

## PALABRAS CLAVE

Desarrollo económico  
Especialización de la producción  
Diversificación de la producción  
Empresas industriales  
Gobierno municipal  
Zonas urbanas  
Brasil

# Municipios brasileños: economías de aglomeración y niveles de desarrollo en 1997 y 2007

*Eva Yamila da Silva Catela, Flávio Gonçalves y Gabriel Porcile*

**E**l objetivo de este trabajo es analizar la relación entre las economías de aglomeración de tipo Marshall-Arrow-Romer (economías de especialización) y de tipo Jacobs-Porter (economías de diversificación) y el desarrollo desigual de los municipios brasileños, estimado según la productividad del trabajo (medido por el salario medio del trabajador). Para ello se construyeron medidas de especialización con respecto a los años 1997 y 2007. Sobre la base de esos datos se probó empíricamente la relación entre los índices de especialización y diversificación industrial y la productividad mediante regresiones de muestras finitas, que permiten captar la heterogeneidad de los datos. Los resultados confirman la dualidad entre las regiones norte-nordeste y sur-sudeste-centro-oeste, ampliamente documentada en otras investigaciones. No obstante, es necesario analizar esa dualidad teniendo en cuenta que algunas ciudades no se inscriben en la misma dinámica de la región a que pertenecen.

Eva Yamila da Silva Catela  
Profesora de la Universidad Federal de  
Santa Catarina

✉ [evadasilvacatela@gmail.com](mailto:evadasilvacatela@gmail.com)

Flávio Gonçalves  
Profesor Adjunto de la Universidad  
Federal de Paraná

✉ [f.goncalves@ufpr.br](mailto:f.goncalves@ufpr.br)

Gabriel Porcile  
Profesor Adjunto de la Universidad  
Federal de Paraná

✉ [porcile@ufpr.br](mailto:porcile@ufpr.br)

# I

## Introducción

El 80% de la población del Brasil vive en centros urbanos. Esta elevada urbanización está acompañada por una marcada concentración productiva, pues el 90% del producto interno bruto (PIB) se crea en las ciudades (Da Mata y otros, 2007). A su vez, esa concentración se caracteriza por una gran heterogeneidad, tanto desde el punto de vista espacial —en el país, entre regiones y dentro de los estados— como respecto de la dinámica de crecimiento.

De acuerdo con la teoría de los sistemas urbanos (Henderson, 1974; Dixit y Stiglitz, 1977; Rivera-Batiz, 1988; Abdel-Rahman y Fujita, 1990; Krugman, 1991; Anas y Xiong, 2003), una ciudad puede considerarse el resultado estático o dinámico que equilibra dos fuerzas: la fuerza de la aglomeración, que crea beneficios para que las personas y las empresas estén cerca unas de otras, y la fuerza de dispersión, que crea costos vinculados a esta afluencia. La primera de estas tendencias otorga racionalidad a la existencia de las ciudades, mientras que la segunda limita su tamaño. El tamaño óptimo de una ciudad es el resultado de la tensión entre economías de localización, que actúan como fuerza amalgamadora, y la densidad urbana, que tiende a dispersar a la población.

En la literatura se distinguen dos tipos de aglomeración que producen externalidades positivas para la existencia de las ciudades: las externalidades de localización o externalidades Marshall-Arrow-Romer (Abdel-Rahman y Anas, 2004), que surgen de las transferencias de conocimiento dentro de una misma industria o entre industrias complementarias, y las externalidades de urbanización o de Jacobs-Porter, que emergen de la transferencia de conocimientos entre industrias. Estos modelos subrayan la importancia de la diversidad en el incremento de la productividad y la eficiencia económica y sugieren que el crecimiento de un país aumenta en virtud de las características heterogéneas de las ciudades. Las pruebas empíricas indican que las ganancias en materia de eficiencia son relevantes (Quigley, 1998).

