

# LAS REDES COMPLEJAS DE COMERCIO Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO: EL ESPACIO DE PRODUCTOS, REDES CON CARACTERÍSTICAS DE MUNDO PEQUEÑO Y LA ACELERACIÓN DEL CRECIMIENTO

Raja Kali\*  
Javier Reyes\*\*

## Introducción

¿Existe alguna manera de impulsar la aceleración en la tasa de crecimiento económico de un país? ¿Cuál es el papel del comercio y de la ventaja comparativa en este proceso? Éstas son algunas de las preguntas más persistentes e importantes en la economía. El objetivo de este proyecto de investigación es abordar el comercio internacional a partir de un enfoque novedoso que se basa en las redes para tener avances en la decodificación del misterio de la aceleración del crecimiento.

En cuanto a la primera pregunta, un trabajo reciente realizado por Hausmann, Pritchett y Rodrik (2005) analiza las “aceleraciones del crecimiento” —episodios de gran aceleración en el crecimiento económico que se han mantenido durante al menos ocho años— y encuentra que dichos episodios han sido altamente impredecibles.<sup>1</sup> La mayoría de las aceleraciones del crecimiento no tienen relación con condicionantes estándar, tales como los cambios políticos o las reformas económicas, mientras que en la mayoría de los casos de reformas económicas no producen aceleraciones del crecimiento. Esto nos coloca frente a un dilema: ¿son las aceleraciones del crecimiento idiosincráticas y/o una cuestión de suerte? Las implicaciones de una conclusión semejante serían, por decir lo menos, alarmantes. Pero mientras que la mecánica de estas transiciones sigue siendo un misterio, la buena noticia es que Hausman *et al.* descubrieron que las aceleraciones del crecimiento son hechos bastante frecuentes. De los ciento diez países que conforman su muestra, sesenta han tenido al menos una aceleración en el periodo de treinta y cinco años que va de 1957 a 1992, lo cual representa un índice del 55 por ciento. En cuanto a la segunda pregunta, trabajos recientes realizados por Hausmann y Klinger (2007) y

\* Profesor, Department of Economics, University of Arkansas, <kali@uark.edu>.

\*\* Vicedirector de Educación a Distancia, University of Arkansas, <reyes@uark.edu>.

<sup>1</sup> Las aceleraciones del crecimiento son definidas como episodios de gran aceleración que cumplen con las siguientes condiciones: 1) crecimiento del ingreso per cápita del 2 por ciento anual, 2) el aumento en el crecimiento tiene que mantenerse por al menos ocho años, 3) el crecimiento posterior a la aceleración debe de ser de al menos el 3.5 por ciento anual, y 4) el rendimiento posterior a la aceleración debe superar el nivel más alto de ingreso del episodio anterior, para descartar casos de simple recuperación.

por Hidalgo *et al.* (2007) han desarrollado un enfoque innovador para el análisis de las ventajas comparativas que sugiere una nueva perspectiva. Utilizando información detallada del nivel de producto obtenida de la base de datos sobre comercio internacional de la Oficina Nacional de Investigación Económica (National Bureau of Economic Research, NBER), estos trabajos miden la relación que existe entre los productos a partir del patrón de la ventaja comparativa revelada en el comercio internacional. En otras palabras, infieren qué tan probable es exportar diferentes productos de manera conjunta a partir de la información relativa a las exportaciones. Esta red de afinidad entre los productos es conocida como “el espacio del producto”. Posteriormente, averiguan si el patrón de especialización de los productos de un país determinado se encuentra vinculado de manera densa o dispersa. Aquí identifican dos patrones. En primer lugar, el patrón de afinidad de los productos muestra un alto grado de heterogeneidad: hay partes del espacio del producto densas, mientras otras son más bien dispersas. Los productos más sofisticados se encuentran en núcleos más densamente conectados, mientras los productos menos sofisticados ocupan la periferia, que está menos conectada. En segundo lugar, los cambios en la ventaja comparativa revelada de las naciones se rigen por el patrón de afinidad en el ámbito global. De forma empírica, los países se mueven a través del espacio del producto al desarrollar bienes semejantes a los que ya producen. Esto significa que cambiar la ventaja comparativa revelada resulta más sencillo para los países especializados en una parte densa del espacio del producto que para los países especializados en productos menos relacionados. La mayoría de los países pueden alcanzar el centro únicamente al recorrer de manera empírica trayectos poco frecuentes, lo que explica por qué para los países pobres resulta más complicado desarrollar exportaciones más competitivas, no logrando alcanzar el nivel de ingreso de los países ricos. La incapacidad de dar saltos de largo alcance se vincula con la dificultad para cambiar los productos de bajo crecimiento (tradicional/pobre) a productos de alto crecimiento (moderno/rico).

