

COMPLEJIDAD ECONÓMICA,
ESTRUCTURAS
PRODUCTIVAS REGIONALES
Y POLÍTICA INDUSTRIAL

*Gonzalo Castañeda**

* División de Economía, CIDE

RESUMEN

El desarrollo económico de una región, desde la perspectiva de la teoría de complejidad económica, se explica por la acumulación de capacidades (o conocimientos productivos tácitos) que tiene lugar cuando se modifica el perfil de sus exportaciones. De esta forma, una región logra crecer de forma sostenida si incrementa significativamente su acervo de conocimientos y se vuelve competitiva en industrias complejas (*i.e.*, que requieren de sistemas productivos relativamente sofisticados). La generación de capacidades puede producirse de manera orgánica mediante procesos descentralizados de aprendizaje, o bien puede ser consecuencia de una política industrial que tome en cuenta las ventajas comparativas existentes. El artículo presenta evidencia de que la economía de México ha experimentado una transformación estructural a lo largo de los últimos 50 años, aunque esta reconversión productiva ha sido muy dispar en las distintas entidades federativas. En particular, las economías de los estados más rezagados de la República se encuentran en una trampa de pobreza (sin capacidades y sin oportunidades), en donde el uso de una política industrial de amplio espectro es ineludible. Finalmente, se advierte que dicha política no debe estar sustentada en la selección de “industrias ganadoras”, sino más bien en el establecimiento de un conjunto de instrumentos que permita identificar y desarrollar nuevos productos competitivos a partir de mecanismos descentralizados.

1. Introducción

Los países suelen ser competitivos en los mercados internacionales en una diversidad de productos, independientemente de si son ricos o pobres, a diferencia de lo que sugieren las teorías convencionales del comercio. La evidencia empírica no sólo indica que las economías distan de ser muy especializadas, sino también que el grado de diversificación de su estructura productiva está correlacionado con su nivel de desarrollo [e.g., Imbs y Wacziarg, 2003, Klinger y Lederman, 2006, Hausmann *et al*, 2007 y Bustos *et al*, 2012]. La estructura de los países ricos se distingue por una gran variedad de bienes competitivos (*i.e.*, con ventajas comparativas reveladas), entre los que destacan bienes de alto valor agregado que pocos países son capaces de producir y exportar; por su parte, los países pobres presentan una estructura mucho menos diversificada que se limita a la producción de bienes poco sofisticados, los cuales compiten con muchos otros oferentes en los mercados internacionales [Hidalgo y Hausmann, 2009].

Asimismo, algunos análisis de historia comparada del desarrollo económico señalan que los países han logrado posicionarse en trayectorias de crecimiento sostenido cuando ocurren modificaciones sustantivas en su estructura productiva, la reconversión de su industria y la diversificación de su economía [List, 1909; Gerschenkron, 1962; Akamatsu, 1962, Kuznets, 1966 y Lin 2013]. No obstante, estas transformaciones estructurales no son explicadas a cabalidad por los economistas ortodoxos, ni tampoco son tomadas en cuenta para elaborar sus teorías de crecimiento.¹ En cambio, los procesos de diversificación y las implicaciones de la

1 Los modelos convencionales del crecimiento postulan una función de producción agregada que emplea un número reducido de factores productivos a partir de una tecnología exógenamente determinada, o bien consideran funciones de producción a la Dixit-Stiglitz que suponen un continuo de bienes con la misma función de costos y elasticidades de sustitución constantes e idénticas para cualquier pareja de bienes. En este último tipo de modelos la tecnología se transforma endógenamente mediante algún proceso de retroalimentación positiva (e.g., aprendizaje, externalidades, rendimientos crecientes) entre la escala

estructura productiva sobre el desarrollo y el crecimiento sí han sido abordados por otras escuelas de pensamiento. Ejemplo de ello son los escritos de economistas emblemáticos del desarrollo económico como Rosenstein-Rodan (1943), Prebisch (1950) y Hirschman (1958), así como los trabajos de autores post-keynesianos [Pasinetti, 1981 y Thirwall, 2002].

En general estos estudios sugieren que la diversidad productiva de los países (o regiones) se asocia a las capacidades disponibles, y que el desarrollo económico es a fin de cuentas un proceso de creación de capacidades.² Por capacidades se entiende al conjunto de conocimientos productivos tácitos que se diseminan mediante procesos locales de aprendizaje. Estas capacidades pueden ser de distinta índole: humanas (*know-how*), físicas (infraestructura) e institucionales (Estado de derecho), pero en todos los casos se trata de un conocimiento que es difícil de transferir vía adquisición de patentes, imitación, inversión extranjera directa, o importaciones.³ En consecuencia, las capacidades de cada región inciden de manera crítica en la forma que adopta su estructura productiva y en la naturaleza de su trayectoria de desarrollo.

En años recientes ha surgido una literatura innovadora que retoma estos puntos de vista [Hausmann e Hidalgo, 2011, Tacchella *et al.*, 2012], pero los avala por medio de nuevos análisis empíricos y un marco teó-

de los insumos y la productividad [Romer, 1990, Aghion y Howitt, 1992, 1998, Grossman y Helpman, 1991 y Rodríguez-Claire, 2007]. Sin embargo, estos modelos suponen una estructura productiva muy simplificada y poco realista, en tanto que no considera la heterogeneidad de los bienes que se comercializan en los mercados.

- 2 La diversidad de los sistemas productivos también es un elemento importante en los análisis de economistas regionales [Nefke *et al.* 2011] y de economistas gerenciales con una visión de la empresa 'basada en recursos' [Penrose, 1959 y Teece, 1982].
- 3 Las capacidades físicas e institucionales también pueden verse como parte del conocimiento productivo tácito en la medida en que son producto de procesos de aprendizaje, aunque en este caso no se llevan a cabo al nivel del individuo sino más bien al nivel de la empresa o la comunidad. Hidalgo (2015) presenta una reinterpretación de la teoría de las capacidades a partir de la concepción física del universo compuesto por energía, materia e información.

rico alternativo. En particular, estas investigaciones hacen uso de herramientas novedosas y de una visión de complejidad en la que fenómenos colectivos, como el desarrollo, se conciben como procesos emergentes que ‘crecen’ a partir de la interacción de las partes de un sistema. La conectividad de estas partes se representa por medio de la topología de una red, en la que los nodos describen a los productos que se comercializan en los mercados y los vínculos definen a la ‘proximidad’ que existe entre cada pareja de productos [Hidalgo *et al.*, 2007]. A partir de este espacio de productos puede determinarse cuáles son los nodos en los que un país (o región) en particular exhibe ventajas comparativas reveladas para, de esta manera, caracterizar cuantitativamente su estructura productiva (o perfil de exportación).

A partir de dicho marco teórico, en este artículo se presenta evidencia empírica que indica que las estructuras productivas de las distintas entidades de la República Mexicana no son homogéneas y que, en particular, cohabitan ‘Dos Méxicos’ muy diferentes.⁴ Uno de ellos representado por los estados de la región sur-sureste, en donde las capacidades disponibles son muy limitadas, y otro más liderado por los estados del bajío y norte del país, los cuales cuentan con economías muy diversificadas y altamente integradas al comercio internacional.⁵ También se presenta evidencia

4 La concepción de los “Dos Méxicos” es compartida por diversos analistas [*e.g.*, Bolio *et al.*, 2014]. Sin embargo, en este artículo se enfatiza la dimensión regional de esta caracterización, y no la asimetría entre las empresas grandes y pequeñas con relación a su productividad y capacidad para generar empleos.

5 Para realizar este análisis se utiliza información agregada a nivel nacional y por entidad federativa que se encuentra disponible en el *Atlas de la Complejidad Económica de México* (<http://complejidad.datos.gob.mx/>). Este Atlas fue elaborado por el *Center for International Development* de la Universidad de Harvard en colaboración con el Laboratorio Nacional de Políticas Públicas (LNPP) del Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE) y la Unidad de Productividad Económica de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). La base de datos se construyó a partir de información proporcionada por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Sistema de Administración Tributaria (SAT). Dicho lo anterior, los análisis y comentarios que se realizan en este artículo son responsabilidad exclusiva de su autor. Agradezco a Jaime

que indica que las posibilidades de un cambio estructural son extremadamente difíciles para las entidades rezagadas, por lo que se habla de una trampa de pobreza.⁶ No obstante, una reconversión productiva pueden catalizarse a partir de una política industrial como lo ilustran los casos de San Luis Potosí y Aguascalientes, cuyas economías lograron transformarse de manera notoria durante el periodo de estudio.⁷

Ahora bien, cabe señalar que la metodología de complejidad permite realizar análisis subnacionales para inferir cuál es el grado de competitividad de las economías regionales, a pesar de que al interior de los países prevalezca una gran movilidad laboral y un marco institucional relativamente homogéneo. Esto se debe a que este enfoque plantea que las capacidades que hacen que una entidad federativa sea más competitiva tienen que ver con conocimientos tácitos que no son fácilmente transferibles, entre los cuales destacan factores organizacionales (*e.g.*, logística) y tecnológicos (*e.g.*, personal capacitado). El estudiar las capacidades disponibles a un nivel relativamente desagregado es muy importante porque ello permite, por un lado, identificar industrias con potencial a nivel subnacional y, por otro lado, que el diseño e instrumentación de ciertas políticas industriales se circunscriba al contexto regional sobre el que se trata de incidir.⁸

Ros y a José Casar sus comentarios, los cuales fueron de suma utilidad para mejorar el artículo en cuanto a su contenido y redacción; aunque los errores e imprecisiones que permanecen son indiscutiblemente de mi autoría.

- 6 Se habla de una trampa de pobreza cuando las limitadas capacidades productivas de una región no sólo hacen que el ingreso *per cápita* sea bajo sino también que las posibilidades de desarrollo se reduzcan por la dificultad que implica generar nuevas capacidades de manera orgánica (o descentralizada).
- 7 A partir de la idea de que las capacidades en general se forman localmente, el desarrollo de regiones y países tiene más que ver con el potencial para moverse al interior de la frontera tecnológica que con el surgimiento de innovaciones que contribuyan al desplazamiento de dicha frontera.
- 8 Para el diseño de política industrial resulta imprescindible realizar estudios a nivel subnacional dado que existen variaciones en la caracterización de las capacidades disponibles cuando se toman diferentes niveles de agregación. En la realidad se podrían dar situaciones en las que al nivel nacional existen las

Además de esta introducción, el artículo se compone de otras cinco secciones y un apéndice. En la segunda sección se presentan algunas gráficas que muestran las distintas estructuras productivas subnacionales que coexisten en México. En la tercera sección se hace una breve revisión de los índices de complejidad que se utilizan para estimar las capacidades existentes y las oportunidades de desarrollo a nivel regional. En la cuarta sección se realiza un sencillo análisis cuantitativo que sugiere que el índice de complejidad tiene cierta capacidad predictiva sobre el potencial de crecimiento de las entidades en el mediano plazo. En la quinta sección se construye una taxonomía, en donde las regiones del país se diferencian en función de sus posibilidades para llevar a cabo una transformación productiva, y se identifica cuáles entidades del país fueron capaces de realizar cambios estructurales significativos durante el periodo de estudio. Finalmente, el artículo termina con las conclusiones y una breve acotación sobre la manera de diseñar la política industrial cuando los mercados se conciben como sistemas adaptables complejos (*i.e.*, sistemas con agentes socioeconómicos que interactúan y se adaptan de manera continua ante cambios en el entorno).⁹

capacidades conducentes para la generación de una nueva industria, pero éstas se localizan de forma fragmentada en al menos dos entidades federativas y no pueden movilizarse en el mediano plazo. Idealmente, convendría analizar a las regiones económicas del país que sean relativamente auto-contenidas, en tanto que al interior de cada una de ellas fluye libremente un conjunto importante de conocimientos productivos tácitos. Desafortunadamente, la detección de estos aglomerados regionales no es una tarea que pueda llevarse a cabo con los datos disponibles, por lo que para obtener un buen diagnóstico el analista se ve obligado a estudiar diferentes niveles de agregación (nacional, estatal, metropolitano). Con este tipo de análisis es posible identificar escenarios en los que una industria puede considerarse como promisoría a nivel nacional, pero que pasaría desapercibida al nivel de las entidades. De igual forma, para una entidad en particular puede identificarse el potencial de una determinada industria, el cual podría no ser detectado si solamente se manejaran datos a nivel nacional.

9 En el apéndice del artículo se presentan pruebas formales que avalan la teoría de creación local de capacidades para el caso mexicano, en donde se muestra que las distintas regiones del país avanzan en mayor o menor medida median-

2. Estructura productiva regional

En los sistemas ecológicos se presenta un fenómeno conocido como anidamiento (*nestedness*) en el que se observa, por un lado, un número relativamente reducido de nichos en los que prevalece una gran biodiversidad y, por el otro, una gran cantidad de nichos en donde la diversidad es muy precaria. Los entornos de gran biodiversidad están conformados por especies altamente sofisticadas en términos de la composición de su cromosoma, como los mamíferos, pero también por especies relativamente sencillas, como las cucarachas, capaces de vivir en hábitats muy diferentes. En contraste, en los nichos ecológicamente frágiles el número de especies es pequeño y éstas son, por lo general, poco sofisticadas.

En los sistemas económicos se observa un fenómeno similar al comparar las exportaciones competitivas de distintas regiones o países [Bustos *et al*, 2012]. Este paralelismo se debe a que los entornos de tipo económico y biológico se constituyen como sistemas adaptables complejos, por lo que sus procesos evolutivos dan lugar a la continua creación y destrucción de industrias o especies, según sea el caso. En el contexto económico se habla de un proceso schumpeteriano de destrucción creativa, en el que constantemente se introducen nuevos productos que desplazan a bienes establecidos. En la teoría del espacio de productos, dicha dinámica se explica por la aparición de nuevas capacidades en ámbitos regionales como resultado del aprendizaje y la combinación de las existentes. Con un mayor repertorio de capacidades se incrementa la diversificación de la estructura productiva regional, pero a la vez se hacen obsoletas ciertas capacidades con la consecuente reducción en la competitividad de productos poco sofisticados [Turner *et al*, 2010 y Klimeck *et al* 2012].

En la Gráfica 1 se presenta el fenómeno de anidamiento de las entidades federativas de la República Mexicana que se desprende de la

te un proceso orgánico que permite el desarrollo de industrias a partir de un aprendizaje descentralizado.

matriz de exportaciones competitivas. En esta matriz los renglones corresponden a los estados mientras que las columnas corresponden a los 1239 productos de la base de datos del comercio internacional con que se trabaja en el Atlas. El ordenamiento de renglones y columnas no es aleatorio sino que obedece a la diversidad de las estructuras productivas de las entidades y a la complejidad de sus productos, respectivamente.¹⁰ De esta manera, los estados de la República que están más diversificados se muestran en la parte superior de la matriz de competitividad, mientras que los productos más sofisticados se ubican en la parte izquierda de dicha matriz.

Para la construcción de esta matriz se considera que un producto es exportado de manera competitiva por determinada entidad federativa cuando su coeficiente de ventaja comparativa revelada es mayor a la unidad ($VCR > 1$). Para el cálculo de estos coeficientes se emplean datos del valor de las exportaciones realizadas por las entidades federativas, las que se comparan con el valor de las exportaciones del producto en el comercio mundial.¹¹ Del diagrama se desprende que unas cuantas entidades como Nuevo León y Tamaulipas son muy diversificadas, de tal forma que su estructura productiva (celdas de color intenso) incluye tanto productos muy complejos (extremo izquierdo) como los que no lo son

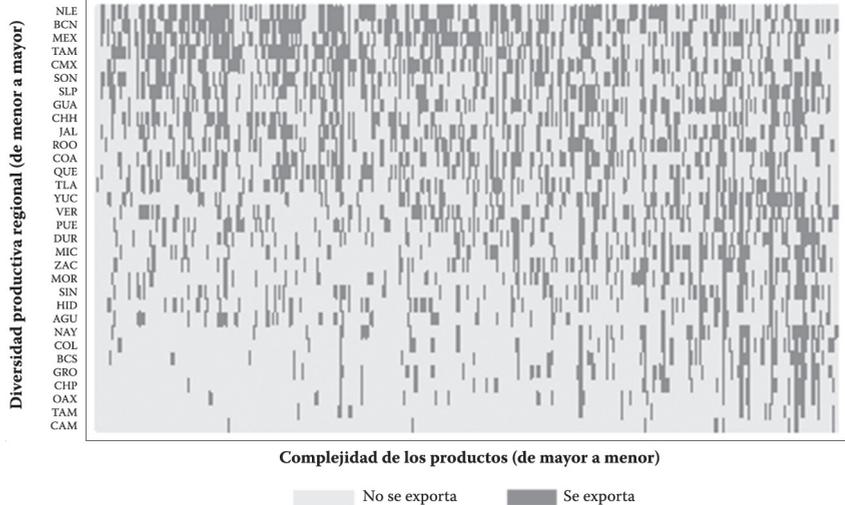
10 La diversidad de una región se refiere al número de productos que exporta competitivamente. Un producto es relativamente complejo si pocas regiones lo exportan de manera competitiva, y las que lo hacen tienden a presentar una economía relativamente diversificada. Esta definición sugiere que dichos productos requieren de capacidades productivas muy particulares que sólo están disponibles en unas cuantas economías. Por lo tanto, estos productos son elaborados en industrias con sistemas productivos sofisticados, las cuales contribuyen con un valor agregado relativamente elevado.