El objetivo de este trabajo es presentar algunas características del proceso de especialización y diversificación

de la industria de transformación en los municipios urbanos brasileños. Para ello se construyeron medidas de especialización y diversificación y se clasificaron esos municipios en conjuntos homogéneos en cuanto al tipo de industrialización. Sobre la base de estos datos, se probó empíricamente la relación entre la productividad de las ciudades (medida por el salario medio del trabajador) y las economías de especialización y diversificación industrial en los años 1997 y 2007. Una ventaja de este análisis es la posibilidad de identificar municipios que, si bien pertenecen a estados, regiones o microrregiones diferentes, presentan un patrón de desarrollo similar.<sup>1, 2</sup> Esta identificación se realiza a partir del modelo de aglomeraciones productivas (*clusters*), que permite agrupar observaciones homogéneas dentro de un conjunto de datos heterogéneos. Además de realizar esta agrupación, se estimaron regresiones de muestras finitas. Esta metodología hace posible estimar regresiones con respecto a grupos diferenciados y explícita la heterogeneidad mediante discontinuidades en las relaciones observadas.

Este artículo se divide en siete secciones, incluida esta introducción. En la sección II se abordan los fundamentos teóricos de las economías de aglomeración y su influencia en la productividad de los trabajadores, y se comentan algunas pruebas empíricas. En la sección III se presentan y describen los datos utilizados, mientras que en la sección IV se establecen las medidas de diversificación y especialización utilizadas y se caracteriza brevemente la inserción de los municipios urbanos del Brasil en estas medidas. En la sección V se presenta un análisis multivariante a partir del método de *k*-medias y en la sección VI se detallan los resultados econométricos del modelo de regresión para muestras finitas. En la sección VII se concluye el trabajo con los comentarios finales.

<sup>1</sup> El Brasil está dividido geográficamente en cinco regiones, propuestas por el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) en 1969, a saber: i) región centro-oeste (compuesta por los estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal); ii) región nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia); iii) región norte (Acre, Amazonas, Roraima, Rondônia, Pará, Amapá, Tocantins); iv) región sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, Río de Janeiro, São Paulo); y v) región sur (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul).

<sup>2</sup> Las microrregiones son áreas que agrupan, dentro de un mismo estado, a municipios con características físicas, sociales y económicas de cierta homogeneidad.

□ Los autores agradecen el apoyo de “Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior” (CAPES).

## II

### Externalidades de aglomeración, heterogeneidad de las ciudades y crecimiento económico

¿Cómo influyen las economías de aglomeración y el tamaño de una ciudad en la productividad, el nivel del producto y el bienestar de sus ciudadanos? En esta sección se describen, en primer lugar, las diferentes dimensiones de las economías de aglomeración para revelar las formas en que afectan a la productividad y el crecimiento económico de una ciudad.

Rosenthal y Strange (2004) establecen tres dimensiones de la aglomeración: geográfica, temporal e industrial. La dimensión geográfica se refiere a la existencia de externalidades de aglomeración desde el punto de vista de la distancia. En la literatura se establece que la extensión geográfica de las economías de localización es limitada, es decir, que a medida que la distancia aumenta, las economías de aglomeración se atenúan, como confirman Henderson (2003), y Rosenthal y Strange (2003). Estos autores realizan un análisis del alcance geográfico de las economías de aglomeración. El ambiente de una empresa se establece mediante la construcción de anillos a partir de un centro y de acuerdo con el código postal de la ciudad donde la empresa está localizada. Algunos autores especializados en economía geográfica argumentan que las externalidades positivas limitadas en el espacio afectarían al crecimiento de la economía en general. De este modo, la distribución espacial de la economía tendría un efecto considerable en la actividad económica y el crecimiento de la economía (Baldwin y Martin, 2004).

La dimensión temporal permite examinar los efectos de las condiciones previas de la industria en el crecimiento de la industria actual. Un aspecto clave consiste en determinar si las economías de aglomeración son dinámicas o estáticas. El efecto dinámico se relaciona con los efectos indirectos del conocimiento, dado que la acumulación de conocimientos requiere tiempo y las habilidades de los trabajadores aumentan a medida que este transcurre. De ese modo, el alcance temporal de la aglomeración puede considerarse como un componente histórico. Se espera que las ciudades con mayores niveles de especialización crezcan más lentamente, lo que mostraría que las economías de urbanización son favorables al crecimiento de ellas. Henderson, Kuncoro y Turner (1995) señalan que las características de una ciudad pueden tener repercusiones en su crecimiento

por un período de 20 años o más. Este efecto puede ser directo o indirecto, como acumulación de los efectos directos de corto plazo.