Los países que tienen una ventaja comparativa en productos tradicionales son proclives a estancarse en la “trampa del producto”, dado que sólo podrán producir productos semejantes a los que ya producen. Según esta visión, la ubicación de un país en el espacio del producto es una determinante fundamental de sus capacidades de crecimiento.

Nuestra investigación tiene como objetivo construir y desentrañar, a partir de estas dos líneas de trabajo, parte del misterio detrás de la mecánica de la aceleración del crecimiento y, al hacerlo, ofrecer una relación unificada entre la ventaja comparativa, el comercio y el crecimiento económico. Los trabajos de Hausmann y Klinger (2007) y de Hidalgo *et al.* (2007) sugieren una interpretación natural del “espacio del producto” en términos de redes. Por lo tanto, adoptamos una interpre-

tación del espacio del producto a partir de las redes y hacemos uso de métodos analíticos provenientes de la bibliografía reciente sobre redes complejas.<sup>2</sup>

Uno de los resultados generales a los que llegan dichos trabajos es que las redes de alto rendimiento en diversos ámbitos (biológico, tecnológico, social, económico) son propiedad del “mundo pequeño” (Watts y Strogatz, 1998). En otras palabras, en diversos contextos, el mundo pequeño parece ser una topología “ideal”. Un mundo pequeño (MP) es una red cuya topología combina un alto nivel de agrupación entre nodos con una alta conectividad (la ruta más corta) a través de éstos. Debido al alto nivel de agrupación, con frecuencia dichas redes presentan fuertes excedentes entre nodos, y la ruta más corta brinda el potencial para saltos de largo alcance a través de la red. Ambas características son ventajosas en el contexto del desarrollo económico y del crecimiento. ¿Podría ser que la clave para la aceleración del crecimiento se encuentre en la capacidad del patrón de especialización de productos de un país para desarrollar una topología de “mundo pequeño” antes del despegue? Esto podría ocurrir porque el espacio del producto y el patrón de especialización de productos de un país, ambos tendientes a evolucionar con el tiempo, coinciden y generan las condiciones necesarias para un mundo pequeño. De ser así, significa que la ubicación de un país en el espacio del producto, así como su patrón de especialización de productos, son importantes para poder experimentar una aceleración del crecimiento. Si logramos encontrar evidencia de este razonamiento, entonces habremos logrado un avance importante en la decodificación del misterio de la aceleración del crecimiento.

Nuestro proyecto de investigación tiene como objetivo organizar la evidencia para analizar esta perspectiva. La idea es hacerlo en diversas etapas, que serán descritas a lo largo de este documento. La primera, en la que ya hemos hecho un progreso considerable, es trazar la topología del espacio del producto a lo largo del tiempo, de 1965 al año 2000. Esto nos brinda evidencia de que, durante este periodo, la red de afinidad del espacio del producto entre productos que se basan en el patrón de ventaja comparativa revelada dentro del comercio internacional ha evolucionado de manera considerable. Encontramos que la evolución del espacio del producto experimentó una fractura estructural durante los años ochenta. En segundo lugar, haremos un mapa del patrón de especialización de productos de los países de forma individual. En tercer lugar, sobrepondremos (a escala nacional) la especialización de productos de los países que se encuentran en la red del espacio del producto. Sobreponer la “sub”red de especialización de productos a escala nacional a la red más grande de espacio del producto nos permitirá analizar si

<sup>2</sup> Newman (2003) y Albert y Barabasi (2002) son buenos resúmenes de esta literatura. El sondeo de Jackson (2006) es una buena introducción a la economía de redes.

