultados asociados a shocks puntuales o a posibles errores de datos. La información de pib-per cápita (necesaria para el cálculo del PRODY) surge de Penn World Tables 7.0 y fue complementada con datos de “Historical Statistics of the World Economy” de Angus Maddison⁹ para llenar algunos vacíos.

La aplicación de la metodología consiste en calcular la Matriz de Proximidades para cada período, y luego aplicar el indicador Pasos Sucesivos a los datos de cada período considerado. Así se obtiene un ranking de bienes ordenado según el valor resultante del indicador. Luego se agrupan los bienes en sectores a los efectos de facilitar la interpretación de los resultados, aunque es importante destacar que el trabajo se realizar

⁷ Esto surge de la necesidad de definir la proximidad ya no entre 2 bienes sino en un sendero que involucra a varios, cosa que no está definida en la literatura del EP. Para eso en Isabella (2012) se define:

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

Al asumir esta definición se puede mostrar que el EP no cumple las condiciones de un Espacio Euclidiano.

⁸ Disponible en http://cid.econ.ucdavis.edu/data/undata/NBER-UN_Data_Documentation_w11040.pdf

⁹ Disponible en:

https://www.google.com.uy/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ggd.net%2Fmaddison%2FHistorical_Statistics%2Fhorizontal-file_02-2010.xls&ei=NCgSUorcDlaOyAGOh4E4&usg=AFQjCNFFKZ1UysTOuIY4NsZF9qwdU2Hg&sig2=NqyYFGNPPaWRjSw648cb4Q

para bienes y no para sectores; por lo que siempre es posible deshacer los sectores y volver a los bienes.

La agrupación de sectores se realizó buscando afectar lo menos posible los resultados; por lo que en lo posible se intentó seguir la estructura de grupos y secciones de la clasificación SITC utilizada y sólo se hicieron algunos cambios cuando se consideró que ayudarían a interpretar mejor los resultados. La siguiente tabla muestra la conformación de sectores usada:

Tabla 1 – Detalle de los sectores conformados

Nº	Denominación	Bienes SITC incluidos
1	Alimentos, bebidas y tabaco	Hasta división 12 inclusive
2	Materias primas de bajo procesamiento	Desde división 21 hasta 43
3	Químicas básicas	Divisiones 51 a 53 inclusive
4	Farmacéutica	División 54
5	Otros químicos	Divisiones 55 a 59
6	Manufacturas Básicas	Divisiones 61 a 69
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 7 y 10
10	Instrumentos Científicos y Médicos	División 87 y bien a 3 dígitos 774
11	Armamento	División 95
12	Manuf. Varias no sofisticadas	Divisiones 81 a 85; 88, 89, sección 9 excepto división 95

Fuente: Elaboración propia

4- Resultados

En primer lugar se presentan, a continuación, los resultados que surgen de la aplicación del indicador Pasos Sucesivos¹⁰ en los tres períodos estudiados. Los sectores están ordenados según el ranking del primer período estudiado (1962-64) y para cada período se señala el puesto en el ranking en que se ubica cada sector. Además se incorpora el decil promedio en que se ubican los bienes que componen el sector, donde el primer decil corresponde al 10% de los bienes peor evaluados y el décimo decil son los mejor evaluados¹¹.

¹⁰ Sólo se calculan los 3 primeros pasos del indicador, dado las dificultades de cálculo. De todas formas, dado la fuerte tendencia decreciente en el valor de cada paso, podemos estar seguro de no estar perdiendo información relevante.