La dimensión del sector manufacturero revela que las aglomeraciones productivas generan rendimientos crecientes en la industria de una ciudad. ¿Cuál es la naturaleza y cuáles son las fuentes de esos rendimientos crecientes producidos por estas aglomeraciones? Marshall (1920) sugiere tres fuentes: i) los aumentos de escala dentro de la empresa al incrementarse la producción; ii) una aglomeración paralela del mercado de trabajo que perfecciona la búsqueda de trabajadores con las habilidades que las empresas necesitan (mercados de trabajo integrados); iii) la existencia de efectos indirectos de los conocimientos dentro de las industrias, que derivan en economías externas de conocimiento para los trabajadores y para las empresas. Entre otras fuentes sugeridas recientemente se destacan los efectos del mercado local.

En la primera de estas fuentes, economías de escala o indivisibilidades dentro de una empresa, se incorpora la racionalidad básica para la existencia de las ciudades. De no existir economías de escala en la producción, sería más ventajoso que las actividades económicas se encontraran dispersas para evitar los costos de transporte. El segundo factor se relaciona con la distribución de insumos en la producción. Krugman (1993) señala que la rápida disponibilidad de trabajadores especializados en áreas metropolitanas puede reducir los costos de las empresas. La tercera razón de la mayor eficiencia económica de las ciudades más grandes obedece a los menores costos de transacción. Desde el punto de vista de la producción, esos costos inferiores derivan de una mejor vinculación entre las habilidades del trabajador y los requisitos del trabajo, que reduce los costos de búsqueda de los trabajadores con habilidades diferenciadas y de las empresas con demanda de trabajo diferenciado. Los menores costos de transacción en las ciudades más grandes suponen también menores costos de búsqueda para los consumidores, ligados a la existencia de aglomeraciones en el comercio minorista.

De ese modo, la dimensión industrial puede clasificarse en economías de especialización (aglomeración dentro de sectores industriales individuales) y economías

de diversificación (aglomeración de diferentes sectores industriales). En primer lugar, la aglomeración genera externalidades del tipo Marshall-Arrow-Romer (Abdel-Rahman y Anas, 2004) o economías de especialización. Las empresas pueden beneficiarse de un mercado de trabajo agrupado, que supondría una minimización de los costos de transacción y comunicación para las empresas de la misma industria. En segundo lugar, la aglomeración de diferentes sectores industriales genera diversidad, que a su vez favorece la fertilización de nuevas ideas. La noción de que la diversidad industrial contribuye directamente a las economías de aglomeración se atribuye a Jacobs (1969) y se denomina externalidad de tipo Jacobs-Porter o economías de diversificación.

Los efectos de las economías de aglomeración en la productividad y el crecimiento económico son objeto de varios estudios empíricos. Henderson (1986) examina los efectos relativos de la especialización y diversificación en la productividad de los Estados Unidos y el Brasil. La diversificación se mide por el empleo total en la ciudad, y la especialización por el empleo en una industria en particular. Los resultados ofrecen pruebas considerables respecto de las economías de especialización y ninguna evidencia de economías de diversificación. En un análisis del alcance geográfico de las economías de aglomeración, Rosenthal y Strange (2003) encuentran sólidas pruebas de especialización.

Al estudiar el grado de especialización del empleo de las ciudades, medido como la parte del empleo en una industria en particular, Henderson, Kuncoro y Turner (1995) analizaron los efectos de la especialización en el crecimiento de ocho industrias, de las cuales cinco se clasificaron como maduras y tres como de alta tecnología. Mientras que en el caso de estas últimas la especialización no tiene un efecto positivo en el crecimiento, este sí se observa con respecto a las primeras.

Estos autores analizan también la importancia de la diversidad para el crecimiento y, en este caso, el efecto en las industrias de alta tecnología es positivo. Rosenthal y Strange (2003) utilizan una medida de diversidad basada en un índice Herfindahl-Hirschman (IHH) y observan que la diversidad influye en el nacimiento de nuevas empresas. Wheaton y Lewis (2002)

identifican un premio salarial en las ciudades con mayor especialización relativa y más alta concentración del trabajo en una industria. Este resultado se relaciona con el hecho de que el trabajo presenta fuertes economías de localización y la existencia de marcados incrementos en la especialización.