la especialización de productos a nivel nacional se asemeja a un “mundo pequeño” antes de que se diera la aceleración del crecimiento. En cuarto lugar, haremos una regresión multivariada para entender si existe un respaldo de evidencia importante que sostenga la hipótesis de que si el patrón de especialización de producto de un país se parece a un mundo pequeño, entonces será más factible que experimente una aceleración del crecimiento ulterior. Finalmente, dependiendo del resultado de las etapas anteriores, nos gustaría indagar un poco más acerca del efecto del mundo pequeño y analizar con mayor detalle los patrones de especialización de producto específicos de los países que han experimentado una aceleración del crecimiento, para poder entender las semejanzas y las diferencias en las formas en que estos países han logrado tener las características “adecuadas”. Como es bien sabido en la literatura de las redes complejas, existen diversas formas en que las redes pueden lograr la combinación de un alto nivel de agrupación con una ruta más corta, que representa a un MP (tales como enlaces, atajos y modularidad), y lo que entonces queremos entender es si existen factores comunes en los patrones de los países exitosos. Está de más decir que las repercusiones en materia política de tales hallazgos podrían servir para la consiguiente elaboración de estrategias de desarrollo.

El estudio de la relación entre el comercio, el crecimiento económico y el desarrollo tiene una larga y distinguida genealogía en la economía, que se remonta a los trascendentales estudios realizados por Hirschman (1958). El excepcional desempeño de las economías del este de Asia durante el último cuarto del siglo XX revitalizaron esta cuestión, y suscitaron varias de las contribuciones más recientes, como las de Grossman y Helpman (1991), Matsuyama (1992), Frankel y Romer (1999) y Rodríguez y Rodrik (2001), entre otras. Sin embargo, esta cuestión no parece haber sido resuelta, ni teórica ni empíricamente. Consideramos que un conjunto de herramientas analíticas completamente diferente para considerar estas cuestiones producirá nuevos conocimientos e incluso podría ofrecer una piedra Rosetta para decodificar el misterio de la aceleración del crecimiento.

En la siguiente sección, explicaremos nuestra hipótesis y el enfoque de red con más detalle. En la segunda sección, se describe el análisis empírico que realizamos, así como los pasos subsiguientes en el programa de investigación. En la tercera sección se analizan las implicaciones más amplias del proyecto de investigación y se presentan las conclusiones. Más avances sobre estas cuestiones se encuentran resumidos en Kali *et al.* (2011).

## El espacio del producto, la especialización por país y el mundo pequeño

### EL ESPACIO DEL PRODUCTO

Seguimos a Hidalgo *et al.* (2007) y a Hausmann y Klinger (2007) al calcular el espacio del producto de la afinidad entre los productos con base en el patrón de ventaja comparativa revelada en el comercio internacional. Aquí ofrecemos una breve descripción; para mayor detalle, el lector puede consultar los trabajos de dichos autores. Al igual que ellos, utilizamos la base de datos sobre comercio internacional de la NBER para calcular el espacio del producto (Feenstra *et al.*, 2005). El primer paso es el cálculo de la “ventaja comparativa revelada” (*revealed comparative advantage*, RCA), la cual mide si un país  $c$  exporta más del producto  $i$ , como parte de sus exportaciones totales, que un país promedio ( $RCA > 1$  no  $RCA < 1$ ).

$$RCA_{c,i} = \frac{\frac{x(c,i)}{\sum_i x(c,i)}}{\sum_{c,i} x(c,i)} \quad (1)$$

La RCA, calculada de esta forma, se utiliza para medir la “proximidad” entre productos, lo cual formaliza la idea intuitiva de que la capacidad de un determinado país de producir cierto producto depende de su capacidad de producir otros productos relacionados. Si dos bienes se encuentran vinculados porque necesitan instituciones, infraestructura, recursos o tecnología similares, o alguna combinación de las anteriores, es probable que se produzcan de manera conjunta, mientras que es menos probable que se produzcan conjuntamente bienes distintos. Formalmente, la proximidad  $\emptyset$  entre productos  $i$  e  $j$  representa lo mínimo indispensable para que exista la probabilidad condicional por pares de que un país exporte un bien por el hecho de exportar otro:

$$\emptyset_{i,j} = \min \{P(RCAx_i | RCAx_j), P(RCAx_j | RCAx_i)\} \quad (2)$$

La matriz de estas proximidades es lo que caracteriza al espacio del producto. Calculamos la matriz de proximidad para cada año entre 1962 y el año 2000. Estas matrices pueden compararse para entender la evolución del espacio del producto durante dicho periodo.