¹¹ Los sectores se ordenan según el promedio simple del valor del indicador de los bienes que los componen (que no se muestra en la tabla) pero se muestra el decil promedio ya que tiene una interpretación más rica. Sin embargo en algunos casos estas dos medidas no coinciden y puede suceder que un sector que se ubique antes que otro según el resultado del indicador presente un decil promedio

Tabla 2: Resultados del indicador Pasos Sucesivos por sectores en ranking y deciles

Sector	1962-64		1980-82		2005-2009	
	ranking	decil prom.	ranking	decil prom.	ranking	decil prom.
Maquinaria Industrial	1	8,3	2	7,7	1	7,7
Electrónica	2	7,9	9	5,3	11	4,2
Farmacéutica	3	7,6	3	7,6	3	6,4
Manufacturas Básicas	4	6,9	6	6,3	6	6,3
Instrumentos Científicos y Médicos	5	7,0	1	8,1	2	7,0
Material de Transporte	6	6,7	7	6,3	4	6,3
Manuf. Varias no sofisticadas	7	6,6	10	5,3	8	5,5
Otros químicos	8	6,3	8	6,1	5	6,4
Químicas básicas	9	6,5	4	6,7	7	5,7
Armamento	10	6,0	5	7,0	9	5,0
Alimentos, bebidas y tabaco	11	3,4	11	3,7	10	4,6
Materias primas bajo procesamiento	12	3,2	12	3,3	12	3,3

Fuente: Elaboración Propia

En primer lugar debe notarse la sorprendente estabilidad de los resultados a lo largo de casi medio siglo. Puede observarse que los sectores “Alimentos, bebidas y tabaco” y “Materias primas de bajo procesamiento”, los sectores más ligados a los recursos naturales, se ubican siempre en los más bajos lugares del ranking. Esto puede interpretarse como un argumento respecto a la baja potencialidad de los recursos naturales para conducir a las economías a sendas de desarrollo con alta diversificación y altos ingresos. En el otro extremo del ranking puede observarse que los sectores “Maquinaria Industrial” y “Farmacéutica” siempre se ubican en los primeros lugares, lo que abona en el sentido de su importancia para el desarrollo. El sector “Instrumentos Científicos y Médicos” presenta una interesante evolución, desde posiciones intermedias en los 60, hacia las posiciones más altas desde los 80. Esto podría ser coherente con el papel cada vez más relevante que la ciencia ha tomado respecto a la producción en particular y en la sociedad en general. También es coherente con el fuerte impulso que la tecnología de punta ha tenido en aspectos relacionados a la medicina.

Sin embargo resulta sorprendente (y contra intuitivo) la evolución mostrada por el sector “Electrónica” que a priori suponíamos que mostraría una tendencia opuesta. Se observa que muestra una caída sistemática en el ranking, pasando desde los primeros lugares en los 60, a posiciones intermedias en los 90 y ubicándose en las posiciones más bajas en el presente siglo. La posición relativa en el último período ya había sido

más bajo. De todas formas entendemos que desde el punto de vista conceptual es más apropiado mantener el ordenamiento según el promedio del indicador.

observada en Isabella (2012) donde se señalan algunas tendencias productivas que podrían estar explicando ese resultado. También seguramente este resultado esté señalando algunas limitaciones de la metodología aplicada.

El resto de los sectores se mantiene en todo el período en posiciones intermedias del ranking. Conviene hacer notar que el sector “Armamento” representa en realidad, un único bien con el nivel de desagregación con que trabajamos. Ese único “bien” mezcla en realidad, las características de productos sumamente diversos; desde pistolas de mano, hasta misiles o carros de combate. Esta cualidad, sumado a los problemas de registro en un sector sumamente sensible nos llevan a no prestarle demasiada atención a los resultados que presente de aquí en más.

A los efectos de observar de forma más detallada los resultados y de ayudar a interpretarlos, a continuación “descomponemos” el indicador resumen presentando separadamente los rankings, para todos los períodos estudiados, de las dos características básicas que definen a los “sectores clave”; sofisticación y transversalidad; observados a través del PRODY y la Proximidad Total¹², respectivamente.