Con respecto al Brasil, Galinari y otros (2007) investigan la presencia de economías de aglomeración en el contexto urbano y la manera en que estas gravitan en los salarios urbano-industriales del país. Los autores observan que si bien la década de 1990 se caracterizó por profundos cambios institucionales, estos no fueron suficientes para mitigar la heterogeneidad salarial entre las diferentes regiones. Los mayores niveles de capital humano y concentración industrial resultaron positivos y significativos en la explicación del nivel salarial, mientras que la especialización resultó negativa y también significativamente relacionada. La simple aglomeración de empresas de un mismo ramo en una localidad no es condición suficiente para la generación de economías externas, por lo que los autores concluyen que en economías como la del Brasil la elevada especialización no puede entenderse como la existencia de estructuras competitivas y cooperativas que contribuirían a la existencia de economías de especialización.

Las repercusiones de las economías de aglomeración se reflejan tanto en el tamaño como en la heterogeneidad de las ciudades, conforme con los modelos de Abdel-Rahman (1988) y Fujita (1988). Como se mencionó, las economías de escala proporcionan la razón principal para la existencia de las ciudades. Sin embargo, las economías resultantes de los insumos compartidos en la producción y el consumo y de los costos de transacción menores aumentan con la diversidad de las actividades económicas. Una ciudad más grande tendrá una mayor variedad de bienes de consumo e insumos de producción. Debido a que una mayor variedad incrementa la utilidad y el producto, las ciudades más grandes son más productivas y el bienestar de sus habitantes se acrecienta con el tamaño. Este resultado es verdadero si se trata de empresas monopolísticas y con competencia perfecta (Quigley, 1998).

### III

## Descripción de los datos

Este trabajo se basa en la Relación Anual de Informaciones Sociales del Ministerio del Trabajo y Empleo (RAIS/MTE), que abarca todo el país y contiene datos sobre el establecimiento empleador y el empleado a partir de los vínculos de empleo formalizados en un determinado año-base<sup>3</sup>.

Los datos sobre el empleo utilizados se refieren al número de empleos en las categorías desagregadas a nivel municipal por tipo de actividades económicas —dos dígitos de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE). La información acerca de los ingresos medios del trabajador se refiere al conjunto de salarios mínimos de las ciudades. Los datos de salario mínimo real en los años analizados corresponden al Departamento Intersindical de Estadística y Estudios Socioeconómicos (DIEESE), mientras que los de educación dan cuenta del número de trabajadores con enseñanza básica, media y superior como porcentaje del total de trabajadores de la ciudad.

La principal ventaja de la base de datos de la RAIS/MTE es la elevada desagregación sectorial y geográfica de la información, que permite obtener y procesar directamente los datos desagregados a nivel municipal y en términos sectoriales. Además, presenta un grado bastante alto de uniformidad, que posibilita comparar la distribución de los sectores de actividad económica a lo largo del tiempo.

No obstante esas ventajas, la RAIS/MTE presenta también algunos defectos. El primero de ellos atañe a la cobertura, pues incluye solo las relaciones contractuales formalizadas y carece de información sobre los trabajadores informales, lo que representa un sesgo importante con respecto al mercado de trabajo real. Un segundo problema deriva de la utilización del método de autoclasificación de las propias empresas en la recolección de

los datos primarios, dado que la institución recolectora no verifica la concordancia de los datos con la realidad. La autoclasificación puede tener efectos considerables en los casos de empresas con más de una planta cuyos representantes declaren el volumen de empleo en la misma unidad productiva, generalmente en la matriz, y de empresas con más de un producto que se encuadren solo en la actividad correspondiente a su producto principal. El último defecto se relaciona con la naturaleza declaratoria de la RAIS, que puede provocar distorsiones en el análisis de pequeñas empresas o regiones menos desarrolladas, ya que el número de empresas no declarantes es más elevado en esos casos.

Aquí se utilizaron los datos de la RAIS/MTE sobre el empleo relativos a los años 1997 y 2007. El universo de análisis, conforme con la propuesta de trabajo y las características de la base de datos de la RAIS, se delimitó en dos niveles diferentes. Desde el punto de vista geográfico se utilizaron los municipios urbanos o ciudades de tamaño medio y grande, entendidos como aquellos con más de 50.000 habitantes, según el censo de 2000 del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). Se trata de 524 ciudades de todos los estados del Brasil, que representan el 64% de la población de acuerdo con el mismo censo demográfico. Desde el punto de vista de la actividad económica se utilizó una desagregación sectorial, considerando los sectores industriales de transformación de dos dígitos de la CNAE/95. Estos sectores corresponden a las divisiones 15 a 37, cuya definición se detalla en el cuadro 1.