11 El coeficiente VCR se calcula con la participación de un producto en las exportaciones de una localidad en relación con la participación que tienen las exportaciones globales de dicho producto en el comercio internacional (*i.e.*, su relevancia se mide una vez que se controla por el tamaño de la localidad y por el tamaño del mercado internacional del producto). Por ende, la relevancia o competitividad de un bien en una localidad no significa necesariamente que sea producido de manera eficiente.

(extremo derecho). En cambio, estados como Oaxaca y Campeche son poco diversificados y su estructura económica se concentra esencialmente en productos poco sofisticados. En otras palabras, el fenómeno de anidamiento está presente en los datos debido a que las celdas de color gris intenso son mucho más frecuentes en el área triangular que se ubica por encima de la diagonal de la matriz.¹²

Gráfica 1

Anidamiento regional de las exportaciones competitivas



Nota: el color gris intenso de la celda indica que el bien en cuestión se exporta de manera competitiva en la entidad federativa correspondiente.

Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

Esta evidencia empírica también es consistente con el argumento que señala que las economías regionales pueden ser más o menos diversificadas, y que su grado de desarrollo económico está asociado a la configura-

12 Había que resaltar que el patrón de anidamiento que se observa en los datos es diferente al que se esperaría de explicaciones basadas exclusivamente en las diferencias del tamaño de las poblaciones o en la diversidad de sus recursos naturales [Hidalgo, 2015].

ción de su estructura productiva. En especial resalta el que los productos más sofisticados suelen formar parte de la estructura productiva de entidades relativamente diversificadas y ricas, pero no de las entidades poco diversificadas y pobres. Mientras que los bienes de bajo valor agregado son, en general, ofertados en los mercados internacionales por un gran número de estados, independientemente de su nivel de ingreso y grado de diversificación. Cabe advertir que esta evidencia no es exclusiva de la economía mexicana, ya que el mismo patrón se observa al comparar espacios geográficos en diferentes niveles de agregación (países, provincias, municipios o ciudades).

Otro tipo de visualizaciones que reafirma la existencia de distintos patrones en las estructuras productivas regionales son los diagramas de dispersión entre diversidad y ubicuidad [Hausmann e Hidalgo, 2011].¹³ En este ejercicio, la diversidad también se mide con el número de industrias (o productos) en las que una determinada localidad exhibe exportaciones competitivas; mientras que el indicador de ubicuidad para una región corresponde a la ubicuidad promedio de los bienes que son producidos competitivamente por la localidad en cuestión. La ubicuidad (o recurrencia) a nivel del producto se define como el número de localidades que son competitivos en dicho bien, por lo que un producto muy ubicuo es aquel que es exportado por un gran número de economías.

Con base en estas definiciones es de esperar que economías relativamente complejas tiendan a presentar estructuras productivas con un alto grado de diversificación y una ubicuidad promedio baja. De aquí que una fracción considerable de los bienes que se producen en estas regiones suelen tener relativamente pocos competidores en los mercados internacionales. Esto contrasta con lo que sucede en economías poco sofisticadas, en las que además de una pobre diversificación se producen bienes muy ubicuos; es decir, se trata de regiones que son competitivas

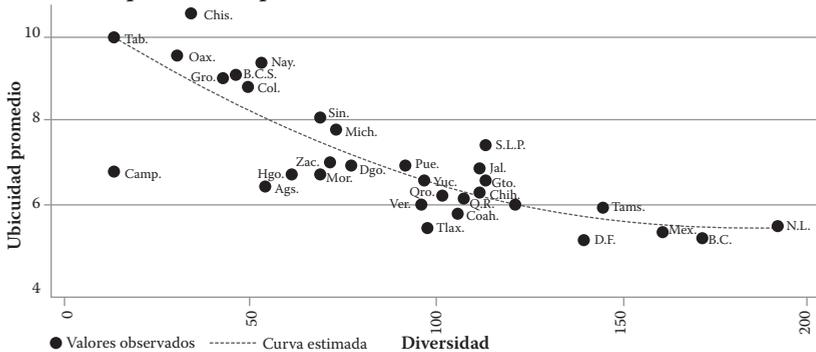
13 Una explicación detallada de los términos que se usan en esta literatura se encuentra disponible en el glosario del *Atlas of Economic Complexity*, <http://atlas.cid.harvard.edu/learn/glossary>.

en un número reducido de productos, los cuales son exportados por un sinnúmero de economías. En el diagrama de dispersión de la Gráfica 2 se hace patente la relación negativa entre los indicadores de diversidad y ubicuidad promedio para los estados de México.

De esta gráfica se desprende, de nueva cuenta, que existe una gran varianza en el grado de diversificación de las economías regionales, pero también se observa que existen grandes variaciones en relación a la ubicuidad de sus productos. Para ser más precisos, las entidades con una diversificación elevada se ven acompañadas de una ubicuidad promedio baja (e.g., Baja California, Nuevo León); mientras que las entidades con una diversidad reducida presentan una ubicuidad promedio muy alta (e.g., Tabasco, Oaxaca). La curva de la gráfica, que se estima con un modelo de regresión cuadrático, resalta una relación no lineal y negativa entre la diversificación de los estados y la ubicuidad promedio de los bienes que exportan competitivamente.

Gráfica 2

Estructura productiva por entidad, 2014



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

El que exista esta relación a nivel subnacional, con datos de entidades y ciudades, pero también a nivel internacional indica la presencia de una geometría fractal, en la que un mismo fenómeno se presenta en diferentes escalas o niveles de agregación. La existencia de regularidades fractales en las estructuras productivas es un patrón que emerge de la dinámica compleja que propicia la inserción de un sistema en otro sistema. En este sentido, los sistemas en distintos niveles de agregación exhiben cierta similitud a pesar de ser cada vez más sofisticados [Castañeda, 2018]. En este tipo de procesos los componentes de un sistema son, a su vez, propiedades emergentes de un sistema menos agregado (*e.g.*, la estructura productiva nacional es resultado de la interacción entre clústeres industriales subnacionales). De este planteamiento se puede conjeturar que para modificar el desempeño de un país no sólo se requiere instrumentar políticas a nivel nacional (*e.g.*, estado de derecho) sino también a nivel local (*e.g.*, estimular procesos de aprendizaje).

3. Índices de complejidad económica

El vínculo entre el desarrollo económico de una región y sus capacidades hace necesario la cuantificación de la sofisticación y variedad de esta forma de conocimiento productivo. Si se conocieran cuáles son las capacidades con las que cuenta una localidad sería posible identificar con cierta confiabilidad la trayectoria que seguiría su economía en el futuro mediato. Desafortunadamente, no es posible medir directamente las capacidades disponibles en una determinada región, debido a que se trata de un vector multidimensional cuyos elementos no pueden establecerse con precisión; además de que es prácticamente imposible realizar comparaciones internacionales a partir de conceptos vagamente definidos. El número de capacidades disponibles es sumamente grande puesto que algunas de ellas pueden presentar varios sustitutos cercanos (*e.g.*, una norma social puede hacer las veces de una regla formal). Inclusive, si so-

lamente se consideran a las capacidades que son complementarias, tampoco es técnicamente viable especificar la manera cómo se combinan para dar lugar a una determinada estructura productiva.

Por lo tanto, para estudiar en qué direcciones puede evolucionar la estructura productiva de una región se requiere inferir indirectamente las capacidades a partir de un conjunto acotado de variables observables. Si se parte de la premisa que los productos que se venden en el mercado son el resultado de estas capacidades, el patrón de producción de un país o localidad debe relacionarse con las capacidades subyacentes. Por lo tanto, en vez de trabajar con una red tripartita que vincula capacidades con regiones y con productos, es conveniente trabajar con una red bipartita que incluye exclusivamente a variables observables (productos exportados y regiones).

En esta sección se hace referencia a la complejidad económica con la que operan las distintas regiones que forman parte de una determinada área geográfica. Este indicador se construye con el grado de los nodos de la red bipartita entre regiones y productos [Hidalgo y Hausmann, 2009]. A diferencia de los indicadores monetarios como el PIB, que no ayudan a describir la estructura productiva de una región, los indicadores de complejidad están mejor diseñados para capturar fundamentos reales de una economía como el que tiene que ver con la riqueza de sus capacidades.¹⁴ Tanto el indicador de complejidad económica (ICE) como el de la complejidad de productos (ICP) se definen simultáneamente a partir de métricas topológicas que vinculan la diversificación de una región con la ubicui-

14 Evidencia presentada en Hausmann *et al.* (2013) y Cristelli *et al.* (2015) muestran que los indicadores de complejidad, a pesar de estar calculados con datos de exportaciones, tienen una buena capacidad predictiva del crecimiento de la actividad económica en general. Asimismo, esta variable no es una proxy de la apertura comercial de los países, ya que su influencia sobre el crecimiento se mantiene significativa cuando ambas variables se incluyen en un modelo de regresión. Por lo tanto, estas estimaciones sobre las capacidades productivas disponibles localmente son, en gran medida, independientes del grado de apertura de los países. No obstante, resulta indudable que la calidad de estos indicadores podría mejorar si se pudieran incluir servicios y bienes no comerciados internacionalmente.

dad de sus productos competitivos. En otras palabras, la baja ubicuidad que prevalece en los productos de una región no es suficiente para inferir la complejidad de su economía, ya que ello podría ser simplemente el resultado de la presencia accidental de un recurso natural escaso (*e.g.*, diamantes en bruto exportados por Sierra Leona o Botsuana).

La estimación de la complejidad de los productos que se presentan en el *Atlas de la Complejidad Económica de México* proviene del *Atlas of Economic Complexity*, el cual emplea datos del comercio internacional entre países.¹⁵ Los indicadores del Atlas se elaboran con el método de reflexiones, desarrollado en Hidalgo y Hausmann (2009) y corregido en Hausmann *et al* (2013). Este método describe a la complejidad de una economía a partir de la complejidad promedio de los productos que forman parte de su perfil de exportación, y a la complejidad de los productos mediante la complejidad económica promedio que tienen los países que son competitivos en su producción. Al inicio de este proceso iterativo, la complejidad económica de un país se define con su diversidad (*i.e.*, número de productos exportados), mientras que la complejidad del producto se establece con su ubicuidad (*i.e.*, número de países que lo exportan). En otras palabras, la complejidad económica de un país que se estima inicialmente con su diversidad se corrige al tomar en cuenta qué tan ubicuos son los productos en los que tiene una ventaja comparativa revelada; a su vez, la complejidad de un producto medida a partir de su ubicuidad se corrige al incorporar en el cálculo qué tan diversificadas se encuentran las economías que producen dichos bienes y así sucesivamente.¹⁶

15 Cabe señalar que la información original para estos cálculos se obtiene de la base de datos de la UN COMTRADE, y que las industrias del espacio de productos para el Atlas de México se definen en términos del sistema armonizado a 4 dígitos (HS-4).

16 Una crítica de esta metodología se presenta en Tacchella *et al.*, (2012) y Cristelli *et al.*, (2013), quienes elaboran una métrica alternativa para inferir la complejidad de países y productos. Estos autores sugieren que la producción de los países desarrollados ofrece poca información sobre la complejidad de un producto, debido a que se trata de economías que exportan todo tipo de bienes. En cambio, cuando un país en desarrollo compite internacionalmente lo hace,

Los indicadores finales de este proceso iterativo son los que tienen la mayor varianza, los cuales se estandarizan para obtener los indicadores definitivos; por lo tanto, la complejidad de un producto o región puede ser positiva o negativa. Ahora bien, el lector debe ser consciente de que la complejidad de las distintas regiones incluidas en el Atlas de México, ya sean entidades federativas o zonas metropolitanas, se calculan simplemente con los promedios aritméticos de la complejidad de sus productos de exportación que cuentan con una $VCR > 1$. De esta manera, un valor mayor a cero en el indicador de una localidad significa que su nivel de complejidad se encuentra por encima de la media estimada para los países que forman parte de la base de datos del Atlas internacional.

En la Gráfica 3 se presentan los valores estimados para la complejidad económica de las distintas entidades federativas del país en el año de 2014, las cuales se ordenan de mayor a menor complejidad.¹⁷ Esta gráfica permite destacar las diferencias regionales existentes en el país, por lo que se puede hablar de “Dos Méxicos”. Uno de ellos, con gran capacidad exportadora, se caracteriza por tener una estructura productiva con una complejidad mayor al promedio internacional; en esta situación se encuentran 20 de los 32 estados de la República. Desafortunadamente, también existe otro México en el que prevalece una complejidad económica que se encuentra por debajo del promedio mundial, por lo que puede afirmarse que las capacidades productivas de las 12 entidades restantes son muy limitadas si se toma como referencia al contexto internacional.

esencialmente, por medio de productos poco sofisticados. Es decir, sí tiene sentido medir la sofisticación productiva de un país (o adaptabilidad) con la suma de la complejidad de sus productos, pero no es conveniente cuantificar la complejidad de los productos con el promedio de la sofisticación de los países que los exportan. Si bien es cierto que el *ranking* de adaptabilidad de los investigadores italianos es diferente al *ranking* de complejidad de Hidalgo y Haumann que se utiliza en el Atlas, habría que señalar que en general ambos indicadores describen relativamente bien los niveles de desarrollo de los distintos países.

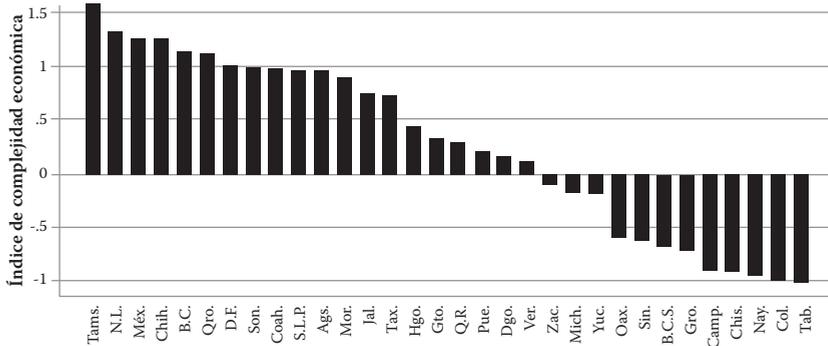
17 Cabe hacer hincapié que no se trata de un indicador ordinal sino cardinal, por lo que un valor de 1.2 significa que la complejidad de dicha economía es tres veces mayor que la de una economía cuyo indicador tiene un valor de 0.4.

Entre las economías regionales más sofisticadas destacan las de los estados que se ubican en la frontera norte del país (Tamaulipas, Nuevo León, Chihuahua, Baja California, Sonora y Coahuila), las cuales se vinculan de manera muy estrecha al aparato productivo estadounidense. También sobresalen entidades que se ubican en la zona del bajo y el centro del país (Estado de México, Querétaro, Distrito Federal, San Luis Potosí, Aguascalientes, Morelos y Jalisco). En contraste, con muy bajos niveles de complejidad se encuentran estados de la zona sur-sureste del país (Tabasco, Chiapas, Campeche, Oaxaca y Yucatán), de la zona pacífico sur (Colima, Nayarit, Guerrero y Michoacán), y de la zona centro-pacífico norte (Baja California Sur, Sinaloa y Zacatecas).