Tabla 3, ranking de sofisticación (PRODY promedio) por períodos

Sector	1962-1964	1980-1982	2005-2009
Armamento	1	1	7
Maquinaria Industrial	2	3	3
Instrumentos Científicos y Médicos	3	2	2
Electrónica	4	7	5
Material de Transporte	5	4	8
Químicas básicas	6	6	4
Manufacturas Básicas	7	9	9
Otros químicos	8	8	6
Farmacéutica	9	5	1
Manuf. Varias no sofisticadas	10	10	10
Alimentos, bebidas y tabaco	11	11	11
Materias primas bajo procesamiento	12	12	12

Fuente: Elaboración Propia

¹² Esto en realidad es sólo una aproximación a la descomposición del indicador Pasos Sucesivos, ya que éste evalúa la presencia combinada de ambas características, cosa que no puede mostrarse observando separadamente las dimensiones.

Tabla 3, ranking de transversalidad (proximidad total promedio) por períodos

Sector	1962-1964	1980-1982	2005-2009
Maquinaria Industrial	1	1	1
Farmacéutica	2	3	7
Electrónica	3	7	11
Manufacturas Básicas	4	4	2
Químicas básicas	5	5	8
Manuf. Varias no sofisticadas	6	8	4
Otros químicos	7	6	5
Material de Transporte	8	9	3
Instrumentos Científicos y Médicos	9	2	9
Armamento	10	10	10
Alimentos, bebidas y tabaco	11	11	6
Materias primas bajo procesamiento	12	12	12

Fuente: Elaboración Propia

Salta rápidamente a la vista la explicación de la ubicación del sector de Maquinaria Industrial en el índice Pasos Sucesivos; sistemáticamente ha sido el sector más transversal y siempre ha estado entre los 3 más sofisticados. Conforma plenamente lo que hemos denominado “sector clave”. Este resultado parece bastante lógico, desde que, por una parte, las tecnologías asociadas al sector, deben evolucionar con los avances tecnológicos, ya que se trata de maquinaria que deberá producir productos siempre cambiantes y a través de procesos también cambiantes. Por tanto, necesariamente debe acompañar las innovaciones tecnológicas. Asimismo la alta transversalidad, refleja por un lado, yendo a la definición de los indicadores usados, que los países exportadores de maquinarias son altamente diversificados. Pero esto además puede interpretarse como que las tecnologías involucradas son altamente transversales, en el sentido que permiten una fácil diversificación a otros sectores. En parte eso se puede deber a que esas capacidades deben “contener” a las necesarias para producir los productos que se producirán con las maquinarias. Es decir que el sector también está obligado a mantener un vínculo fluido con las técnicas de producción de los bienes finales. Es decir, un país con fuerte presencia de producción de maquinaria para la industria metalúrgica, ha de tener las capacidades necesarias para desarrollar la propia industria metalúrgica. Además señala que las maquinarias industriales incorporan (transversalmente) tecnologías asociadas a muchos sectores. La electrónica, informática, robótica o mecánica y metalúrgica son insumos para esta industria, por lo que la cercanía tecnológica se refuerza.

Por otra parte se observa que las “Materias primas de bajo procesamiento” se han ubicado en el último lugar en ambas dimensiones en todos los períodos y algo parecido sucede con el sector de Alimentos, con la única excepción de la transversalidad para el período más reciente, dimensión en la que se ubica a mitad de tabla. Este resultado podría estar señalando una mayor diversificación reciente de los países exportadores de alimentos.

Por otra parte, es también interesante la evolución del sector Farmacéutico; que presenta dos tendencias encontradas; crece permanentemente en sofisticación a la vez que cae en transversalidad. La primera tendencia señalada no resulta sorprendente en virtud del papel que las “ciencias de la vida” han tenido en la presente revolución tecnológica. La segunda señalaría una tendencia a la pérdida de transversalidad. Se podría hipotetizar respecto a que las políticas cada vez más duras en términos de patentes podría estar reduciendo los “derrames tecnológicos” de esta industria, aunque no tenemos evidencia como para concluir al respecto.