Los datos referentes al PIB per cápita y a la distancia con respecto a la capital del estado de los diferentes municipios provienen de la base Ipeadata regional del Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA), mientras que los datos de la población corresponden al IBGE<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Esta sección se basa en el trabajo *Identificação, mapeamento e caracterização estrutural de arranjos produtivos locais no Brasil* del Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA) coordinado por Wilson Suzigan (IPEA, 1996).

<sup>4</sup> Los datos están disponibles en línea en [www.ipeadata.gov.br](http://www.ipeadata.gov.br) y <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/>

CUADRO 1

**Brasil: Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), divisiones 15 a 37, año 1995**

División 15	Fabricación de productos alimenticios y bebidas
División 16	Fabricación de productos del tabaco
División 17	Fabricación de productos textiles
División 18	Confección de prendas de vestir y accesorios
División 19	Preparación de cueros y fabricación de artefactos y artículos de cuero
División 20	Fabricación de productos de madera
División 21	Fabricación de celulosa, papel y productos de papel
División 22	Edición, impresión y reproducción de grabaciones
División 23	Fabricación de carbón, refinación de petróleo, elaboración de combustibles
División 24	Fabricación de productos químicos
División 25	Fabricación de artículos de caucho y plástico
División 26	Fabricación de productos de minerales no metálicos
División 27	Metalurgia básica
División 28	Fabricación de productos de metal - excepto máquinas y equipos
División 29	Fabricación de máquinas y equipos
División 30	Fabricación de máquinas para oficina y equipos de informática
División 31	Fabricación de máquinas, aparatos y materiales eléctricos
División 32	Fabricación de material electrónico y de aparatos y equipos de comunicaciones
División 33	Fabricación de equipos de instrumentación para usos médico-hospitalarios
División 34	Fabricación y montaje de vehículos automotores, remolques y carrocerías
División 35	Fabricación de otros equipos de transporte
División 36	Fabricación de muebles e industrias diversas
División 37	Reciclaje

Fuente: Ministerio del Trabajo y Empleo (MTE) del Brasil.

## IV

### Diversidad y especialización industrial en el Brasil

Para analizar la especialización y diversidad de la industria de transformación en las ciudades se deben especificar medidas adecuadas. Autores como Glaeser y otros (1992), y Henderson, Kuncoro y Turner (1995) miden el alcance industrial como la porción de empleo en una determinada industria. La forma más simple de medir la especialización de una ciudad en un determinado sector consiste en dimensionar la participación de cada sector en el empleo local. Si  $s_{ij}$  es la porción de la industria  $j$  en la ciudad  $i$ , se puede definir el siguiente índice de especialización ( $IE$ ):

$$IE_i = \max_j (s_{ij}) \quad (1)$$

Debido a que algunos sectores representan grandes porcentajes del empleo local, es aconsejable utilizar una medida relativa de especialización, dividiendo el índice local por el porcentaje que corresponde al sector en el empleo nacional. El índice de especialización relativa ( $IER$ ) es:

$$IER_i = \max_j (s_{ij} / s_j) \quad (2)$$

donde  $s_j$  es la parte de la industria  $j$  en el empleo nacional.

Una medida común con respecto a la diversidad es el índice de Herfindahl-Hirschman inverso, que se obtiene

por la razón entre uno y la sumatoria del cuadrado de la porción de cada sector en el empleo local. El índice de diversificación (*ID*) está dado entonces por:

$$ID_i = 1 / \sum_j s_{ij}^2 \quad (3)$$

Es importante corregir esta medida en virtud de las diferencias en las participaciones en el empleo sectorial a nivel nacional:

$$IDR_i = 1 / \sum_j |s_{ij} - s_j| \quad (4)$$

El índice de diversificación relativa (*IDR*) será mayor cuando la composición de actividades en la ciudad estudiada se refleje en el patrón de diversidad de la economía nacional. Cabe destacar que medidas de esta forma, especialización y diversificación no son exactamente opuestas y una ciudad puede ser considerada especializada en un sector y diversificada en la generalidad de los sectores.