Chávez *et al* (2017) también presentan estimaciones sobre la complejidad económica de México por entidad federativa, las cuales realizan con una metodología similar. Sin embargo, en vez de utilizar exportaciones, consideran a las personas empleadas por actividad económica de acuerdo con los datos de los Censos Económicos de 1998, 2003, 2008 y 2013. Si bien estos censos presentan información sobre los servicios y las actividades no comerciables, el número de actividades reportadas es mucho menor (883 *versus* 1239 del Atlas de México) ya que no incluyen a las actividades agropecuarias. Aunque sus resultados también resaltan la existencia de los “Dos Méxicos” (norte-centro y sur) y el vínculo entre complejidad y desempeño económico, existen algunas discrepancias entre los dos rankings (e.g., Morelos cae del lugar 12 al 23, mientras que Sinaloa sube del 25 al 15). Cabe señalar que su metodología tiene tres dificultades adicionales: (i) la complejidad de las actividades productivas se mide exclusivamente con información de las 32 entidades y, por ende, puede verse afectada por sesgos locales provenientes de la particularidad mexicana; (ii) el número de estados es muy inferior a los 128 países considerados en el Atlas internacional, por lo que sus estimaciones sobre las capacidades requeridas para realizar dichas actividades pueden ser inexactas; y (iii) el número de iteraciones que usan para llegar a los cálculos finales en el método de reflexiones es arbitrario.

Gráfica 3

Ranking de la complejidad económica por entidad federativa, 2014



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

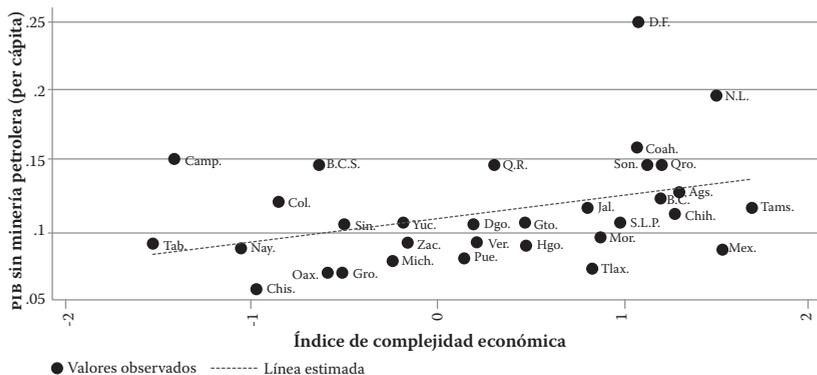
Al comparar las Gráficas 2 y 3 queda claro que la baja complejidad económica de una entidad está asociada a una estructura productiva con poca diversificación y una ubicuidad promedio muy elevada. En contraste, en entidades relativamente complejas se producen y exportan competitivamente una amplia gama de bienes, algunos de los cuales son exportados por relativamente pocos estados de la República –y países del mundo. Esta variedad de estructuras es un resultado sumamente importante, ya que en la literatura sobre el tema se sostiene que la complejidad de la estructura productiva de una región está relacionada con su prosperidad económica. Aseveración que se deriva de estudios transversales y longitudinales, en los que se encuentra que existe una relación muy estrecha entre el PIB *per cápita* de los países y su índice de complejidad económica cuando sólo se incluye en la muestra a países cuya economía no está sustentada en la producción de recursos naturales (o se controla por este factor) [Hausmann *et al*, 2013].

La evidencia empírica para los estados mexicanos señala que, efectivamente, el índice de complejidad tiene una relación positiva y significa-

tiva con el PIB *per cápita* no petrolero; sin embargo, esta relación no es tan estrecha como la que se encuentra en el análisis internacional. En la Gráfica 4 se ajusta una línea entre estas dos variables, en donde el ICE es la variable independiente y la estimación produce una $R^2 = 0.14$ con un coeficiente estadísticamente significativo (valor-P = 0.035). Por lo tanto, puede afirmarse que el ICE no logra capturar ciertos factores que pueden ser importantes para generar prosperidad, inclusive si se controla por el efecto petrolero que produce un PIB *per cápita* relativamente alto en estados como Tabasco, Chiapas y Campeche. Esto podría deberse a la naturaleza de los datos de comercio internacional que no incluyen a los servicios y al sector de bienes no comerciables. Por ejemplo, la importancia del sector turismo en varias entidades (e.g., Quintana Roo, Baja California Sur y Campeche) puede ser el factor crítico que hace que el PIB *per cápita* sea relativamente elevado para su nivel del ICE.

Gráfica 4

Complejidad y actividad económica, 2013



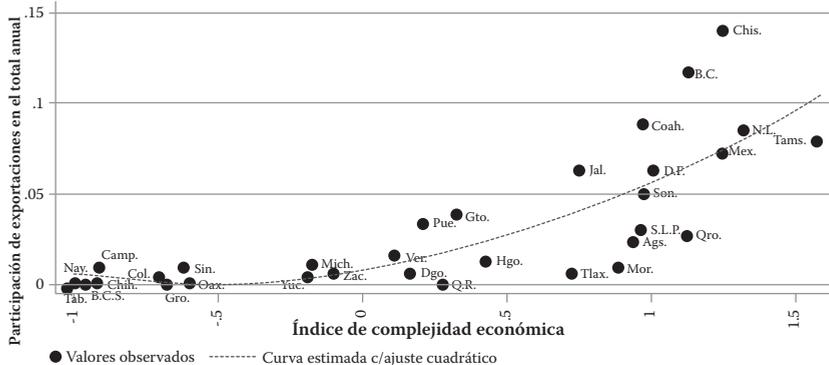
Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* y del INEGI.

No obstante, el indicador de complejidad muestra una relación mucho más estrecha con la vocación exportadora de las distintas entidades federativas del país. Esto se manifiesta con claridad en la Gráfica 5, en donde

se presenta un diagrama de dispersión entre el ICE y la participación de las exportaciones por entidad con respecto al total anual para 2014.¹⁸ En la gráfica se ajusta una función cuadrática que explica un porcentaje relativamente elevado de las variaciones observadas en el ICE ($R^2 = 0.62$). Por lo tanto, este resultado lleva a afirmar que el conocimiento productivo que se infiere a partir del índice de complejidad está vinculado a la capacidad exportadora de las distintas regiones del país. Fortaleza que, como se verá en una sección posterior, puede redundar en un mayor crecimiento económico en el mediano plazo. En consecuencia, aunque la relación contemporánea entre PIB *per cápita* y complejidad no es muy alta, esta última variable sí parece contribuir al progreso económico y, posiblemente, ello ocurre como resultado de la vocación exportadora que en mayor o menor medida tienen las entidades federativas.

Gráfica 5

Complejidad y exportaciones, 2014



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* y del INEGI.

Por otra parte, cabe apuntar que lograr que las capacidades productivas, reflejadas en el ICE, aumenten en el mediano plazo no es una tarea

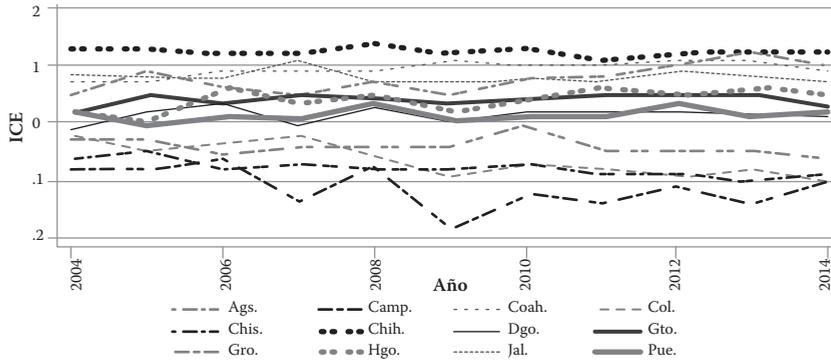
¹⁸ Para el cálculo de la participación de las exportaciones por entidad se excluyen las referentes al petróleo y los productos petrolíferos.

sencilla. Esta relativa rigidez se hace notoria en la Gráfica 6, en la que se presenta la evolución de los indicadores de complejidad a lo largo del periodo 2004-2014 para algunas entidades seleccionadas. Si bien es cierto que existen movimientos de un año a otro, no se observan cambios sostenidos que lleven a algún estado a incrementar o disminuir de manera sustantiva su nivel de complejidad en estos once años. Para ser más precisos, el indicador para las entidades con las estructuras productivas más complejas (líneas segmentadas) tiende a ser sumamente estable, como lo muestran los casos seleccionados; en cambio, para algunas entidades poco complejas (líneas segmentadas con puntos) el indicador presenta una volatilidad moderada, aunque sin grandes cambios en sus niveles inicial y final. Por lo tanto, es posible afirmar que en ningún estado del país tuvo lugar una transformación estructural profunda durante el periodo de estudio; aunque, como se verá más adelante, en tres de ellos si se observa una reconversión productiva relevante.

Además del ICE, en esta literatura se hace referencia a un índice de complejidad potencial (*Complexity Outlook Index*) con el que se miden las oportunidades que tiene una economía regional dada la posición que ocupa su perfil de exportación en el espacio de productos. En otras palabras, el indicador de complejidad potencial (ICPO) de una economía captura qué tan cerca se encuentran los nodos atractivos de la red a partir de la métrica de proximidad (*i.e.*, de sus capacidades compartidas) y la complejidad de los productos que aún no son explotados competitivamente. Por lo tanto, una economía con una complejidad potencial reducida tiene muy pocas posibilidades de incrementar la sofisticación de su estructura productiva en el mediano plazo, ya que el proceso de desarrollo de nuevos productos está sujeto a procesos de aprendizaje local. En otras palabras, las economías con un ICPO reducido pueden estar insertados en una trampa de pobreza, en donde existen muchas dificultades para autogenerar las capacidades necesarias para la producción competitiva de bienes de alto valor agregado.

Gráfica 6

Dinámica del indicador de complejidad, 2004-2014, algunas entidades seleccionadas



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

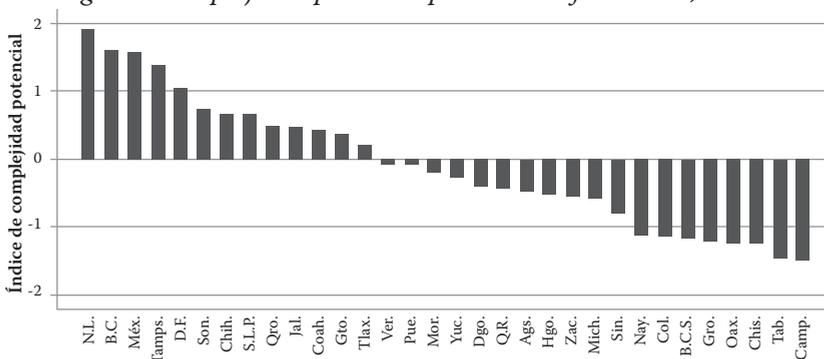
El indicador de complejidad económica no tiene una relación monotónica con el indicador de complejidad potencial. No obstante, al comparar los *rankings* de la Gráficas 3 y 7 se observa que ambos índices suelen tener una correlación estrecha: entidades con un ICE elevado (bajo) tienden a presentar un ICPO elevado (bajo). Un ejemplo donde esta tendencia no se cumple es el caso de Aguascalientes, cuya posición en el ICE es la número 11, mientras que en el ICPO es la número 20. Este resultado indica que contar con una estructura relativamente compleja no necesariamente garantiza que las oportunidades futuras de desarrollos sean siempre promisorias. Por ende, este segundo indicador puede ser utilizado como una métrica alternativa para inferir el potencial económico que tiene una región.

De hecho, para los estados de la República, el ICPO tiene correlaciones un poco más altas con el PIB *per cápita* no petrolero ($R^2 = 0.21$ en un ajuste lineal) y con las participaciones de las exportaciones ($R^2 = 0.64$ en un ajuste lineal), en comparación con las que se observan entre el ICE y los indicadores de actividad económica antes referidos. De la Gráfica 8 puede concluirse que existe una relación positiva y significativa entre la gama de oportunidades que ofrecen las economías y su vocación expor-

tadora. Sin embargo, esta relación es menos evidente cuando las economías tienen una complejidad potencial relativamente elevada, lo que indica que a partir de un cierto umbral de sofisticación productiva otros factores se vuelven críticos para explicar las variaciones que se observan en la participación de las exportaciones.

Gráfica 7

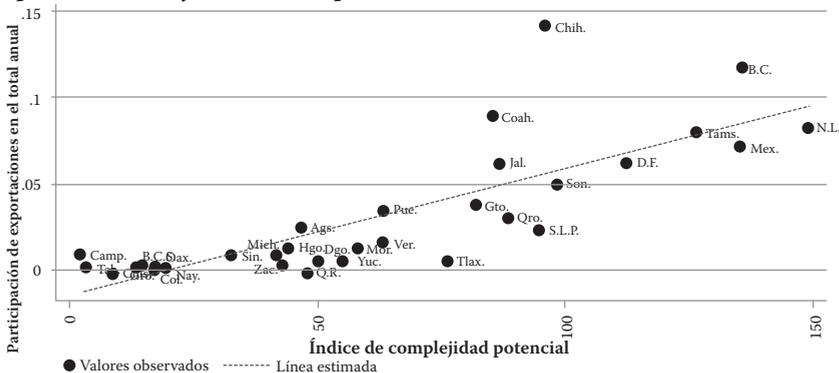
Ranking de la complejidad potencial por entidad federativa, 2014



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

Gráfica 8

Oportunidades y vocación exportadora, 2014



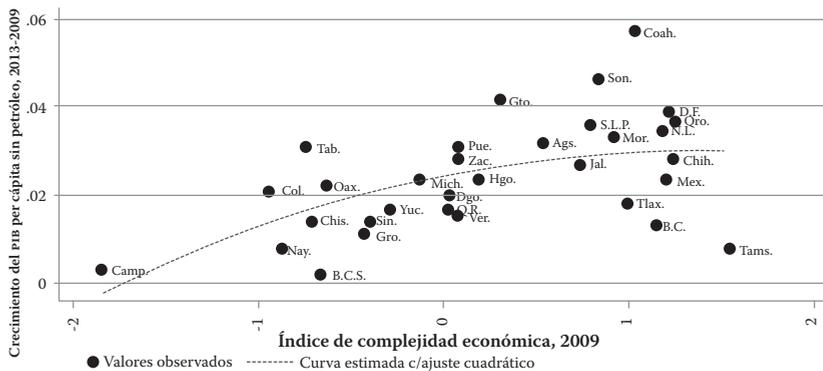
Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* y del INEGI.

4. Capacidad predictiva de los indicadores de complejidad

La evidencia para los estados de la República Mexicana muestra que no hay una relación muy estrecha entre el PIB *per cápita* y los indicadores de complejidad. No obstante, es posible que las diferencias entre las observaciones y los valores estimados con el ajuste de alguna curva puedan ser informativas, como sucede con los datos del Atlas internacional. Adicionalmente, el hecho de que exista una fuerte asociación entre la vocación exportadora de las entidades y los indicadores de complejidad que se generan con los datos del Atlas mexicano es un resultado importante, dado que la literatura del desarrollo sugiere que la naturaleza de las exportaciones importa para el desempeño futuro de las economías. Si estos dos argumentos son relevantes para el caso mexicano, entonces, la complejidad económica contemporánea debería tener cierta capacidad para predecir el crecimiento de mediano o largo plazos.

Gráfica 9

Complejidad y crecimiento de la actividad económica



Fuente: elaboración propia con datos del Atlas de la Complejidad Económica de México y del INEGI.

En la Gráfica 9 se muestra que, efectivamente, existe una relación positiva entre el crecimiento anualizado del PIB *per cápita* sin petróleo para

el periodo 2009-2013 y el valor del indicador de complejidad económica en 2009.¹⁹ El ajuste cuadrático que aquí se presenta explica aproximadamente un tercio de las variaciones en el crecimiento de las entidades. A pesar de que esta evidencia no implica necesariamente una relación de causalidad, este resultado es indicativo de que valores contemporáneos del ICE ayudan a predecir la tasa de crecimiento económico a observar en el mediano plazo con un cierto margen de error. Para corroborar la validez de este análisis descriptivo, en el Cuadro 1 se presentan una serie de regresiones de corte transversal y longitudinales, en donde los modelos varían en función del método de estimación y el tipo de variables independientes a considerar: PIB del inicio del periodo, e indicadores de complejidad observada y potencial (ICE y ICPO) con términos lineales y cuadráticos. Cabe advertir al lector que la potencia de las estimaciones que aquí se presentan es limitada debido al número relativamente reducido de datos.