Respecto al sector Electrónica, estos resultados profundizan nuestras dudas, ya que parece oscilar en niveles medios de sofisticación, pero cae sistemáticamente en transversalidad. Como se señala en Isabella(2012), las tendencias a la segmentación de procesos productivos y de deslocalización de parte de los eslabones de las cadenas de valor ha impactado especialmente en este sector, lo que puede ayudar a explicar la caída en la transversalidad. Sin embargo, esta tendencia es reciente y si bien puede estar explicando los pobres resultados del sector en el último período estudiado (2005-2009) no parece razonable aplicarla para explicar la evolución entre la década de los 60 y los 80. Sin embargo, al menos parte de este proceso sí podría explicarse por algo que fue comentado en oportunidad de explicar los resultados del sector Maquinarias Industriales; que lo más sofisticado del sector electrónica suele insertarse como insumo en otros sectores, particularmente en Maquinaria Industrial (aunque también en Armamento o en Equipos de Transporte). Esta cualidad “transversal” del sector escapa a nuestra metodología.

El sector de Instrumentos Científicos y Médicos debe sus buenos resultados globales a su alta sofisticación ya que su transversalidad es baja (excepto en los 80).

El sector Material de Transporte muestra una pérdida de sofisticación e incremento de transversalidad en los últimos años, aunque siempre manteniéndose en niveles medios en ambas características. Esto podría estar señalando una tendencia a la estandarización de tecnologías y a una amplia difusión de éstas, lo que es coherente con la fuerte irrupción de nuevos países y marcas competidoras en las últimas décadas en estos mercados. De todas formas, por los períodos tomados, no se estaría captando lo que podría ser una nueva revolución tecnológica en este sector asociado a los vehículos híbridos, eléctricos, a hidrógeno, etc., que podría estar “reverdeciendo” a este sector.

Finalmente es interesante notar que los sectores Manufacturas Básicas y Manufacturas Varias no sofisticadas, que en el indicador Pasos Sucesivos mostraban niveles intermedios, muestran sistemáticamente mejor posición en transversalidad que en sofisticación. Se trata de sectores de tecnologías maduras (metalúrgicas, manufacturas de minerales no metálicos, papel y productos de papel y de madera, telas y prendas, etc.) que si bien no son sectores tecnológicamente dinámicos, parecen mostrar una transversalidad importante, por lo que podría tratarse de sectores importantes para que países con escasas capacidades tecnológicas realicen un aprendizaje tecnológico, a partir del cual diversificarse y sofisticar progresivamente su producción.

5- Reflexiones finales

A modo de conclusión, podemos plantear que el principal resultado encontrado en este trabajo es una muy fuerte estabilidad en el desempeño relativo de los sectores productivos en materia de sofisticación y de transversalidad tecnológica en un largo período de casi medio siglo entre 1962-64 y 2005-2009.

En particular se observa que los sectores Maquinaria Industrial y Farmacéutica siempre encabezan el ranking, a los que se suma, a partir de los 80, el sector de Instrumentos Científicos y Médicos. Esto los convierte en sectores altamente deseables para el desarrollo, ya que permiten la apropiación de altas rentas tecnológicas y son una buena base para la diversificación productiva.

Por el contrario, los sectores de “Materias Primas de bajo procesamiento” y “Alimentos, bebidas y tabaco” se muestran consistentemente como sectores tecnológicamente muy poco dinámicos y asociados a capacidades muy específicas que no permiten una fácil diversificación.

Existe un conjunto de sectores que se ubican en niveles medios en todos los períodos, entre los que se cuentan las Manufacturas Básicas y Manufacturas Varias no Sofisticadas y las industrias químicas (Químicas Básicas y Otros Químicos). Pero mientras éstas últimas presentan valores consistentemente intermedios en ambas dimensiones, las primeras parecen ser mucho más transversales que sofisticadas. Esto podría señalar una vía interesante de diversificación para que países con escasas capacidades tecnológicas puedan realizar un proceso de aprendizaje tecnológico a partir de cual diversificarse y sofisticarse gradualmente.