## 1. Especialización de las ciudades del Brasil

En el cuadro 2 se enumeran las ciudades más y menos especializadas del Brasil en 2007. En el caso de las menos especializadas, se presenta el índice de especialización relativa (*IER*) más alto entre todos los sectores. Entre las

más especializadas, coexisten aquellas especializadas en sectores que dependen de recursos naturales como el tabaco, con otras especializadas en sectores intensivos en capital como máquinas de oficina y equipos de informática, petróleo y otros equipos de transporte.

Otra característica de la especialización es la localización geográfica de los municipios más especializados. El 53% de los 100 municipios más especializados se encuentra en las regiones norte y nordeste del Brasil, que a su vez representan el 35% de los municipios urbanos. En el otro extremo figuran ciudades con *IER* bajo, pues ningún sector tiene un porcentaje de empleo mayor de 2,3 veces el porcentaje nacional para ese sector. Se debe aclarar que en las tres ciudades menos especializadas (en el sector de productos alimenticios y bebidas) el grado de especialización es alto, pero la especialización relativa es baja porque sigue un patrón similar a la especialización del país (en el caso de Viamão, por ejemplo, ese sector representa el 47% del empleo de la ciudad).

## 2. Diversificación

A continuación se presentan las ciudades más y menos diversificadas en la industria. Cabe destacar que 6 de las 10 más diversificadas son capitales de estados. De las 25 ciudades menos diversificadas, 20 pertenecen a las regiones norte y nordeste del Brasil. Las cinco

CUADRO 2

### Brasil: ciudades más y menos especializadas, 2007

Puesto	Ciudad	Sector	Índice de especialización relativa (IER)
1	Poá (SP)	Productos textiles	458,70
2	Santa Cruz do Sul (RS)	Productos del tabaco	168,65
3	Venâncio Aires (RS)	Productos del tabaco	94,36
4	Angra dos Reis (RJ)	Otros equipos de transporte	72,30
5	Lagarto (SE)	Productos del tabaco	71,48
6	Ilhéus (BA)	Máquinas para oficinas y equipos de informática	67,15
7	Vitória de Santo Antão (PE)	Carbón, refinación de petróleo, elaboración de combustibles	47,52
8	Piedade (SP)	Máquinas para oficinas y equipos de informática	43,27
9	Niterói (RJ)	Otros equipos de transporte	40,81
10	Patos (PB)	Productos del tabaco	37,31
.....	.....	.....	.....
521	Catanduva (SP)	Máquinas y equipos	2,35
522	Guarulhos (SP)	Artículos de caucho y plástico	2,31
523	Viamão (RS)	Productos alimenticios y bebidas	2,27
524	Rondonópolis (MT)	Productos alimenticios y bebidas	2,18
525	Mossoró (RN)	Productos alimenticios y bebidas	1,96

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Relación Anual de Informaciones Sociales del Ministerio del Trabajo y Empleo (RAIS/MTE), 2007.

SP: São Paulo. RS: Rio Grande do Sul. RJ: Río de Janeiro. SE: Sergipe. BA: Bahia. PE: Pernambuco. PB: Paraíba. MT: Mato Grosso. RN: Rio Grande do Norte.

menos diversificadas se detallan en el cuadro 3. Solo una ciudad, Angra dos Reis, que se encuentra entre las más especializadas, es también una de las menos diversificadas. Las ciudades más diversificadas (Belo Horizonte, Cuiabá, Recife, Salvador y Río de Janeiro) no presentan índices de especialización altos en ninguno de los sectores considerados.

Una de las características de la diversificación destacada en la literatura es su relación con el tamaño de las ciudades (Duranton y Puga, 2000): las ciudades más grandes tienden a ser más diversificadas. En el gráfico 1 se presenta la relación entre el tamaño de la ciudad, medido sobre la base del empleo total, y el índice de diversificación relativa (*IDR*) ya descrito. Se demuestra que, como se establece en la literatura, la variedad o heterogeneidad industrial racionaliza la existencia de áreas urbanas de mayor tamaño, que pueden obtener más ventajas de las economías de escala e indivisibilidades en la producción.