De las estimaciones econométricas del Cuadro 1 se derivan las siguientes inferencias:

(i) No existe un proceso de convergencia, en tanto que el coeficiente asociado al ingreso per cápita rezagado es positivo (ver modelo 1, 6 y 7), y en los dos últimos casos es estadísticamente significativo.

(ii) El término cuadrático del indicador de complejidad económica en el periodo inicial (2009) no es estadísticamente significativa cuando no se incluyen controles; sin embargo, dicho índice sí explica las variaciones en el crecimiento del ingreso no petrolero con una R^2 del 32.1% en el mediano plazo (2013-2009) (ver modelo 2).

19 La Gráfica 9 muestra que niveles de complejidad elevados presentan mayores varianzas en el crecimiento. Este resultado podría reflejar que, en el contexto nacional, la complejidad económica no es una condición suficiente para el crecimiento. Aunque es cierto que la 'gran recesión' de 2009 afectó a las entidades integradas con la economía estadounidense, las tasas de crecimiento que se observan en los años subsiguientes no están determinadas por la recuperación posterior. Por ejemplo, Baja California y Tamaulipas presentan tasas de crecimiento muy bajas para el periodo 2009-2013 a pesar de tener un ICE elevado y encontrarse muy integradas al mercado estadounidense.

(iii) La inferencia anterior se mantiene inalterada cuando se consideran desviaciones estándar robustas que toman en cuenta la posibilidad de errores heterocedásticos (ver modelo 3).

(iv) En cambio, el término cuadrático del indicador de complejidad potencial si es estadísticamente significativo y produce una R^2 del 33.8% (ver modelo 4).

(v) Cuando se incluyen simultáneamente el ICE y el ICPO el coeficiente asociado a la última variable deja de ser estadísticamente distinta de cero y disminuye la calidad del ajuste en términos de la prueba F y la R^2 , lo que indica que el índice de complejidad económica es más informativo (modelo 5).

(vi) Cuando se realiza una regresión longitudinal que incluye tasas de crecimiento de los periodos 2013-2009 y 2008-2004 se mantiene la capacidad predictiva del ICE, pero en este caso el término cuadrático sí es estadísticamente significativo (ver modelo 6).

(vii) Las estimaciones con la regresión longitudinal se mantienen inalteradas cuando se cambia el método de promedios poblacionales por el de efectos aleatorios (ver modelo 7).

En síntesis, las estimaciones previas corroboran que los indicadores de complejidad tienen cierta capacidad predictiva del crecimiento de mediano plazo para las entidades federativas de México, ya sea que se utilicen datos longitudinales de dos periodos de cinco años no traslapados, o datos en corte transversal para el periodo 2013-2009. Dicha capacidad se observa en los años de la muestra, independientemente del concepto de complejidad que se use (ICE o ICPO). Sin embargo, el indicador de complejidad económica parece ser más relevante, ya sea por medio de una relación lineal o cuadrática. Este análisis preliminar coincide con la evidencia que se obtiene con los datos del Atlas internacional.²⁰ Aunque cabe aclarar que las series de tiempo relativamente cortas para México

20 Mediante una serie de regresiones, Hausmann *et al* (2013) muestran que la capacidad predictiva del ICE es mayor a la de otro tipo de indicadores agregados (e.g., instituciones, capital humano y competitividad).

sólo permiten establecer una conexión estadística entre la complejidad económica y el crecimiento de mediano plazo.

Cuadro 1

Variable dependiente: Crecimiento anualizado del PIB per cápita sin petróleo en periodos de 5 años (a precios constantes del 2008)

Variable	Mode- lo (1)	Mode- lo (2)	Mode- lo (3)	Mode- lo (4)	Modelo (5)	Modelo (6)	Modelo (7)
PIB per cápita sin petróleo, inicial (desv., estándar)	0.0680 (0.0599)					0.0989 (0.0312)	0.095 (0.0321)
Valor-P	0.265					0.002	0.003
ICE, inicial (desv., estándar)		0.0085 (.0023)	0.0085 (0.0023)		0.0093 (0.0046)	0.0055 (0.0017)	0.0054 (0.0017)
Valor-P		0.001	0.001		0.054	0.001	0.001
ICE * ICE, inicial (desv., estándar)		-0.0032 (0.0025)	-0.0032 (0.0023)			-0.0044 (0.0018)	-0.0041 (0.0018)
Valor-P		0.220	0.180			0.015	0.026
ICPO, inicial (desv., estándar)				0.0005 (0.0002)	-0.00003 (0.0001)		
Valor-P				0.002	0.783		
ICPO*ICPO,inicial (desv., estándar)				-3.12e- 06 (1.12e- 06)			
Valor-P				0.009			
Constante (desv., estándar)	0.018 (0.006)	0.0246 (0.0026)	0.0246 (0.0022)	0.0069 (0.0049)	0.0238 (0.0051)	0.0151 (0.0029)	0.0153 (0.0029)
Valor-P	0.005	0.000	0.000	0.172	0.000	0.000	0.000
No. observ.	32	32	32	32	32	64	64
R2	0.0412	0.3213	0.3213	0.3388	0.2859		0.226 (0.396)
R2 ajustada	0.0092	0.2745					
F ()	1.29	6.86	11.85	6.43	5.56		
Prob > F	0.2653	0.0036	0.0002	0.0049	0.0090		
Wald chi2						46.49	41.87
Prob > chi2						0.0000	0.0000

Notas: Modelos (1 y 2), se hace un análisis de corte transversal para tasas de crecimiento del periodo 2013-2009 con el método de mco. Modelo (3-5), se aplica la corrección por posible heterocedasticidad: *vce(robust)*. Modelo (6), se hace un análisis panel para tasas de crecimiento de los periodos 2013-2009 y 2008-2004, método promedios poblacionales con errores estándar robustos. Modelo (7), se hace un análisis panel para tasas de crecimiento de los periodos 2013-2009 y 2008-2004, método de efectos aleatorios con errores estándar robustos; primera R² mide ajuste global y segunda mide ajuste por variaciones de corte transversal (*between estimators*). Cabe mencionar que no todos los métodos aquí presentados permiten calcular la R² y su valor ajustado.

Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* y del INEGI..

4.i. La capacidad predictiva del ICE en condiciones de no linealidad

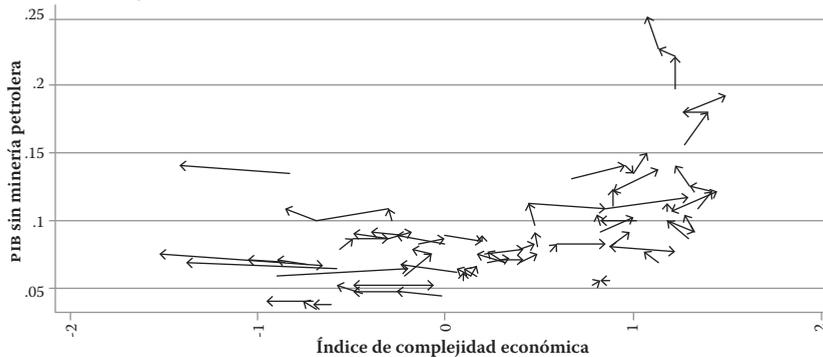
Cabe recordar que los modelos de regresión son lineales dado que, entre otras cosas, suponen que los impactos de las variables explicativas son homogéneos en el sistema; es decir, los coeficientes asociados son independientes con respecto al nivel que tienen estas variables. Este problema puede abordarse mediante métodos diseñados por los meteorólogos para predecir las condiciones climáticas en plazos relativamente cortos. Una variante de estos métodos es el procedimiento de “selección predictiva” que en la literatura de complejidad económica fue implementada por primera vez en Cristelli *et al* (2015). En esta sección se presenta un procedimiento mucho más sencillo y de carácter meramente descriptivo dado que el número de datos disponibles para México es reducido.

En la Gráfica 10 se presenta un diagrama con el PIB *per cápita* sin petróleo y el indicador de complejidad económica, en el que se indican las trayectorias que siguen estas variables para cada una de las entidades del país en los ciclos trianuales que terminan en 2007, 2010 y 2013. Para cada uno de estos tres ciclos se define la dirección en que se mueven las dos variables mediante una flecha, por lo que de existir un número suficientemente grande de flechas se podría establecer probabilísticamente en qué región de una retícula podría ubicarse una economía que parte de ciertas condiciones iniciales. Dado que en este ejercicio se cuenta con muy pocos datos sólo es posible llevar a cabo un análisis descriptivo, el que de cualquier forma resulta ser muy ilustrativo.

Gráfica 10

Complejidad y actividad económica, selección predictiva.

Años limítrofes de ciclos trianuales: 2004, 2007, 2010, 2013



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* y el INEGI.

Cuando se detecta un patrón regular en las trayectorias de las flechas de una región de este espacio cartesiano se habla de un *régimen laminar* (u ordenado). Este sería el caso, por ejemplo, de flechas que presentan una inclinación positiva ya sea con una trayectoria a la baja o a la alza, lo que indicaría la existencia de una dinámica coevolutiva entre PIB y complejidad (*i.e.*, un proceso de retroalimentación positiva). Por el contrario, si en una región se detecta un patrón en donde las flechas se direccionan en sentidos encontrados puede concluirse que existe un *régimen caótico*, o bien que una de estas variables no logra explicar significativamente lo que sucede con la otra.

Con los datos de las entidades se detectan tres regiones diferentes del espacio cartesiano. Una para las entidades con un bajo ICE (flechas con puntos y rayas), otra para entidades con un ICE intermedio (flechas continuas) y una más para entidades con un ICE elevado (flechas segmentadas). Las flechas de puntos y rayas tienden a ser horizontales y vincular distancias relativamente largas entre 2004 y 2013 en un sentido negativo.

Algunas de las flechas continuas tienen una pendiente un poco mayor pero su direccionamiento se presenta en sentidos encontrados. Mientras que las flechas segmentadas presentan las mayores inclinaciones y tienden a exhibir una retroalimentación positiva entre complejidad y PIB.

Por lo tanto, puede afirmarse que el sistema exhibe varias dinámicas entre el PIB y la complejidad. Un régimen relativamente caótico en la parte media del eje de complejidad y regímenes relativamente ordenados en las partes bajas y altas, pero en el primer caso la dirección de las flechas sugiere un escenario de estancamiento. Aunque en el análisis de regresión se haya detectado una relación positiva entre el ICE contemporáneo y el crecimiento futuro, esta nueva evidencia hace pensar que los resultados econométricos deben ser tomados con cautela. En particular, el análisis de 'selección predictiva' señala cuáles mejoras relativamente pequeñas en la complejidad económica no suelen tener un impacto positivo en la actividad económica de la entidad cuando se parte de un nivel del ICE cercano a cero o menor. Por lo tanto, de los resultados de la regresión y del método de selección predictiva puede concluirse que cambios sustantivos en la sofisticación de la estructura productiva sí pueden estar asociados a niveles de ingreso más elevados; proceso que difícilmente podría darse en el corto plazo y sin la implementación de una política industrial consistente.²¹

21 Este punto de vista coincide con el de Pugliese *et al.* (2017) quienes sostienen que las economías en desarrollo tienen una probabilidad significativa de salir de una trampa de pobreza cuando logran incrementar de manera sustantiva la complejidad de su estructura productiva. Dicho escenario puede presentarse cuando todavía no han ocurrido grandes cambios en el nivel de su riqueza. Ejemplo de ellos son Corea del Sur y Tailandia, los cuales experimentaron durante varios años la sofisticación de sus exportaciones antes de que sus economías despegaran con un crecimiento sostenido.

5. Transformaciones estructurales

A nivel nacional México ha mostrado grandes cambios en su estructura productiva a lo largo de los últimos 50 años, al pasar de una economía sustentada en la producción y exportación de bienes primarios a una economía con una producción competitiva internacionalmente en el sector manufacturero. Tanto el proceso de sustitución de importaciones, que tuvo lugar en el país entre las décadas de los años cincuenta y setenta, como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que inició operaciones en 1994, fueron indudablemente factores importantes de este proceso transformador. La naturaleza de esta reconversión productiva puede apreciarse al observar la manera en que ha cambiado el posicionamiento del perfil de las exportaciones mexicanas en el espacio de productos.

La Gráfica 11.a muestra que la competitividad de la economía mexicana en 1962 se centraba, esencialmente, en productos primarios poco interconectados (nodos periféricos de la red).²² Sin embargo, y como consecuencia del proceso de sustitución de importaciones, la economía ya contaba en 1975 con algunos clústeres de relevancia (ver Gráfica 11.b).²³ En particular, se estaba gestando un clúster de electrónica –ver óvalo rojo– y se había consolidado un clúster en el sector de prendas y textiles

22 En 1962 destacaban las exportaciones de algodón burdo (24%), café (7%), crustáceos y moluscos (5%), ganado bovino (4%), remolacha y azúcar de caña burda (4%), plata en bruto (4%), otros azufres (3%), plomo en bruto y aleaciones (2%), carne bovina (2%), cables y cuerdas (2%) y combustóleo (2%)

23 Cabe señalar que el incremento en la diversificación productiva que generó la política de sustitución de importaciones contribuyó al crecimiento de la economía mexicana durante varios años. Sin embargo, el sesgo anti-exportador de esta medida inhibió el desarrollo orgánico de ventajas comparativas reveladas y, por ende, el crecimiento del PIB per cápita se desaceleró a inicios de la década de los setenta. Si bien el crecimiento se recuperó rápidamente como consecuencia de la petrolización de la economía, unos cuantos años después se derrumbó con la caída del precio de los hidrocarburos (para mayores detalles sobre la perspectiva histórica del crecimiento de México consultar Moreno-Brid y Ros, 2010).

–ver óvalo negro-.²⁴ Seis años después de iniciado el TLCAN la transformación estructural se hizo más que evidente con el fortalecimiento del clúster de electrónica, la aparición de un clúster de vehículos de transporte –ver óvalo verde-, y el encogimiento del clúster de prendas.²⁵ Finalmente, para 2016 ya era muy claro que los cambios de las últimas cinco décadas habían dado lugar a una economía mexicana mucho más diversificada, con exportaciones competitivas en productos más complejos e interconectados (*i.e.*, nodos centrales de la red).²⁶ Cabe destacar que mientras que el clúster de vehículos de transporte presenta una situación muy vibrante en la actualidad, el de prendas de vestir construido durante la década de los 60 y 70 se encuentra hoy en día prácticamente desarticulado debido al derrumbe de su competitividad.

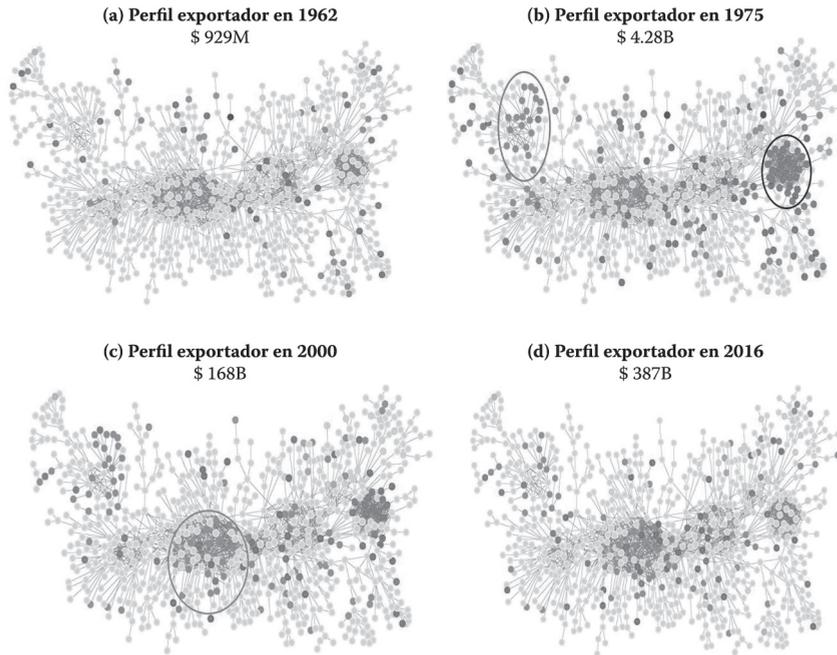
24 En 1975 destacaban las exportaciones de combustóleo (5%), petróleo crudo (4%), algodón burdo (4%), café (4%), crustáceos y moluscos (4%), remolacha y azúcar de caña burda (4%), plata en bruto (3%), partes y accesorios de telecomunicaciones (2%), líneas telefónicas (2%), amplificadores de audio (2%) y otros azufres (2%).