Por otro lado, se impone profundizar en la interpretación del llamativo resultado encontrado respecto al sector Electrónica que, partiendo de niveles muy altos en el ranking, muestra una caída permanente y finaliza entre los últimos lugares. Si bien algunas tendencias recientes podrían ayudar a explicar este proceso en los últimos años, resta intentar comprender la tendencia ya mostrada en los 80. Esto señala una limitación importante de nuestra metodología que al observar las tendencias tecnoproductivas a través de los bienes, no puede captar las tecnologías insertas transversalmente a éstos. Así, la electrónica de punta es mucho más un insumo para otros sectores (como Maquinarias, Armamento o Equipo de Transporte) que un producto en sí misma, lo que puede estar opacando nuestros resultados.

En cuanto a las líneas de investigación futuras es necesario avanzar por la vía de la desagregación de sectores, para observar posibles tendencias divergentes dentro de éstos e interpretar mejor los resultados. Por otra parte, como ya fue planteado, se requiere ensayar con aproximaciones diferentes a las dinámicas tecnológicas, que permitan captar las tecnologías que se incorporan transversalmente a los sectores productivos y que no podemos captar por la vía de la observación de los “productos finales”.

Bibliografía

- Antonelli, C. (2007): The Foundations of the Economics of Innovation, *Working Paper Series*, WP N° 02/007, Dipartimento di Economia “S. Cognetti de Martiis”, laboratorio di Economia dell’Innovazione “Franco Momigliano”, Università di Torino.
- Balassa, B. (1965): *Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage*, *The Manchester School* 33: 99–123. doi: 10.1111/j.1467-9957.1965.tb00050.x
- CEPAL (2007) *Progreso Técnico y Cambio Estructural en América Latina*, LC/W.136, Naciones Unidas-IDRC, Santiago de Chile.
- CEPAL (2012) *Cambio Estructural para la Igualdad. Una visión integrada del desarrollo*. Naciones Unidas, Santiago de Chile
- Cimoli, M. (2005) *Heterogeneidad Estructural, Asimetrías Tecnológicas y Crecimiento de América Latina*, CEPAL-BID, Santiago de Chile.
- Feenstra, R.; Lipsey, R.; Deng, H.; Ma, A.; Mo, H. (2005) *World Trade Flows: 1962-2000*, Working Paper 11040, National Bureau of Economic Research
- Freeman, C. y Louça, F. (2001) “As Time Goes By: From the Industrial Revolution to the Information Revolution”, Oxford University Press.
- Freeman, C. y Perez, C. (1988) "Structural Crises of adjustment, business cycles and investment behavior", en Dosi, G., Freeman, F., Nelson, R., Silverberg, G. y Soete, L. (Eds.) *Technical Change and Economic theory*, Printer Publishers, London, NY, pp.38-66.
- Hausmann, R. y Klinger, B. (2006a) “Structural Transformation and Patterns of Comparative Advantage in the Product Space”, *Center for International Development Working Paper*, 128, Harvard University.
- Hausmann, R., Hwang, J. y Rodrik, D. (2005) "What you Export Matters", *Center for International Development Working Paper*, 123, Harvard University.
- Isabella, F. (2012) *Senderos Productivos para el Cambio Estructural; Una propuesta para evaluar caminos de transformación productiva y su aplicación a Uruguay*, Tesis para optar al título de Magíster en Economía, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República
- Isabella, F. (2013) “Pathways of Structural Transformation”, Ponencia presentada en el 8th European Meeting of Applied Evolutionary Economics (EMAEE), 8 al 10 de junio de 2013, SKEMA Business School, Sophia Antipolis, Francia

- Katz, J. y Stumpo, G. (2001) “Regímenes sectoriales, productividad y competitividad internacional”, *Revista de la CEPAL*, 75, LC/G.2150- P/E, CEPAL.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press of Harvard University, Londres.
- Schumpeter, J. (1939) *Business Cycles; a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*, McGraw-Hill Book Company, New York-Toronto-London.
- United Nations (1975): "Standard International Trade Classification Revision 2–Statistical", *Papers Series*, M No.34/Rev.2.
- Verspagen, B. (2004): “Structural change and technology. A long view”, *Revue économique*, 2004/6 Vol. 55, p. 1099-1125. DOI : 10.3917/reco.556.1099