Si bien existe una correlación positiva entre el tamaño de la ciudad y el *IDR*, esta relación no es relativamente muy marcada (0,58). Esto puede obedecer a que la mayoría de las ciudades tienen un gran componente de empleo en actividades cuyo producto no es comercializable. Otro factor que influye en el resultado es la existencia

CUADRO 3

**Brasil: ciudades más y menos diversificadas, 2007**

Puesto	Ciudad	Índice de diversificación relativa ( <i>IDR</i> )
1	Belo Horizonte (MG)	2,31
2	Feira de Santana (BA)	2,25
3	Londrina (PR)	2,16
4	Cuiabá (MT)	2,14
5	Recife (PE)	2,10
6	Salvador (BA)	2,01
7	Cascavel (PR)	1,99
8	Río de Janeiro (RJ)	1,98
9	Campo Grande (MS)	1,89
10	Ribeirão Preto (SP)	1,84
.....		
521	Santa Cruz do Capibaribe (PE)	0,61
522	Russas (CE)	0,60
523	Paragominas (PA)	0,58
524	Ipirá (BA)	0,55
525	Angra dos Reis (RJ)	0,55

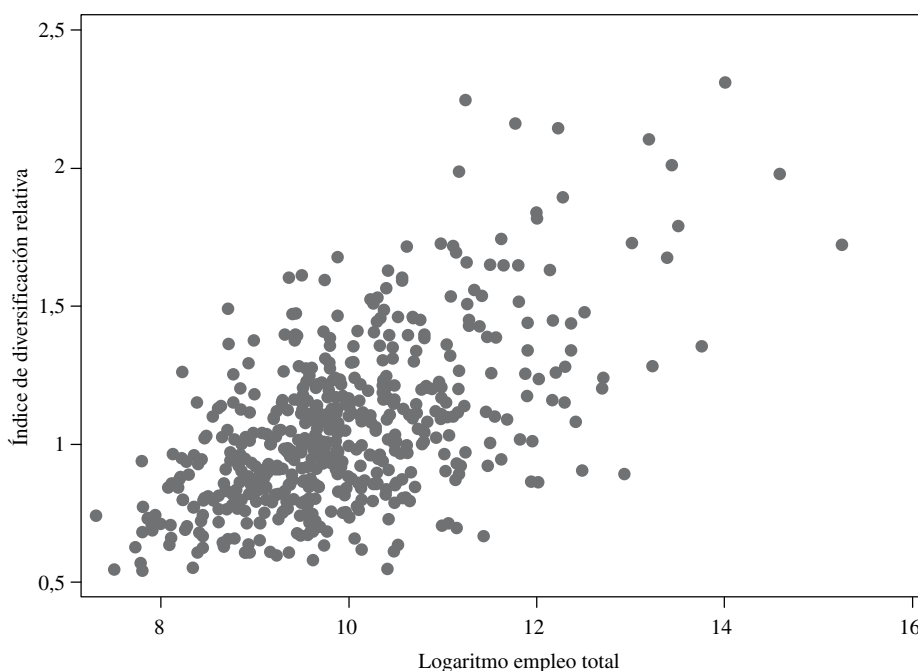
*Fuente:* elaboración propia sobre la base de datos de la Relación Anual de Informaciones Sociales del Ministerio del Trabajo y Empleo (RAIS/MTE), 2007.

MG: Minas Gerais. BA: Bahia. PR: Paraná. MT: Mato Grosso. PE: Pernambuco.

RJ: Río de Janeiro. MS: Mato Grosso do Sul. SP: São Paulo. CE: Ceará. PA: Pará.

Gráfico 1

**Brasil (ciudades seleccionadas): relación entre tamaño y diversidad, 2007**



*Fuente:* elaboración propia sobre la base de datos de la Relación Anual de Informaciones Sociales del Ministerio del Trabajo y Empleo (RAIS/MTE), 2007.



de grandes ciudades bastante especializadas en relación con su tamaño, entre ellas Manaus (especializada en la fabricación de material electrónico y de aparatos y equipos de computación), y de ciudades pequeñas altamente diversificadas (Itajaí, São José y Palhoça en Santa Catarina). Este resultado es coherente con otras

pruebas empíricas que muestran la manera en que las ciudades en el vértice de la jerarquía de tamaño se caracterizan por una estructura industrial diversificada, mientras que las demás son más especializadas a medida que el tamaño disminuye (Abdel-Rahman y Anas, 2004).