La matriz de proximidad puede considerarse como una red compleja,<sup>3</sup> en la que cada producto representa un nodo de la red, mientras las proximidades entre los productos indican los bordes entre ellos, así como sus intensidades.

Dada la simetría de la matriz de proximidad, la red resultante puede describirse como una red indirecta ponderada. Esta perspectiva nos permite analizar el espacio del producto y su evolución en términos de las propiedades de la red.

#### ESPECIALIZACIÓN DE PRODUCTO POR PAÍS

Cuando hablamos de especialización de producto por país nos referimos al conjunto de productos por el que un país posee RCA ( $>1$ ). Esto es, en esencia, la ventaja comparativa de un país. Podemos examinar cómo este conjunto ha cambiado durante el periodo que analizamos, tanto para los países que experimentaron una aceleración del crecimiento como para los que no.

#### LA HIPÓTESIS DEL MUNDO PEQUEÑO

Una red presenta características de un MP si, grosso modo, dos nodos cualesquiera de la red pueden conectarse mediante una secuencia corta de enlaces intermedios. Esto puede ocurrir por la combinación de una ruta característica más corta con un alto nivel de agrupación en la red. El coeficiente de agrupación de una red es la medida de exclusivismo de los nodos, y la ruta característica es un índice de la cantidad promedio de vínculos que conectan dos nodos cualesquiera. Trabajos recientes han sugerido que, en el caso de redes que surgen en la naturaleza, el fenómeno es generalizado (Watts y Strogatz, 1998; Watts, 2003; Albert y Barabasi, 2002, Goyal y Van der Leij, 2006). Virtualmente, todas las redes completas conocidas en la naturaleza, como la red de colaboraciones científicas, la red de energía de Estados Unidos y la red neuronal de las lombrices, son redes del MP. Existe consenso en cuanto a que el MP es una topología “ideal” para redes (de alto rendimiento) que tienen éxito en la naturaleza.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Las redes complejas son gráficas a gran escala compuestas de tantos nodos y enlaces que no pueden ser visualizadas y analizadas de forma significativa haciendo uso de la teoría gráfica tradicional. Avances recientes en la investigación de redes nos permiten ahora analizar tales gráficas en términos de sus propiedades estadísticas. Albert y Barabasi (2002) y Newman (2003) presentan una excelente visión general de estos métodos.

<sup>4</sup> En la actualidad existe una amplia variedad de literatura sobre redes. Véanse Newman (2003), Albert y Barabasi (2002) y Jackson (2006).

Suponemos que al superponer la especialización de producto por país al espacio del producto encontraríamos que, en los países que experimentaron aceleraciones de crecimiento previas a su despegue, el patrón de especialización de productos presenta características del MP. En cambio, los países que no experimentaron aceleraciones del crecimiento jamás tuvieron una especialización de producto a nivel nacional semejante a la del MP. Por lo tanto, nuestra hipótesis clave es que si el patrón de especialización de producto de un país se parece al MP, es más probable que experimente una aceleración de crecimiento ulterior.

¿Por qué una red de MP en el espacio del producto facilita un crecimiento económico acelerado? La agrupación de productos posibilita economías de escala y de alcance, así como otras externalidades de aglomeración. Una ruta más corta permite “saltos” en el espacio del producto. La magnitud de las economías de escala y de alcance determina la reducción de costos, lo cual deriva en ahorros e inversión. Las capacidades de inversión, a su vez, determinan qué tan grande puede ser el salto que dé un país. La proximidad a través del espacio del producto determina qué tan grande debe ser el salto que dé un país para alcanzar productos que generen más ganancias.

Por lo tanto, la relación entre la agrupación y la distancia entre redes en el espacio del producto tiene un papel en la determinación del salto a una vía de crecimiento superior. Si el espacio del producto cambia con el tiempo (debido a modificaciones en la tecnología, las preferencias y otros efectos), entonces un país con un patrón particular de especialización de producto podría encontrarse con que el espacio del producto se ha modificado hacia una configuración que genera condiciones ventajosas para el salto en los productos y, por lo tanto, un crecimiento más veloz. También podría suceder que tanto el espacio del producto como los patrones de especialización de producto a nivel nacional hayan cambiado con el tiempo. De esta manera, el espacio del producto y la especialización de producto a nivel nacional podrían haber evolucionado de manera simultánea para intersectarse de tal forma que generen un “mundo pequeño” que permita esos saltos de producto.