25 En 2000 destacaban las exportaciones de carros (11%), petróleo crudo (10%), cable eléctrico (4%), camiones y camionetas (3%), TV a color (3%), transmisores de radio y televisión (3%), partes de vehículos y accesorios (3%), partes de cajas registradoras y máquinas calculadoras (2%), hardware de control y periféricos (2%), asientos, (2%), partes y accesorios de telecomunicaciones (2%), y tableros de control y dispositivos electrónicos (2%).

26 En 2016 destacaban las exportaciones de petróleo crudo (4%), carros (8%), otras partes de vehículos (7%), camiones y camioneta (6%), procesadores informáticos (CPU por sus siglas en inglés) (4%), TV de color (3%), cable eléctrico (3%), asientos (2%), tableros de control y dispositivos electrónicos (3%), instrumentos médicos (2%), partes y accesorios de telecomunicaciones (2%).

Gráfica 11

Proceso evolutivo de la estructura productiva nacional



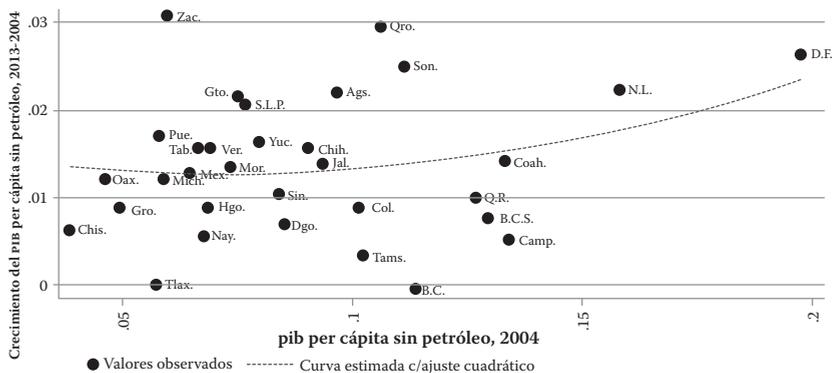
Notas: el mapa (o espacio) de productos se calcula con los datos de exportaciones entre los países que se incluyen en el Atlas internacional. Este espacio se caracteriza mediante una red ponderada en donde los nodos corresponden a los distintos productos que se comercializan a nivel internacional, y el peso de los vínculos describe las capacidades compartidas entre productos. Esta red permite cuantificar qué tan heterogéneos son los conocimientos productivos tácitos que requieren las distintas industrias que participan en el comercio mundial. Debido a que se trata de un espacio virtual, la longitud de los vínculos (o enlaces) no tiene interpretación económica alguna, su objetivo es simplemente mejorar la visualización de la red. El perfil de las exportaciones mexicanas corresponde a los nodos competitivos con un $vcr > 1$, cuyo color identifica el sector al que pertenece el producto correspondiente. Los productos están clasificados de acuerdo con el sistema *Standard International Trade Classification* (SITC-4). La M en el valor de las exportaciones indica millones de dólares y B indica miles de millones de dólares.

Fuente: *Atlas of Economic Complexity 2.1*, Center for International Development, Harvard University. Plataforma de internet disponible en la siguiente URL: <http://atlas.cid.harvard.edu/>

A pesar de la transformación de la estructura productiva a nivel nacional y el gran impulso que ha tenido la actividad exportadora de la economía en su conjunto, el ritmo de crecimiento económico presenta enormes diferencias regionales. La Gráfica 12 muestra las grandes discrepancias que existen en la tasa anualizada de crecimiento del PIB per cápita sin petróleo para las entidades federativas en un periodo de 10 años. El ajuste cuadrático señala una relación positiva entre crecimiento e ingreso inicial, por lo que difícilmente puede hacerse referencia a un escenario de convergencia en el pasado reciente. Por el contrario, varias entidades con un PIB relativamente bajo en 2004 (e.g., Tlaxcala, Chiapas, Guerrero, Hidalgo y Nayarit) crecieron a tasas menores a las observadas en entidades que en ese entonces ya eran relativamente prósperas (e.g., Nuevo León y Distrito Federal). Sólo unos cuantos estados con ingresos medios y bajos como Aguascalientes, Sonora, Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato y Zacatecas tienen tasas sobresalientes en relación con su nivel de ingreso inicial.

Gráfica 12

Crecimiento anualizado e ingreso inicial

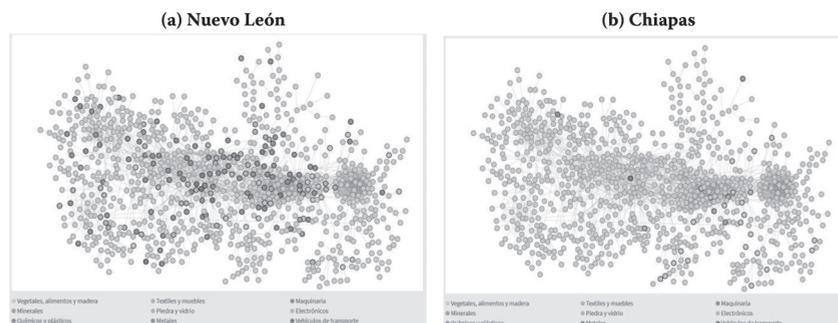


Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* y el INEGI.

A la par de estas discrepancias, prevalece una gran asimetría en las estructuras productivas de los estados de la República. Con el fin de ilustrar este hecho, en la Gráfica 13 se presentan los perfiles de exportación de Nuevo León y Chiapas en el contexto del espacio de productos para el año de 2014. No sólo Nuevo León tiene muchos productos con ventajas comparativas reveladas (nodos de color), sino también un gran número de ellos son relativamente complejos (*i.e.*, se ubican en partes céntricas de la red, $ICE = 1.32$). Esta situación contrasta enormemente con lo que se observa en Chiapas, en donde existen pocos productos competitivos y la mayoría son del sector primario ($ICE = -0.92$). Dadas estas diferencias no es de extrañar que en el estado sureño se hable de una trampa de pobreza, con un bajo nivel de ingreso y pocas oportunidades de desarrollo, mientras que en el norteño se hable de un círculo virtuoso de prosperidad y oportunidades. Estas circunstancias llevan a pensar en la necesidad de implementar políticas industriales que permitan en el mediano y largo plazo abatir los fuertes rezagos que exhiben un número importante de entidades y zonas metropolitanas del país.

Gráfica 13

Perfil exportador de dos entidades discordantes en el espacio de productos, 2014



Nota: La ventaja de considerar el espacio de productos con el sustrato internacional (versus uno nacional) reside en obtener estimaciones estadísticamente más robustas debido a que el número de observaciones es mayor, y en que es posible definir la frontera del desarrollo económico al nivel mundial y no sólo al nivel nacional.

Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

5.i. Taxonomía de la complejidad entre entidades federativas

Como un primer paso para identificar el tipo de política industrial a implementar es importante realizar una taxonomía que muestre las diferencias regionales a partir de distintos indicadores de complejidad [Hausmann y Klinger, 2009]. En particular, al hacer referencia al ICE se puede conocer la riqueza de las capacidades existentes en una localidad, mientras que con el ICPO se puede saber la magnitud de las oportunidades que se le presentan a la región en función de su cercanía con productos complejos. De esta manera, cuando se combina un escenario de baja complejidad y pocas oportunidades se hace referencia a una trampa de pobreza, en la que la región dispone de pocas capacidades y éstas resultan ser inadecuadas para desarrollar productos atractivos; por ende, se hace imprescindible una acción coordinada de gran calado para impulsar la actividad de los agentes económicos. En contraste, en un escenario de elevada complejidad y muchas oportunidades se habla de una dinámica orgánica en la que los agentes locales, públicos y privados, tienen el potencial para que las capacidades productivas continúen desarrollándose de forma descentralizada; en consecuencia, la política industrial puede definirse de manera más focalizada.

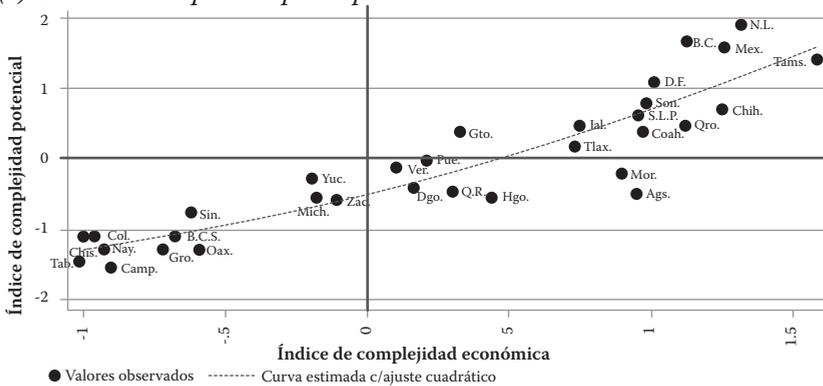
En las Gráficas 14.a y 14.b se visualiza la taxonomía antes referida por medio de mapas de transformación estructural para la economía mexicana. En el mapa 14.a se presentan el ICE y el ICPO sin ser controlados por el PIB *per cápita*, en tanto que en el mapa 14.b dichos índices se grafican una vez controlados (*i.e.*, como el residual de la regresión entre el indicador de complejidad y la variable de ingreso). La aplicación del control tiene que ver con la idea de que es conveniente normalizar la magnitud de los indicadores de complejidad en relación al ingreso de la economía cuando estas variables siguen una relación estrecha y se considera que las desviaciones son informativas para detectar las posibilidades de crecimiento. Dicho lo anterior, el mapa sin control también se presenta en

la gráfica debido a que la relación entre PIB *per cápita* y la complejidad no resultó ser tan estrecha para las entidades mexicanas (ver Gráfica 4).

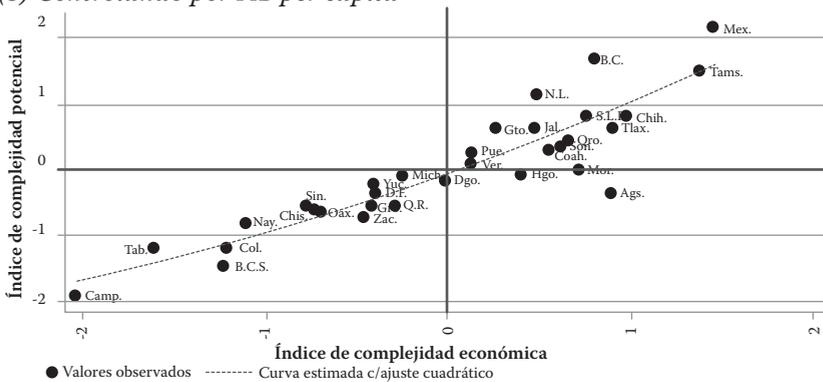
Gráfica 14

Mapas de transformación estructural: 2013, 2014

(a) Sin controlar por PIB *per cápita*



(b) Controlando por PIB *per cápita*



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* y del INEGI

A no ser por el caso del Distrito Federal cuya ubicación en los mapas cambia significativamente, la posición de las demás entidades es cualitativamente similar en ambos esquemas.²⁷ Estos mapas refuerzan, de nueva cuenta, la visión de los “Dos Méxicos”. Por un lado, hay un gran número de estados (*i.e.*, Campeche, Tabasco, Colima, Nayarit, Baja California Sur, Chiapas, Sinaloa, Oaxaca, Zacatecas, Guerrero, Michoacán, y Yucatán) con pocas capacidades y perspectivas muy sombrías en cuanto a sus oportunidades. Por otro lado, hay un número similar de entidades (*i.e.*, Estado de México, D.F., Nuevo León, Baja California, Tamaulipas, Querétaro, Chihuahua, Jalisco, Sonora, San Luis Potosí, Coahuila, Tlaxcala y Guanajuato) que están insertados en un entorno relativamente próspero y con buenas posibilidades para llevar a cabo una expansión en su sofisticación productiva. También existe un grupo reducido de estados (*i.e.*, Hidalgo, Morelos, Aguascalientes, Quintana Roo, Durango, Puebla y Veracruz) cuya situación se distinguen por contar con un número significativo de capacidades aunque, en este caso, sus oportunidades de expansión son relativamente modestas.

5.ii. Identificación de entidades con posibilidades de desarrollo sostenido

El Atlas de México presenta una visualización que es muy conveniente para inferir si la estructura productiva de una localidad posee los atributos necesarios para desarrollarse de manera orgánica en el mediano plazo (*i.e.*, 5-10 años).²⁸ Se habla de una transformación orgánica cuando las capacidades disponibles en la región hacen viable una evolución pro-

27 El movimiento drástico en la localización del D.F. de la parte superior del cuadrante noreste del Gráfico 14.a a la parte superior del cuadrante suroeste del Gráfico 14.b, se debe posiblemente a que esta entidad tiene una fuerte actividad en servicios –entre ellos los gubernamentales, financieros y corporativos–, los cuales no se encuentran reflejados en los indicadores de complejidad que se calculan a partir de las exportaciones de los productos.

28 Para mayores detalles sobre cómo interpretar este tipo de visualizaciones consultar Fortunato *et al.* (2015).

ductiva a partir del aprendizaje local y mecanismos descentralizados.²⁹ Para identificar la factibilidad de este proceso se hace uso de un gráfico de dispersión en el que la complejidad de los productos se mide en el eje vertical, y la distancia de las capacidades requeridas por esos mismos productos con respecto a las existentes en la localidad se mide en el eje horizontal.³⁰

Las Gráfica 15.a y 15.b muestran diagramas de esta naturaleza para el estado de San Luis Potosí (SLP), en donde las burbujas describen al conjunto de productos transables en los que la entidad no era competitiva (*i.e.*, $VCR < 1$) en 2014 y 2004, respectivamente. En general, se dice que una transformación orgánica tiene una magra probabilidad de ocurrencia en el mediano plazo cuando se presentan los siguientes atributos: (i) los productos más próximos a las capacidades de la región se encuentran relativamente retirados, y (ii) dicho productos tienen los niveles de complejidad más bajos.³¹ En otras palabras, la creación descentrali-

29 En el apéndice se realizan una serie de análisis estadísticos para corroborar que, efectivamente, se observa un proceso de creación local de capacidades en los ámbitos nacional y subnacional. Es decir, las regiones se desarrollan porque con el paso del tiempo tienden a ser competitivas en los nodos vecinos de su perfil de exportación (*i.e.*, nodos del espacio de productos en los que ya son competitivos).

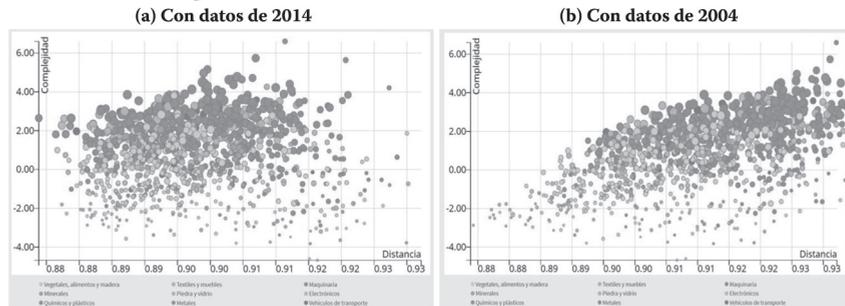
30 La distancia mide la discrepancia relativa que existe entre las capacidades que requiere un producto que aún no se produce competitivamente en una región con respecto a las capacidades correspondientes a su perfil de exportación. Este indicador permite estimar la factibilidad que tiene un producto de desarrollarse en una determinada economía regional. La métrica de distancia se mide como $1 - \text{densidad}$. Esta última métrica indica la magnitud relativa de las capacidades compartidas entre el producto en cuestión y las que están disponibles en el lugar.

31 De esta forma, cuando los productos más complejos están más alejados de las capacidades de la región en comparación con los más simples, el conjunto de productos no explotados se aglutinan en una nube con pendiente positiva. Adicionalmente, la lejanía de esta nube con respecto al eje vertical señala qué tan escasas son las capacidades requeridas por estos productos en la región. Por lo tanto, las posibilidades de un desarrollo orgánico son muy reducidas cuando la nube de productos exhibe una pendiente positiva y además se encuentra relativamente retirada del eje vertical.

zada de industrias atractivas difícilmente tendrá lugar cuando la nube de productos está alejada del eje vertical y presenta una forma oval con pendiente positiva, por lo que este escenario haría indispensable la implementación de una amplia gama de políticas industriales.³²

Gráfica 15

La reconversión productiva de SLP, 2004-2014



Nota: La distancia mide la cercanía que tiene el producto (o burbuja) con respecto al perfil de exportaciones de la entidad en términos de sus capacidades compartidas. Estas burbujas corresponden a industrias que aún no son explotadas competitivamente en la localidad; su color identifica al sector; su tamaño indica su valor estratégico, el cual se determina con la posición que ocupa el nodo en el mapa de productos (i.e., su cercanía a productos complejos). Una nube de burbujas cercana al eje vertical y con pendiente negativa es una señal de que una transformación orgánica de la estructura productiva regional es factible. Es decir, varios productos que todavía no se exportan competitivamente pero que presentan un nivel de complejidad mayor al del promedio estatal son los más viables debido a que comparten muchas capacidades con las que se encuentran disponibles en la región.

Fuente: Imágenes tomadas del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

Para el año de 2014 la nube de burbujas no parece exhibir una pendiente positiva, por lo tanto, las capacidades existentes en la entidad son tan

³² El tamaño de la burbuja corresponde a la complejidad potencial del producto o valor estratégico. Este valor se deriva de su cercanía con nodos relativamente complejos que aún no han sido explotados en la entidad. Por lo tanto, a una sociedad no sólo le conviene desarrollar los productos más sofisticados sino también los que son estratégicos por su posición en el espacio de productos. A pesar de que muchos de estos nodos se ubican en la parte superior de la nube, no existe una correlación estrecha entre complejidad observada y potencial. De aquí la importancia de analizar diferentes criterios para identificar qué productos pueden ser atractivos para una sociedad.

cercanas a las requeridas por productos complejos como por productos relativamente sencillos. Este hecho y el que las burbujas se concentren en una nube no muy retirada del eje vertical, lleva a concluir que en la actualidad la estructura productiva de SLP tiene la posibilidad de incursionar en un proceso evolutivo de gran dinamismo. De la Gráfica 15.b se desprende que una década atrás la situación de la entidad era muy diferente. Aunque su posición con respecto al eje vertical era similar, en aquel entonces la pendiente de la nube de burbujas era positiva y, en consecuencia, no era posible pensar en el desarrollo orgánico de industrias complejas.

En consecuencia, de estos dos diagramas puede inferirse que entre 2004 y 2014 tuvo lugar una reconversión productiva en SLP, lo cual hace pensar que en el futuro cercano podrían observarse industrias mucho más sofisticadas en la región.³³ Cabe notar que para el año de 2014 los productos que tienen mayores posibilidades de desarrollarse con un grado de complejidad mayor al ICE del estado de SLP (0.96) se ubican al menos a una distancia de 0.87. A manera de comparación, esta distancia es mucho menor al de economías relativamente pobres como la de Tabasco con un valor de 0.98; pero superior al de economías regionales más promisorias como la de Nuevo León, en donde la distancia equivalente es de 0.78.

La evidencia empírica no parece sugerir que el desarrollo de nuevas industrias competitivas en SLP se haya debido a procesos locales de aprendizaje, a diferencia de lo que ocurre en otras entidades del país.³⁴

33 A manera de aclaración, la experiencia de otras entidades muestra que la presencia de una pendiente negativa no es una condición suficiente para que se materialice un cambio estructural de fondo y se produzca un crecimiento sostenido, al menos en un periodo de 10 años.

34 En este periodo 46 productos transitaron (*i.e.*, se volvieron competitivos); cifra que es muy superior a la que se observa en las entidades pobres del país (en Tabasco y Campeche la cifra es de tan sólo 4 eventos de este tipo). Sin embargo, la media aritmética de la métrica de densidad es prácticamente idéntica para los productos que transitaron en comparación con los que se mantuvieron sin ser competitivos (0.0896 vs. 0.0890), lo que descarta una dinámica de creación de

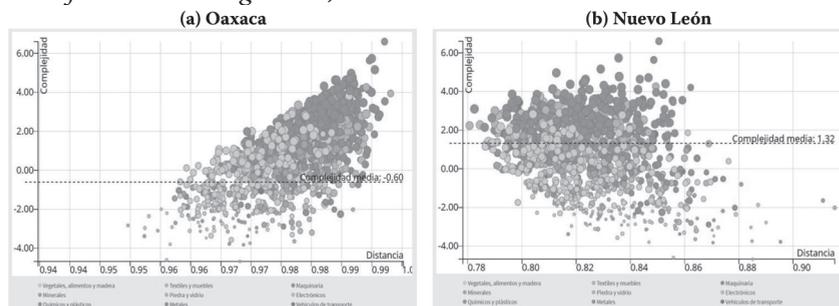
Por lo tanto, tiene sentido pensar que la reconversión productiva que experimentó la región se debió, principalmente, a la acción de políticas industriales coordinadas.³⁵ Estas políticas estimularon el desarrollo de capacidades previamente inexistentes en la entidad y, por ende, facilitaron la creación de nuevas industrias.³⁶ Este caso ejemplifica el hecho de industrias a partir de procesos descentralizados. Para mayores detalles sobre esta metodología consultar el apéndice.

- 35 Resulta indudable que las políticas implementadas tomaron ventaja de la posición geográfica de San Luis Potosí y de los intereses de compañías automotrices por establecerse en la zona. En particular, la entidad potosina es uno de los cuatro estados del bajo, junto con Aguascalientes, Querétaro y Guanajuato, que han mostrado grandes avances en sus industrias manufactureras en las últimas dos décadas, por lo que puede decirse que su desarrollo es complementario. El estado tiene además una posición céntrica envidiable ya que en un radio de 500 km alrededor de su capital se ubica un mercado de 73 millones de consumidores y una producción que abarca al 78% del PIB. Con datos recientes se estima que el 35% de los 2,500 proveedores automotrices se posicionan en un radio de 300 km con relación a la ciudad de San Luis Potosí [Oxford Business Group. The Report, San Luis Potosí 2017]. A pesar de que estas condiciones favorables ya existían a finales del siglo anterior, su reconversión productiva tuvo lugar a partir del segundo lustro de este siglo. Por lo tanto, puede afirmarse que las ventajas antes referidas se lograron materializar con la instrumentación de diferentes políticas.
- 36 Si bien no se pretende realizar un análisis pormenorizado de las políticas implementadas en la entidad, conviene resaltar algunos de las medidas que detonaron su reconversión productiva. (i) Condiciones favorable para el desarrollo de los negocios y la inversión extranjera, entre las que destaca la ausencia de huelgas laborales en los últimos 14 años. (ii) El desarrollo de parques industriales entre los que sobresale el Word Trade Center (WTC), el cual inició sus operaciones en 2009. Este parque tiene el status de “zona de comercio libre”, lo que le permite contar con su propia oficina aduanal y así evitar la inspección de la mercancía y el pago de impuestos (en caso de que apliquen) en el punto de entrada al país; procedimiento logístico que sin lugar a dudas agiliza la distribución de bienes intermedios. (iii) El establecimiento en 2002 de una terminal intermodal de la compañía ferroviaria Kansas City Southern de México (KCSM), la que a la postre quedó estratégicamente localizada en el parque industrial WTC. Las vías de la compañía conectan a la entidad con los puertos mexicanos de Altamira, Veracruz y Lázaro Cárdenas, así como con la ciudad de Laredo en Texas. (iv) Aunque en los 70-80s ya existían algunas compañías de autopartes en SLP como Bosch y Cummins, a mediados de la primera década de este siglo se impulsó de manera significativa el desarrollo del clúster

que las transformaciones estructurales suelen ser consecuencia de políticas industriales, las cuales contribuyen a que el nuevo perfil de exportaciones de la economía se posicionen en nodos que son estratégicos para el desarrollo orgánico de la economía.³⁷

Gráfica 16

Estructura productiva y factibilidad de las transformaciones orgánicas, 2014



Fuente: imágenes tomadas del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

En las Gráficas 16.a y 16.b se presenta el mismo tipo de diagrama para los casos de Oaxaca y Nuevo León, respectivamente. De esta manera, el lector puede contrastar las diferencias que existen en las posibilidades de desarrollo orgánico entre una entidad rezagada y una dinámica. Mientras que en el diagrama de Oaxaca la nube tiene pendiente positiva y se ubica a una distancia de 0.96 con respecto al eje vertical, en la nube de burbujas de Nuevo León dicha pendiente es negativa y la distancia es

automotriz. Por lo tanto, se establecieron las condiciones necesarias para que en 2005 se instalara la empresa alemana de auto-partes Dräxlmaier, en 2006 la compañía estadounidense General Motors, y en 2008 se abriera el centro de capacitación técnica de Toyota, entre otras (para mayores detalles consultar The Report, San Luis Potosí 2017).

37 Otros casos de reconversión son Aguascalientes, Coahuila, Baja California, Sonora, Chihuahua, Tamaulipas, Nuevo León, Querétaro y Estado de México, aunque solamente en las dos primeras entidades la transformación estructural tuvo lugar durante el periodo de estudio.

de tan solo 0.78. Por lo tanto, la complejidad económica de Nuevo León no sólo es muy superior a la de Oaxaca (1.32 *versus* -0.69) sino también lo son sus posibilidades de desarrollo. En otras palabras, mientras una entidad rezagada no experimente una reconversión productiva impulsada por una política industrial de amplio espectro difícilmente contará con las capacidades que se requieren para incursionar en un círculo virtuoso de progreso y complejidad.

6. Conclusiones

De acuerdo con el marco teórico del espacio de productos, el desarrollo económico debe concebirse como un proceso de generación y articulación del conocimiento productivo. Un parte de este conocimiento se transfiere con relativa facilidad entre individuos, empresas o regiones ya que puede decodificarse al analizar fórmulas, patentes o los propios productos. En estas circunstancias, las únicas causas que impedirían la transferencia tecnológica serían las limitaciones presupuestales o las restricciones al comercio, a la adquisición de patentes y a la inversión foránea. En consecuencia, en un mundo globalizado con economías de libre mercado no tiene sentido pensar que el conocimiento incrustado en las mercancías sea un obstáculo para el crecimiento de países o regiones rezagadas.

Sin embargo, existe otra forma de conocimiento que no se moviliza fácilmente entre unidades económicas y espacios geográficos, ya que su asimilación y uso se cultiva lentamente por medio del aprendizaje. El carácter local de este conocimiento productivo tácito (o *know how*) hace posible que las discrepancias en la competitividad de las empresas o en el desarrollo económico de los países y regiones se mantengan por largos periodos de tiempo. Por esta razón, la modernización tecnológica de una empresa no garantiza su éxito en los mercados, como tampoco la apertura comercial de un país implica necesariamente que su creci-

miento económico se detonará. El conocimiento productivo tácito tiene que ver con la adaptación de la tecnología importada a las condiciones del mercado local; con la destreza de los técnicos en el manejo de equipo y los sistemas de producción; con las habilidades de las organizaciones para desenvolverse en un determinado marco regulatorio; con la capacidad de un administrador para procesar información; con los reacomodos institucionales necesarios para que el conocimiento productivo pueda articularse; con el establecimiento de sistemas logísticos y de infraestructura para que operen ciertas industrias; entre otros factores.

En este artículo se muestra con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México* que, efectivamente, existe un proceso de generación local de capacidades en el país, lo que corrobora la teoría del espacio de productos. Es decir, la evidencia para México indica que es más probable que se desarrollen nuevas industrias cuando su producción requiere de capacidades que se asemejan a las disponibles en la región. Si bien el aprendizaje local ha contribuido a transformar la estructura industrial del país y de algunas de sus entidades federativas, también existe evidencia que indica que la reconversión productiva suele catalizarse mediante la implementación de políticas industriales. Asimismo, el análisis empírico señala que la sofisticación de la estructura productiva ha sido muy lenta, y que cambios marginales en el índice de complejidad difícilmente permitirán el desarrollo de estados rezagados. Sin embargo, la narrativa del texto sugiere que la política industrial puede hacer posible una reconversión significativa y, por ende, la incorporación de las economías regionales a una trayectoria de crecimiento sostenido.

Ahora bien para entender la política industrial desde la visión de complejidad es importante tomar en cuenta que tanto el gobierno como los mercados son propiedades emergentes de una sociedad, por lo que puede afirmarse que estos mecanismos de coordinación se adaptan a partir de un proceso de coevolución. Desde esta perspectiva, el gobierno no tiene la capacidad para controlar el funcionamiento de una economía,

por lo que las políticas públicas deben concentrarse en tratar de incidir en el entorno en el que los agentes (individuos y organizaciones) toman sus decisiones y, de esta manera, modificar el desempeño colectivo. Por esta razón, es que Colander y Kupers (2014) consideran que las intervenciones gubernamentales diseñadas ‘desde arriba’ deben complementarse -y en muchos casos sustituirse- con políticas públicas que buscan incidir ‘desde abajo’. Por lo tanto, la política industrial debe entenderse como la creación de un ecosistema de instrumentos y estrategias que permita a los agentes públicos, sociales y privados recabar y procesar información, así como facilitar la coordinación de sus decisiones. De esta forma, el ecosistema podría identificar y desarrollar nuevos productos competitivos a partir de mecanismos descentralizados.

Bibliografía

- Aghion, P. y P. Howitt, (1998), “Endogenous Growth Theory”, Cambridge, MA: MIT Press.
- Aghion, P. y P. Howitt, (1992), “A Model of Growth through Creative Destruction”, *Econometrica*, 60, pp. 323–51.
- Akamatsu, K. (1962), “A Historical Pattern of Economic Growth in Developing Countries”, *The Development Economies*, 1 (número suplementario), pp. 3-25.
- Bahar, D., R. Hausmann, y C.A. Hidalgo (2014), “Neighbors and the Evolution of the Comparative Advantage of Nations: Evidence of International Knowledge Diffusion?”. *Journal of International Economics*, 92 (1), pp 111–123.
- Bolio, E., J. Remes, T. Lajous, J. Manyika, M. Sossé y E. Ramírez (2014), “A Tale of Two Mexicos: Growth and Prosperity in a Two-speed Economy”, Londres: McKinsey Global Institute.
- Bustos, S., C. Gómez, R. Hausmann, y C.A. Hidalgo (2012), “The Dynamics of Nestedness Predicts the Evolution of Industrial Ecosystems”, *PLoS ONE* 7.11, pp 1-8.
- Castañeda, G. (2018), “El Paradigma de la Complejidad Social: Una Forma Diferente de Entender los Fenómenos Socioeconómicos”, manuscrito por publicarse, México, CDMX: CIDE-CEEY.