Según esta perspectiva, podríamos afirmar que la clave para la aceleración del crecimiento es, esencialmente, cuestión de estar “en el lugar y en el momento adecuados”. Buscamos identificar esas transiciones en el curso de la presente investigación.

## **Estrategia empírica**

### LA EVOLUCIÓN DEL ESPACIO DEL PRODUCTO

El primer paso de nuestra estrategia empírica supone el mapeo del espacio del producto de la relación entre productos entre 1962 y el año 2000, el periodo para

el cual contamos con información. Existen dos razones para ello. Primero, entender la manera en la que el espacio del producto ha evolucionado a lo largo del tiempo y, en segundo lugar, crear un sustrato subyacente sobre el que podamos superponer patrones nacionales de especialización de producto y calcular así nuestras medidas clave de los excedentes por país y la distancia del producto.

El espacio del producto está definido por la matriz de proximidad introducida previamente y podemos considerarlo como una red compleja en la que cada producto representa un nodo en dicha red, mientras los bordes entre ellos (así como sus intensidades) son indicados por las proximidades entre los productos. Dada la simetría de la matriz de proximidad, la red que resulta de ella puede describirse como una red indirecta ponderada. A partir de este marco, hemos intentado analizar la evolución de las propiedades del espacio del producto haciendo uso de una variedad de indicadores de red. El conjunto de comunidades, la densidad del espacio del producto, la distribución de las proximidades y la agrupación entre industrias se estudia de forma detallada para analizar la manera en que el espacio del producto ha cambiado durante los últimos treinta años.

La evolución en la red del espacio del producto entre 1962 y el año 2000 basada en medidas de red calculadas (que no reproducimos aquí en aras de la brevedad) puede resumirse de la siguiente manera:

1. La naturaleza cualitativa de la red de vinculación entre los productos ha cambiado de manera considerable entre 1962 y el año 2000. La red, descrita por la correlación de proximidad a lo largo del tiempo, es sustancialmente diferente en 2000 en comparación con 1965. Esto también resulta evidente a partir del cambio en la estructura comunitaria jerárquica en la red. La estructura comunitaria en la red de vinculación entre productos en el año 2000 es una mala descripción de la estructura comunitaria en 1975.
2. Parece que la red de vinculación entre productos experimentó un cambio estructural durante la década de los años ochenta. La densidad general de la red, que había aumentado de manera constante hasta ese momento, experimentó un fuerte declive durante la década que comenzó en 1985. El declive en la densidad de red estuvo acompañado por un aumento en la fuerza de los enlaces, como lo evidenció el aumento en la magnitud de las proximidades entre los productos durante la misma época. Lo anterior sugiere que la cantidad de productos exportados en conjunto bajó, pero las probabilidades de que los productos fueran exportados en conjunto aumentó. Una interpretación podría ser que la especialización aumentó, al igual que las sinergias entre los productos. Conjetura: esto puede haber sido impulsado por una mayor especialización en los productos agrícolas/tradicionales y tecnológicos/



modernos en el mundo. Noten que esto podría ser consistente con el despegue de algunos países durante los años ochenta, mientras otros se estancaron.

3. La aglomeración industrial aumentó drásticamente a mediados de los años ochenta. Esto significa que probablemente los excedentes hayan comenzado a aumentar al mismo tiempo. El siguiente paso involucra la superposición de patrones de especialización de producto por país en el espacio del producto para intentar comprobar la hipótesis del “mundo pequeño”.

#### LA ESPECIALIZACIÓN POR PAÍS Y EL MUNDO PEQUEÑO

Para poner a prueba de manera empírica la conjetura anterior, es necesario analizar si el patrón de especialización de producto de un país anterior a la aceleración del crecimiento (AC) se parece al MP en la red del espacio del producto. Para ello, planeamos considerar el patrón de especialización de producto de un país durante los cinco años previos al comienzo del episodio de AC y calcular medidas de red que consideramos que atraen los excedentes de producto y la distancia en el espacio del producto.

Ya logramos organizar la información para los años 1962-2000 y escribir programas apropiados (en MatLab) para calcular las medidas descritas más abajo.