- Chávez, J. C., M. T. Mosqueda y M. Gómez-Zaldívar (2017), “Economic Complexity and Regional Growth Performance: Evidence from the Mexican Economy”, *The Review of Regional Studies, Southern Regional Science Association*, vol. 47(2), pp. 201-219.
- Colander, David y Roland Kupers (2014); “Complexity and the Art of Public Policy. Solving Society’s Problems from the Bottom Up”, Princeton NJ: Princeton University Press.
- Cristelli, M., A. Gabrielli, A. Tacchella, G. Caldarelli y L. Pietronero (2013), “Measuring the Intangibles: A Metric for the Economic Complexity of Countries and Products”, *PLoS ONE*, Vol. 8, No. 8.
- Cristelli, M., A. Tacchella y L. Pietronero (2015), “The Heterogeneous Dynamics of Economic Complexity”, *PLoS ONE* |10 (2)
- Fortunato, P, C. Razo y K. Vrolijk (2015), “Operationalizing the Product Space: A Road Map to Export Diversification”, Discussion Paper, No. 21, UNCTAD.
- Gao, J., B. Jun, A. Pentland, T. Zhou, y C. Hidalgo (2017), “Collective Learning in China’s Regional Economic Development”, arXiv.org: <https://arxiv.org/pdf/1703.01369.pdf>
- Gerschenkron, A. (1962), “Economic Backwardness in Historical Perspective: A Book of Essays”, Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Grossman, G. M., y E. Helpman (1991), “Innovation and Growth in the Global Economy”, Cambridge, MA: MIT Press.
- Hausmann, R., C.A. Hidalgo (2011), “The Network Structure of Economic Output”, *Journal of Economic Growth*, 16, pp 309-342.
- Hausmann, R., C.A. Hidalgo, S. Bustos, M. Coscia, A. Simoes, M. Yildirim (2013), “The Atlas of Economic Complexity. Mapping Paths to Prosperity”, CID-Harvard, MIT Media Lab.
- Hausmann R., C.A. Hidalgo, D. Stock y M. A. Yildirim (2014), “Implied Comparative Advantage”, CID Harvard University, Working Paper No. 276, Harvard University.
- Hausmann, R., J. Hwang y D. Rodrik (2007), “What you Export Matters”, *Journal of Economic Growth*, 12, pp 1-25.
- Hausmann, R., y B. Klinger (2009), “Policies for Achieving Structural Transformation in the Caribbean”, Discussion Paper No.IDB-DP-163, Inter-American Development Bank.
- Hausmann, R., y B. Klinger (2006), “Structural Transformation and Patterns of Comparative Advantage in the Product Space”, CID Harvard University, Working Paper No. 128, agosto.

- Hidalgo, C.A. (2015), "Why Information Grows. The Evolution of Order, from Atoms to Economics", New York: Basic Books.
- Hidalgo C.A., y R. Hausmann (2009), "The Building Blocks of Economic Complexity", *PNAS*, 106 (26), pp 10570-75.
- Hidalgo, C. A., B. Klinger, A_L Barabási y R. Hausmann (2007), "The Product Space Conditions the Development of Nations", *Science*, 317 (5837), pp 482-487.
- Hirschman, A. (1958), "The Strategy of Economic Development", New Haven Conn: Yale University Press.
- Imbs, J., y R. Wacziarg (2003), "Stages of Diversification", *American Economic Review*, 93 (1), pp 63-86.
- Klimek, P., R. Hausmann, y S. Thurner, (2012), "Empirical Confirmation of Creative Destruction from World Trade Data", *PLoS ONE* 7(6), e38924.
- Klinger Bailey y Daniel Lederman (2006), "Diversification, Innovation and Imitation inside The Global Technological Frontier", *World Bank Policy Research Working Paper* 3872.
- Kuznets, S. (1966). *Modern Economic Growth*. New Haven CT: Yale University Press.
- Lin, J.Y. (2013). "From Flying Geese to Leading Dragons: New Opportunities and Strategies for Structural Transformation in Developing Countries", en *The Industrial Policy Revolution II. Africa in the 21st Century*, J.E. Stiglitz, J.Y. Lin y E. Patel (eds), New York: Palgrave Macmillan, pp. 50- 70.
- List, F. (1909), "The National System of Political Economy", New York: Longmans, Green & Co.
- Moreno-Brid, J.C. y J. Ros Bosch (2010), "Desarrollo y Crecimiento en la Economía Mexicana. Una Perspectiva Histórica", México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Nefke FMH, M. Henning y RA. Boschma (2011), "How do Regions Diversify over Time? Industrial Relatedness and the Development of New Growth Paths in Regions", *Economic Geography*, 87, pp 237-265.
- Pasinetti, Luigi (1981), "Structural Change and Economic Growth: A Theoretical Essay on the Dynamics of the Wealth of Nations", Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Penrose, ET. (1959), "The Theory of the Growth of the Firm", Oxford UK: Blackwell
- Prebisch, R. (1950), "The Economic Development of Latin America and its Principal Problems", New York: ECLA.
- Pugliese, E., G. Chiarotti, A. Zaccaria, L. Pietronero (2017), "Complex Economies Have a Lateral Escape from Poverty", *PLoS ONE* 12 (1).

- Rodriguez-Claire, A. (2007), "Clusters and Comparative Advantage: Implications for Industrial Policy", *Journal of Development Economics*, 82 (1), pp 43-57.
- Romer, P. (1990), "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, 98 (5), pp. S71-S102.
- Rosenstein-Rodan, P.N. (1943), "Problems of Industrialization of Eastern and South-Eastern Europe", *The Economic Journal*, 53, pp 202-211.
- Tacchella, A., M. Cristelli, G. Caldarelli, A. Gabrielli y L. Pietronero (2012), "A New Metric for Countries' Fitness and Products' Complexity", *Scientific Reports*, pp 2:723.
- Teece, D.J. (1982), "Toward an Economic Theory of the Multiproduct Firm", *Journal of Economic Behavior and Organizations*, 3, pp 39-63.
- Thirlwall, A.P. (2002), "The Nature of Economic Growth. An Alternative Framework for Understanding the Performance of Nations", UK: Edward Elgar.
- Turner, S., P. Klimek, y R. Hanel (2010), "Schumpeterian Economic Dynamics as a Quantifiable Minimum Model of Evolution", *New Journal of Physics* 12, 075029.

Apéndice

Validación del proceso de aprendizaje local

De acuerdo con la teoría del espacio de productos, las economías se vuelven competitivas en nuevas industrias conforme se desarrollan las capacidades requeridas a partir de las existentes.³⁸ El que dicho espacio esté configurado por una red esparcida significa que el grado de sustitución de las capacidades varía de manera importante entre diadas de productos.³⁹ Por esta razón, se hace referencia a un proceso de aprendizaje local cuando un nuevo producto florece en una economía regional al generarse nuevas capacidades mediante la adaptación descentralizada del conocimiento productivo actual.

Para probar que efectivamente la generación local de capacidades ocurre en el proceso de desarrollo económico, Hausmann y Klinger (2006) e Hidalgo *et al.* (2007) plantean el uso de una métrica de densidad con la que cuantifican las proximidades relativas de los productos (nodos) que tienen el potencial de ser producidos competitivamente en el futuro. La métrica de densidad, que se describe en la expresión (1), estima las capacidades compartidas entre un producto que aún no se desarrolla localmente (j) y las asociadas a los productos (i) que forman parte del perfil de exportación de una economía ($X_i = 1$ si $vCR_i > 1$). Por lo tanto, esta métrica se calcula partir de la suma de los coeficientes de proximidad (Φ_{ij}) de los nodos vinculados, la cual se divide entre la sumatoria de todas las proximidades de la red con relación al j -ésimo nodo.

38 Por ejemplo, un país muy competitivo en la producción de manzanas puede tener los recursos y las habilidades (*e.g.*, frigoríficos, fertilizantes, canales de distribución, técnicas agrícolas, *know-how* del mercado) necesarias para incursionar en la producción de peras o mermeladas, pero no para establecer en el mediano plazo una industria farmacéutica sólida.

39 Si dos productos son exportados por un grupo amplio de países es de esperarse que hagan uso de conocimientos productivos similares. Por lo tanto, un indicador que mide la probabilidad de que estos productos sean exportados en tándem es una buena proxy para estimar el grado de proximidad que existe en las capacidades requeridas.

$$\omega_j = \frac{\sum_i X_i \varphi_{ij}}{\sum_i \varphi_{ij}} \quad (1)$$

A manera de interpretación, para $\omega_j = 0.67$ se podría afirmar que el 67% de las capacidades compartidas del nodo j con los productos de la red se asocian al perfil de exportación de la región, por lo que es factible que en años posteriores este producto también pase a formar parte de dicho perfil. De esta manera, entre más grande sea la densidad de un producto más probable es que se produzca una transición en un cierto plazo γ , por ende, que su VCR pase de un valor nulo o insignificante a un valor mayor a uno. Además del nodo, la unidad de análisis que se considera en la literatura para esta métrica es la región y el periodo de tiempo. En un primer ejercicio estadístico de validación se suele plantear que la distribución estimada en t para las observaciones que no se desarrollaron en $t + \tau$ (*i.e.*, aquellas con $VCR_i < 0.5$ en t y $VCR_i < 1$ en $t + \tau$) debe ser diferente y más cargada a la izquierda que la distribución estimada en t para las observaciones que sí lograron desarrollarse (*i.e.*, aquellas con $VCR_i < 0.5$ en t y $VCR_i > 1$ en $t + \tau$); es decir, para densidades altas es mayor la probabilidad de observar episodios de desarrollo (o transición).

A.i. Evidencia a partir de estadísticas descriptivas

Las densidades de los productos están disponibles en el Atlas mexicano para los datos a nivel nacional, por entidad federativa y por zona metropolitana. A continuación se presenta la comparación de las distribuciones estimadas a partir del *kernel* de frecuencias para diferentes plazos (τ) y mediciones del periodo de tiempo (t). Los plazos a considerar son 1, 4 y 8 años (*i.e.*, ‘corto’, ‘mediano’ y ‘largo’ plazo, respectivamente). La teoría sugiere que entre mayor sea el plazo entre un periodo de análisis y otro, mayor es la posibilidad de que las economías aprendan nuevos conocimientos productivos y la transición tenga lugar. Por otra parte,

el periodo de análisis puede corresponder a un solo año, pero en este artículo también se consideran promedios de 3 años, ya que ello permite evitar que las fluctuaciones ruidosas del coeficiente de VCR hagan que un producto se clasifique erróneamente como competitivo cuando se toman periodos muy cortos.

En las Gráficas A.1.a y A.1.b se muestran los *kernels* que se estiman para las distribuciones simples y acumuladas de la métrica de densidad, respectivamente, en las que se hace uso de datos mexicanos agregados a nivel nacional. Estas frecuencias se calculan en primera instancia para plazos medios y con periodos definidos mediante promedios de tres años. De aquí que se establezcan tres periodos trianuales de análisis: 2004/2005/2006, 2008/2009/2010 y 2012/2013/2014, por lo que al excluir un año entre cada uno de estos periodos se habla de dos transiciones potenciales de 4 años definidas a partir de los años intermedios de estos periodos (*i.e.*, del 2005 al 2009 y del 2009 al 2013). Para los periodos iniciales ($t = 2005$ y 2009) se calculan las métricas de densidad con el promedio trianual correspondiente para todas las industrias que no son competitivas en el país ($VCR_i < 0.5$), mientras que la existencia de una transición ($VCR_i > 1$) se determina con los promedios trianuales de la competitividad en $t + 4 = 2009$ y 2013 , respectivamente.

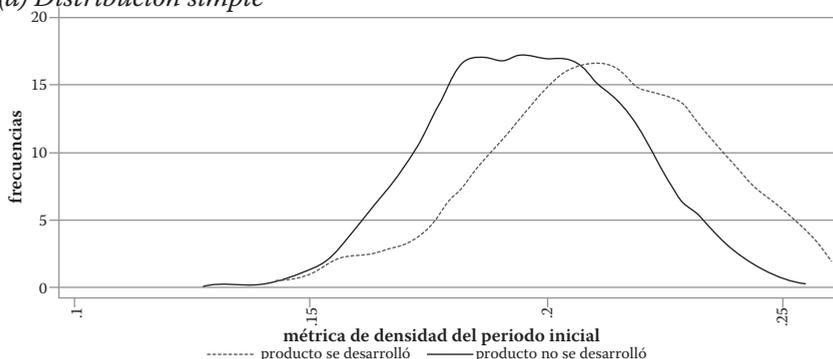
En la primera de estas gráficas se observa que la frecuencia simple que se calcula con los nodos/periodos en los que el producto se desarrolló (línea segmentada negra) se encuentra más alejada del origen en relación con la frecuencia calculada con nodos/periodos en los que no hubo transición (línea roja), con lo que se valida empíricamente el proceso de aprendizaje local para México en su conjunto. Este mismo resultado se aprecia en la segunda de estas gráficas, en donde la distribución acumulada para productos que transitaron tiene una dominación estocástica de primer orden con relación a productos que no se desarrollaron. Este resultado se debe a que en el escenario de transición la probabilidad se acumula más lentamente al incrementarse el valor de la métrica de den-

alidad. En el Cuadro A.1 se muestra que la media de la densidad para el caso de transición es mayor a la que se observa cuando la transición no tuvo lugar (0.211 *versus* 0.197). Cabe también destacar que los eventos de transición son relativamente pocos (29 *versus* 1637), lo que sugiere que el desarrollo orgánico de productos es relativamente lento.

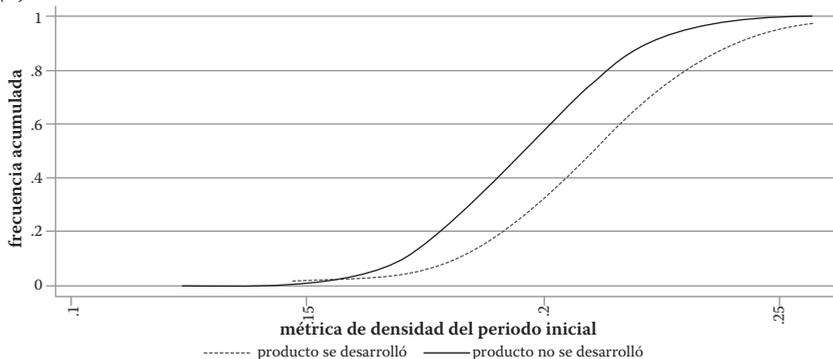
Gráfica A.1

Transiciones potenciales con datos agregados a nivel nacional (periodos trianuales)

(a) *Distribución simple*



(b) *Distribución acumulada*



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

Cuadro A.1

Estadística descriptiva de las transiciones potenciales para México (periodos trianuales, plazos medios)

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Densidad en t con transición	29	0.2115989	0.0225011	0.1572	0.2512333
Densidad en t sin transición	1,637	0.1972159	0.0203229	0.1274667	0.2548

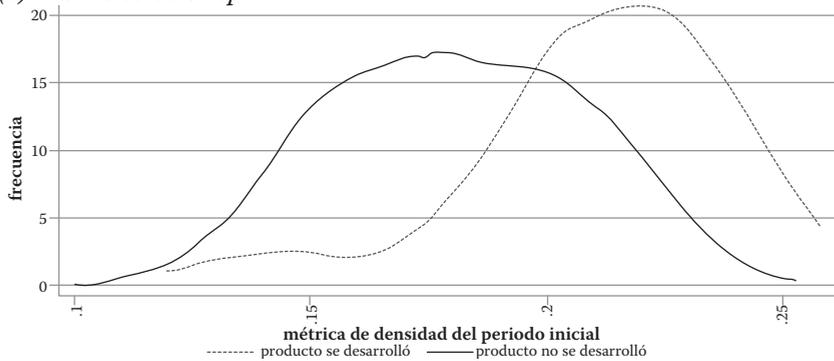
Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

En las Gráficas A.2.a y A.2.b se presentan las distribuciones correspondientes al análisis de transiciones potenciales de largo plazo (8 años). De nueva cuenta las frecuencias observadas, ya sea simples o acumuladas, indican que es más factible que se desarrollen nuevos productos cuando el valor de la métrica de densidad correspondiente es más elevada (línea negra segmentada). De la Gráfica A.2.a destaca el hecho de que las distribuciones de los dos escenarios están más separadas entre sí en comparación a lo que se aprecia en la Gráfica A.1.a. En consecuencia, la evidencia avala el planteamiento teórico que sugiere que cuando los plazos son más largos es más factible que se den las condiciones necesarias para crear capacidades y desarrollar nuevos productos. Resultado que se corrobora con la estadística descriptiva del Cuadro A.2, ya que la diferencia de medias es ligeramente mayor a la que se presenta en el Cuadro A.1 (0.022 *versus* 0.014).

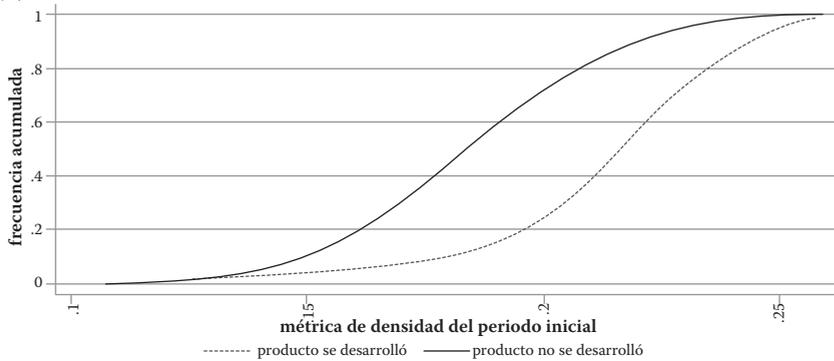
Gráfica A.2

Transiciones potenciales con datos agregados
a nivel nacional (periodos trianuales, plazos largos)

(a) Distribución simple



(b) Distribución acumulada



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*

Cuadro A.2

Estadística descriptiva de las transiciones potenciales para México (periodos trianuales, plazos largos)

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
Densidad en t con transición	30	0.2256333	0.019278	0.1694	0.2512333
Densidad en t sin transición	804	0.204246	0.0196339	0.1475333	0.2548

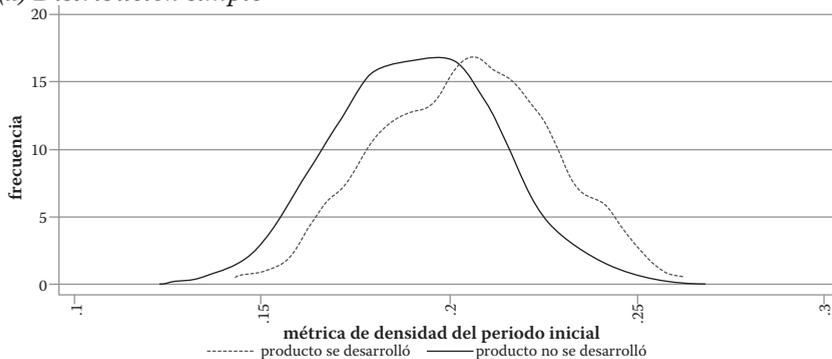
Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

A continuación, este mismo ejercicio se replica en las Gráficas A.3.a y A.3.b con datos agregados a nivel nacional pero ahora para periodos anuales, de tal forma que el número de eventos a estudiar se incrementa de forma sustantiva (ver Cuadro A.3). En la Gráfica A.3.a se presenta la distribución simple para el análisis de las transiciones de corto plazo (*i.e.*, años contiguos), mientras que en la Gráfica A.3.b se muestra la distribución simple para transiciones potenciales de mediano plazo (*i.e.*, 4 años). En ambas gráficas, el resultado es similar dado que las distribuciones estimadas para el escenario de transición se encuentran hacia la derecha de las distribuciones del escenario en que los productos no se desarrollan. Esto también se observa en el Cuadro A.3 de estadística descriptiva, de donde queda claro que la diferencia de medias entre los dos escenarios es un poco mayor cuando se trata de plazos más largos (0.018 *versus* 0.012). Cabe también notar que el número de productos que se vuelven competitivos pasa de 53 a 118 si se deja que trascorra el tiempo entre el corto y el mediano plazo.

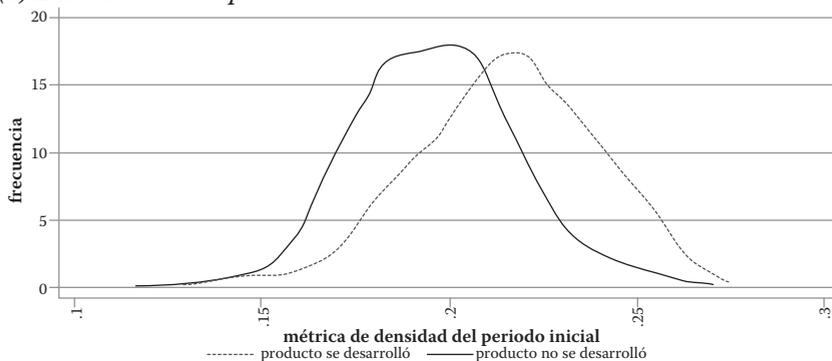
Gráfica A.3

Transiciones potenciales con datos agregados
a nivel nacional (periodos anuales)

(a) Distribución simple



(b) Distribución simple



Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

Para terminar con estos sencillos análisis de estadística descriptiva, en las Gráficas A.4.a y A.4.b se muestra la manera como se modifican las distribuciones simples en los dos escenarios (con y sin transición) cuando se trata de datos agregados a nivel de las entidades federativas. El *kernel* de estas frecuencias se calcula en el corto y mediano plazo para periodos anuales y sin considerar periodos intermedios. Una vez más,

las densidades iniciales asociadas a los episodios de transición presentan una mayor frecuencia para valores relativamente elevados en relación a la que se observa en el escenario donde el producto no se desarrolla. Asimismo, del Cuadro A.4 se desprende que el valor de la media es mayor para el primer tipo de episodios en ambos plazos (0.093 *versus* 0.075 y 0.100 *versus* 0.075), y la brecha entre las medias de los dos escenarios aumenta cuando se consideran plazos más largos (años contiguos *versus* 4 años), aunque no de manera significativa. Dado que el nivel de agregación es menor se incrementa significativamente el número de eventos a analizar y los episodios de transición. En promedio se volvieron competitivos 12.7 productos por año y entidad federativa en el mediano plazo.

Cuadro A.3

Estadística descriptiva de las transiciones potenciales para México (periodos anuales, varios plazos)

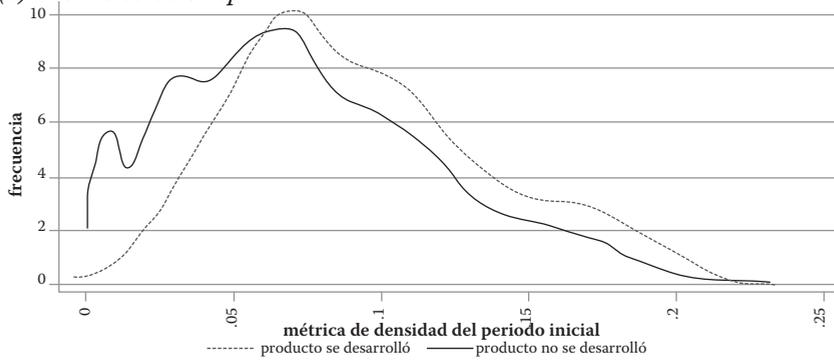
Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
* corto plazo					
Densidad en t con transición	53	0.204417	0.0218794	0.152	0.2545
Densidad en t sin transición	8,333	0.1921571	0.0219209	0.1084	0.2706
* plazo medio					
Densidad en t con transición	118	0.2148534	0.0227052	0.148	0.2671
Densidad en t sin transición	5,748	0.1968369	0.0208371	0.1168	0.2706

Fuente: elaboración propia con datos del Atlas de la Complejidad Económica de México.

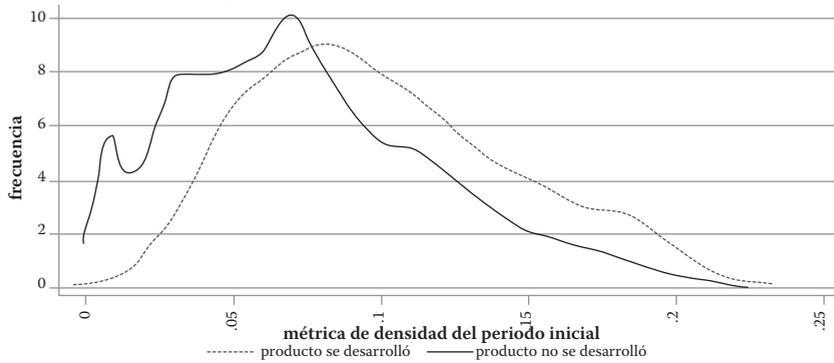
Gráfica A.4

Transiciones potenciales con datos agregados
a nivel estado (periodos anuales)

(a) Distribución simple



(b) Distribución simple



Fuente: elaboración propia con datos del Atlas de la Complejidad Económica de México.

Cuadro A.4

Estadística descriptiva de las transiciones potenciales para entidades (periodos anuales, varios plazos)

Variable	Número de observaciones	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo
* corto plazo					
Densidad en t con transición	2,598	0.0932892	0.0431174	0.0034929	0.2251062
Densidad en t sin transición	351,978	0.0749722	0.0441668	0.0003999	0.2282773
* plazo medio					
Densidad en t con transición	4,082	0.1002662	0.0440135	0.0037	0.219747
Densidad en t sin transición	243,745	0.0754932	0.0442985	0.0003999	0.2282773

Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

A.ii Análisis econométrico

En este apartado se presenta un conjunto de corridas econométricas en las que se estima el impacto de la variable de densidad sobre la probabilidad de que el producto correspondiente se desarrolle en un cierto plazo. En estos modelos *logit* la variable dependiente se define con un valor de uno cuando ocurre un evento de transición y cero en el caso contrario. Estas regresiones se implementan para datos a nivel nacional en periodos trianuales y anuales, y para datos a nivel entidad federativa en periodos anuales; de manera similar a las frecuencias estimadas en los cuatro juegos de gráficas anteriores. En el caso de los datos nacionales, la unidad de observación es el producto/periodo; mientras que en el caso de los datos agregados al nivel de los estados de la República, la unidad de observación es el producto/periodo/entidad.

Al estimar este tipo de modelo, Hausmann *et al* (2014) sugieren que la variable de densidad puede interpretarse como un indicador implícito de la ventaja comparativa del producto en cuestión. Esto se debe a que

los datos del comercio internacional exhiben una correlación espacial en términos de productos exportados en tándem (o coexportaciones), por lo que la competitividad de una industria se relaciona estrechamente con las capacidades que comparte con industrias vecinas del espacio de productos. De esta forma, si un producto no se exporta competitivamente en t , entonces, la probabilidad de volverse competitivo en el futuro cercano crece con su ventaja comparativa implícita (*i.e.*, con el indicador de densidad asociado). Habría que recalcar que este tipo de análisis econométrico permite poner a prueba la teoría de difusión local de capacidades a partir de la topología del espacio de productos.⁴⁰

Además de considerar a la métrica de densidad (w_j) como una de las variables independientes, se incluyen en las regresiones algunos de los siguientes controles: indicadores de complejidad del producto (ICP), complejidad económica (ICE), complejidad potencial de la economía (ICPO) y complejidad potencial del producto (ICPOP). El valor binario de la variable dependiente se determina con los datos del final del periodo ($t + \tau$), mientras que la métrica de densidad y las variables de control se describen con los datos del inicio del periodo (t).⁴¹ De esta manera, la hipótesis nula con la que se pone a prueba la existencia de un proceso de desarrollo (o creación de nuevos productos) mediante la generación local de capacidades no se rechaza cuando el coeficiente asociado a w_j es positivo y estadísticamente significativo. Asimismo, por los argumentos teóricos

40 En este tipo de análisis puede existir un problema de endogeneidad debido a la dificultad para identificar la dirección de causalidad. El desarrollo de una industria en una región puede ser consecuencia de un proceso de aprendizaje local, en el que las capacidades de las industrias establecidas contribuyen a generar el conocimiento tácito que necesita la industria naciente para volverse competitiva. Pero también es posible que la nueva industria sea el resultado de una demanda conjunta por bienes que son complementarios o por bienes que forman parte de una relación insumo-producto, en cuyo caso la proximidad de la diada es una consecuencia y no una causa del desarrollo de productos.

41 El universo de observaciones que se utiliza en las regresiones incluye solamente a aquellas que inicialmente no estaban desarrolladas, *i.e.*, $VCR_t < 0.5$

antes expuestos es esperarse que dicho coeficiente se incremente cuando el plazo del análisis es mayor.

En todos los modelos que se presentan en el Cuadro A.5 los efectos marginales asociados a la métrica de densidad son de signo positivo y estadísticamente distintos de cero, por lo que se corroboran los resultados inferidos con las distribuciones estimadas en el apartado anterior; es decir, a mayor densidad mayor es la probabilidad de observar un evento de transición en los nodos del espacio de productos. Adicionalmente, en todas las comparaciones de plazos, el efecto marginal es mayor en magnitud cuando se trata de periodos de tiempo más largos (modelos 2 *versus* 1, 4 *versus* 3 y 6 *versus* 5). Las variables de control que se incluyen estos modelos son en su mayoría estadísticamente significativas, con la excepción de la complejidad potencial de la región en el modelo 3, y el término cuadrático de la complejidad del producto en los modelos 5 y 6.

El efecto positivo del ICPOP señala que cuando mayor es el valor estratégico de un producto más factible es que ocurra la transición. Este resultado sugiere cierta incidencia positiva de la política industrial dado que difícilmente agentes descentralizados pueden reconocer la valía social de bienes estratégicos. Mientras que el valor negativo del efecto marginal asociado al ICP indica que los productos tienden a desarrollarse menos en la medida en que sean más complejos. En cuanto a los indicadores regionales de complejidad, las mayores oportunidades que enfrenta una economía (ICPO) vienen acompañadas de menores transiciones para nodos particulares quizás porque existen más opciones. En cambio, un incremento en la complejidad económica observada (ICE) implica una mayor probabilidad de transición de un nodo, lo que puede explicarse como consecuencia de que las mayores capacidades disponibles incrementan la posibilidad de que se desarrollen un mayor número de productos.

Cuadro A.5

Efectos marginales en los promedios asociados a las variables del modelo logit correspondiente

Variable	Modelo (1)	Modelo (2)	Modelo (3)	Modelo (4)	Modelo (5)	Modelo (6)
Agregado:	Nacional	Nacional	Nacional	Nacional	Entidad	Entidad
Periodo:	Trianual	Trianual	Anual	Anual	Anual	Anual
Plazo:	4 años	8 años	1 año	4 años	1 año	4 años
Densidad	0.5121	1.1945	0.1710	0.7977	0.2061	0.6046
des. estándar	(0.1121)	(0.2535)	(0.0396)	(.1156)	(0.0098)	(0.0229)
valor- <i>P</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ICPoP	0.0098	0.0173	0.0034	0.0157	0.0027	0.0080
des. estándar	(.0050)	(.007)	(0.0014)	(0.0047)	(0.0006)	(0.0014)
valor- <i>P</i>	0.051	0.013	0.019	0.001	0.000	0.000
ICPO			-0.00005	-0.0003	-0.0002	-0.0006
des. estándar			(0.00004)	(0.0001)	(0.00001)	(0.00003)
valor- <i>P</i>			0.235	0.001	0.000	0.000
ICP					-0.0003	-0.0006
des. estándar					(0.0002)	(0.0003)
valor- <i>P</i>					0.095	0.080
ICP*ICP					-0.00004	-6.92e-06
des. estándar					(0.00003)	(0.00007)
valor- <i>P</i>					0.251	0.922
ICE					0.0023	0.0091
des. estándar					(0.0004)	(0.001)
valor- <i>P</i>					0.000	0.000
No. obser.	1,666	834	8,386	5,866	354,576	247,827
Wald chi ²	10.53	29.55	17.63	41.07	745.51	1214.51
Prob > chi ²	0.005	0.000	0.0005	0.000	0.000	0.000

Notas: Modelos (1, 3, 4, 5 y 6) se estiman con el método de promedios poblacionales (pa en stata), con errores estándar robustos a partir de clústeres (vce(robust) en stata) y suponiendo autocorrelaciones idénticas para los errores (corr(exch) en stata). Modelo (2) se estima con el método de efectos aleatorios (ra en stata).

Fuente: elaboración propia con datos del *Atlas de la Complejidad Económica de México*.

Para terminar esta sección es conveniente recapitular los resultados de Bahar *et al* (2014), quienes argumentan que el aprendizaje de las capacidades requeridas por una industria naciente puede deberse a la presencia de industrias afines en la región, o bien a la transferencia de capacidades provenientes de regiones vecinas en donde la misma industria es com-

petitiva. Sin embargo, también es posible que regiones geográficamente cercanas exhiban una similitud industrial debido a que tienen requerimiento de demandas similares o comparten recursos naturales que son apropiados para cierto tipo de industrias. Este planteamiento resalta, de nueva cuenta, el problema de endogeneidad en que puede incurrir este tipo de análisis para refutar la hipótesis de difusión local de capacidades. Para lidiar con este problema, Gao *et al* (2017) estudian la similitud industrial entre las provincias de China a partir del método de ‘diferencias-en-diferencias’. Los resultados del ejercicio muestran que la introducción de un tren de alta velocidad facilitó la transmisión de conocimiento tácito entre provincias, lo que a la postre hizo posible que sus industrias fueran más afines.