#### DISTANCIA DEL PRODUCTO

Primero medimos la proximidad promedio de un nuevo producto potencial  $j$  (que no se encuentra en la canasta de exportación actual de un país  $k$ ) a la estructura productiva actual de un país, como lo sugirieron inicialmente Hidalgo *et al.* (2007) y llamaron “densidad”.

$$w_j^k = \frac{\sum_j x_j \phi_{ij}}{\sum_i \phi_{ij}} \quad (3)$$

donde  $w_j^k$  es la densidad alrededor del bien  $j$  dada la canasta de exportación del país  $k$  y  $x_i = 1$  si  $RCA_{ki} > 1$  y 0 en caso contrario. Noten que un valor de densidad alto significa que el país  $k$  tiene muchos productos en su canasta de especialización de productos vinculados con el producto  $j$ .

En segundo lugar, encontramos el promedio de  $w_j^k$  sobre todos los productos potenciales  $j = 1, \dots, m$  que no están en la canasta de exportación de un país:

$$k, D_k = \frac{1}{m} \sum_j w_j^k \quad (4)$$

$D_k$  es una medida de qué tan bien conectado está el patrón de especialización de producto del país  $j$  con el resto del espacio del producto, y así puede interpretarse como una medida de qué tan “cerca” está el país  $j$  del conjunto de productos potenciales. Noten que un valor más alto de  $D_k$  corresponde a una mayor cercanía/ menor distancia en el espacio del producto.

#### EXCEDENTES DE PRODUCTO

Según nuestro marco teórico, calculamos dos medidas separadas de excedentes de producto por país: excedentes actuales-excedentes dentro del patrón de especialización de producto, y excedentes potenciales-excedentes hacia productos que se encuentran fuera del patrón actual de especialización de producto:

- a) Excedentes actuales: para esta medida tomamos la medida de densidad descrita en la fórmula (3) haciéndole dos modificaciones. En el denominador, sólo consideramos el conjunto de productos ( $i$ ) en la canasta de exportación de un país y calculamos la suma de proximidades de cualquier otro producto en el espacio del producto a producto  $i$ . En el numerador, consideramos sólo las proximidades de los productos que llevan a ese producto específico ( $i$ ) de los productos que también forman parte de la canasta de exportación del país. Esto puede ser interpretado como la densidad de los enlaces para un producto  $i$  que forma parte de la canasta de exportación de un país que provienen del interior de un conjunto de productos de la canasta de exportación. Luego ponderamos las medidas “interiores” de la densidad de producto generadas por sus cuotas de exportación para obtener un número para cada país. Esto nos otorga una medida que capta los excedentes al interior de los productos que constituyen la canasta de exportación de un país.
- b) Excedentes potenciales: para ello, calculamos una medida de la centralidad de red de la canasta de exportación de un país. Primero, calculamos la centralidad para cada producto en la canasta de exportación de un país en relación con cualquier otro producto en el espacio del producto. La centralidad del producto  $i$  es el promedio de su proximidad con cualquier otro producto:

$$centrality_i = \frac{\sum_j \phi_{ij}}{J} \quad (5)$$

Un producto que es más crucial en el espacio del producto estará conectado a una mayor proporción de productos  $J$  y, por lo tanto, tendrá un valor mayor para la centralidad. Posteriormente, generamos una media ponderada de la centralidad del producto para un país  $k$  en el que el peso es la cuota de exportación de cada producto,

$$centrality_k = \sum_{i \in k} \left( \frac{e_i}{\sum_l e_l} c_i \right) \quad (6)$$

donde  $e_i$  representa el valor de exportación del producto  $i$  y  $l$  indexa todos los productos en la canasta de exportación del país  $k$ . Finalmente, escalamos la centralidad del país por el número de productos en la canasta de exportación de un país para producir  $nkCk$ . Escalar por la cantidad de productos capta los efectos de las economías de escala y de alcance. Lo anterior nos da una medida que capta la posición de la canasta de exportación de un país en el espacio del producto general, lo que provoca excedentes potenciales hacia nuevos productos.

### ¿En el lugar indicado en el momento indicado?

Dado que nuestra hipótesis es que existe algo “especial” en el patrón de especialización de producto de los países que han experimentado una aceleración del crecimiento en relación con el espacio del producto, intentaremos examinar si, antes del episodio de aceleración del crecimiento, estas medidas eran diferentes entre el conjunto de países que experimentaron una aceleración del crecimiento (países AC) y un grupo de control comparable (países GC) en un sentido estadístico y económicamente significativo. Luego planeamos usar estas medidas de los excedentes y la distancia en un ejercicio de regresión multivariado (con variables de control adecuadas) para ver qué tanto pueden explicar la probabilidad de la aceleración del crecimiento.

Nos encontramos actualmente en proceso de reunir un grupo de control adecuado para este estudio utilizando un criterio de distribución basado en el PIB per cápita de cada país, tomado de la información contenida en la Penn World Table. Los países del GC se seleccionan de manera independiente para cada año en el que hubo al menos una observación de aceleración del crecimiento en nuestro grupo de estudio. Tenemos cincuenta observaciones de aceleración del crecimiento en veinti-

titrés años, entre 1968 y 1992; por lo tanto, seleccionamos veintitrés GC independientes. El primer paso para elaborar el criterio de selección es calcular el promedio del PIB per cápita a lo largo de la ventana de tres años previos a la aceleración del crecimiento para cada país del que se disponga información sobre el PIB. Luego calculamos la desviación estándar para este grupo de países. Posteriormente, se crea GC para incluir a todos los países cuyo PIB promedio per cápita se encuentre dentro de la mitad de la desviación estándar del PIB per cápita medio para el conjunto de países con aceleración del crecimiento en la ventana de estudio. Por ejemplo, en 1992 hay tres países con aceleración del crecimiento: República Dominicana, Finlandia y Malawi. La ventana de PIB per cápita medio previo a la aceleración del crecimiento en estos países fue de 5 966 dólares, y la desviación estándar del PIB per cápita para todos los países fue de 5 484. Por lo tanto, el grupo de estudio incluye a los países con un PIB per cápita entre 3 224 y 8 708 dólares.

### ¿MUCHAS RECETAS O SÓLO UNA?

Como es bien sabido en la literatura sobre redes complejas, existen muchas formas en que las redes pueden combinar un alto nivel de agrupación con la ruta más corta que representa un MP (enlaces, atajos y modularidad), y lo que aquí quisiéramos entender es si en los países exitosos existen factores comunes en estos patrones. A continuación mencionaremos algunos ejemplos.

*Enlaces:* es probable que exista alguna industria (o industrias) que, debido a su posicionamiento en el espacio del producto, sea un enlace en la red, un nudo crucial con excedentes hacia muchos otros productos. La fabricación de automóviles podría ser un ejemplo específico, bajo la idea de que, una vez que un país se ha especializado en esta industria, el conocimiento genera una vía hacia una diversidad de productos igualmente sofisticados. Esto, por supuesto, se relaciona con la idea de economías de alcance.

*Atajos:* un cambio tecnológico imprevisto podría vincular productos hasta ese momento inconexos, lo cual generaría un atajo en el espacio del producto. Un ejemplo específico podría ser el etanol, que vincula al maíz con la gasolina y la industria energética.

*Modularidad:* debido a la naturaleza de su tecnología, algunas industrias podrían llevar al desarrollo jerárquico de nuevos productos. Un ejemplo de tal “modularidad” podrían ser los transistores, que derivan en aparatos de radio, televisión y, finalmente, computadoras.

En esta línea, el siguiente paso lógico en la agenda de investigación sería analizar las diversas maneras en que la red de especialización del producto de los países que experimentaron episodios de aceleración del crecimiento se aproxima a una topología ideal.

### **Implicaciones más amplias: la arquitectura del crecimiento**

Consideramos que un enfoque basado en las redes en el sentido descrito más arriba tiene el potencial de descubrir propiedades “estructurales” de la especialización del producto, de la ventaja comparativa y de su relación con el crecimiento económico que no han sido analizadas en la literatura sobre el tema. Si encontramos evidencia que sustente la hipótesis de que existe un patrón unificador en la manera en que los productos de cierto país que tienen ventaja comparativa se relacionan (como en una topología de MP), entonces habremos hecho un avance importante en la decodificación del misterio de la aceleración del crecimiento. Esto, a su vez, tendrá implicaciones importantes para las políticas industriales y de desarrollo. Por ejemplo, podría sugerir maneras en las que un país podría dirigir o priorizar sectores de la economía en función de su patrón actual de especialización del producto para estar bien preparado para una trayectoria de desarrollo. En un nivel más fundamental, tal evidencia podría llevar a una reevaluación del comercio internacional y de su relación con el desarrollo económico. El novedoso enfoque basado en redes también puede dar lugar a nuevas orientaciones de investigación empírica al observar las relaciones comerciales de manera diferente a los enfoques convencionales. Los avances en estas cuestiones se encuentran sintetizados en Kali *et al.* (2011).

La metodología basada en redes puede desentrañar características del proceso de aceleración del crecimiento difíciles tanto de ver como de entender al hacer uso de enfoques convencionales. En este sentido, la propia metodología puede ampliar el alcance de las preguntas que se pueden plantear. Por ejemplo, como ya se mencionó más arriba, la literatura sobre redes complejas propone diversas maneras en que las configuraciones del MP pueden surgir (enlaces, atajos, modularidad). Esto, a su vez, sugiere que una cantidad de políticas y/o accidentes diferentes lograrían esta configuración ideal. Una variedad de caminos podría llevar a la posibilidad de la aceleración del crecimiento. Decir que las implicaciones políticas de tales hallazgos podrían ser de utilidad para elaborar estrategias de desarrollo y propiciar una reevaluación de los enfoques actuales sería un eufemismo.

## Fuentes

BARABÁSI, ALBERT-LÁSZLÓ

2002 *Linked: The New Science of Networks*. Cambridge: Perseus.

FEENSTRA, ROBERT C., ROBERT E. LIPSEY, HAIYAN DENG, ALYSON C. MA Y HENGYONG MO

2005 “World Trade Flows, 1962-2000”, National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper 11040.

FRANKEL, JEFFREY A. y DAVID ROMER

1999 “Does Trade Cause Growth?”, *American Economic Review* 89, no. 3 (junio): 379-399.

GOYAL, SANJEEV y MARCO VAN DER LEIJ

2006 “Economics: An Emerging Small World”, *Journal of Political Economy* 11, no. 2 (abril): 403-412.

GROSSMAN, GENE y ELHANAN HELPMAN

1991 *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge: MIT Press.

HAUSMANN, RICARDO y BAILEY KLINGER

2007 “The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage”, Working Paper, Kennedy School, Harvard University.

HAUSMANN, RICARDO, LANT PRICHETT y DANIEL RODRICK

2005 “Growth Accelerations”, *Journal of Economic Growth* 10, no. 4 (diciembre): 303-329.

HIDALGO, CESAR A., B. KLINGER, ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI y RICARDO HAUSMANN

2007 “The Product Space Conditions the Development of Nations”, *Science* 317, no. 5837 (julio): 482-487.

HIRSCHMAN, ALBERT O.

1958 *The Strategy of Economic Development*. New Haven: Yale University Press.

JACKSON, MATHEW O.

2006 “The Economics of Social Networks”, en Richard Blundell, Whitney Newey, y Torsten Persson, eds., *Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications*, Ninth World Congress of the Econometric Society, vol. 1. Nueva York: Cambridge University Press.

KALI, RAJA, JAVIER REYES, JOSH MCGEE y STUART SHIRRELL

2011 "Growth Networks", Working Paper, University of Arkansas.

MATSUYAMA, KIMINORI

1992 "Agricultural Productivity, Comparative Advantage, and Economic Growth", *Journal of Economic Theory* 58, no. 2 (diciembre): 317-334.

NEWMAN, MARK E. J.

2003 "The Structure and Function of Complex Networks", *SIAM Review* 45, 167-256.

REKA, ALBERT y ALBERT-LÁSZLÓ BARABÁSI

2002 "Statistical Mechanics of Complex Networks", *Reviews of Modern Physics* 74 (enero): 47-97.

RODRIGUEZ, FRANCISCO y DAN RODRIK

2001 "Trade Policy and Economic Growth: A Sceptics Guide to the Cross-National Evidence", *NBER Macroeconomics Annual 2000*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 261-324.

WATTS, DUNCAN J.

2003 *Six Degrees: The Science of a Connected Age*. Nueva York: W.W. Norton.

WATTS DUNCAN J. y STEVEN H. STROGATZ

1998 "Collective Dynamics of 'Small-World' Networks", *Nature* 393 (junio): 440-442.