## V

### Agrupación de los municipios brasileños según tamaño, especialización y diversificación

Mediante un análisis multivariante que tiene en cuenta la similitud de las respuestas, se procura determinar algunas características específicas de los componentes homogéneos dentro de la población de municipios heterogéneos y establecer grupos a partir de datos multivariados, como los índices de especialización, diversificación y tamaño de la ciudad, medidos según el empleo total en la ciudad.

El análisis multivariante comprende dos pasos: i) seleccionar el algoritmo para agrupar los datos; y ii) seleccionar un criterio para elegir el número óptimo de grupos. Con respecto al primero, el método de *k*-medias, que consiste en un algoritmo de agrupación propuesto por MacQueen en 1967, es el más conocido y aplicado. Este algoritmo requiere que los datos estén compuestos por variables numéricas, pues una parte del proceso se basa en el cálculo de las medias. El método de *k*-medias es una técnica no jerárquica para agrupar elementos por medio de un proceso más flexible, en el sentido de que un ítem asignado inicialmente a un grupo puede ser reasignado diversas veces en el curso del proceso de agrupación. En términos precisos el algoritmo *k*-medias consiste en —dado un conjunto de  $n$  puntos en el espacio real  $d$ -dimensional  $R^d$  y un número entero  $k$ — definir los  $k$  conjuntos de puntos en  $R^d$  que minimicen la distancia media cuadrada de cada punto al centroide del conjunto más próximo.

Este procedimiento consiste en asignar cada observación al grupo cuyo centroide presenta mayor similitud con el vector de valores observados. De manera simplificada, el procedimiento consta de tres pasos: i) dividir los elementos en  $k$  conglomerados iniciales; ii) asignar cada elemento al conglomerado cuyo centroide esté más próximo y recalcular el centroide del conglomerado que

recibió el elemento y de la aglomeración que lo perdió, y iii) repetir el segundo paso hasta que ningún nuevo arreglo de los elementos sea posible.

En los procedimientos no jerárquicos es necesario especificar el número inicial de grupos y elegir, sobre la base de un criterio apropiado, el número óptimo de grupos. El criterio utilizado es el índice de Calinski y Harabasz (1974). En este procedimiento se supone como dada la cantidad de grupos  $k$ . A partir de ese número de grupos  $k$ , la base de datos se divide entre ese número y se realiza, aleatoriamente, una distribución equitativa de los puntos en cada grupo formado. Después de esta división en  $k$  grupos, se verifica a qué grupo pertenece cada punto a partir de la distancia entre el punto y el centro de cada grupo. El grupo que presenta la menor distancia recibe ese punto. Cuando un punto cambia de grupo se realiza un nuevo cálculo de su centro. Para formar los grupos, en el algoritmo se agrupan elementos de acuerdo con su proximidad, sobre la base de dos premisas: obtener la máxima semejanza entre los elementos del mismo conglomerado y la máxima desemejanza entre conglomerados diferentes. Para seleccionar el número más adecuado de aglomeraciones dentro de la técnica de *k*-medias a partir de la matriz de datos de los atributos de un objeto, los autores proponen el siguiente índice, llamado índice *CH*:

$$CH = \frac{B^*(n-k)}{W^*(k-1)} \quad (5)$$

donde  $n$  es el número de puntos y  $k$  es el número de grupos. Las matrices  $B$  y  $W$  se obtienen mediante las siguientes fórmulas:

$$W = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

El valor de  $W$  es la su-

matoria de los cuadrados de las distancias de los puntos al centro del grupo al que pertenecen, donde  $X_{ij}$  es el  $j$ -ésimo punto del grupo  $i$ ,  $\bar{X}_i$  es el centro del grupo (media de los puntos al centro del grupo), y  $n_i$  es la cantidad de puntos que están en el grupo  $i$ .

$$T = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X})^2$$

$T$  es la sumatoria de los

cuadrados de las diferencias de cada punto de toda la base de datos y el centro de toda la base, representado por  $\bar{X}$ .

$$B = T - W \sum_{i=1}^k n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

El valor de  $B$  puede ob-

tenerse por la diferencia entre  $T$  y  $W$ , que es la sumatoria de los productos entre el número de puntos de toda la base y los cuadrados de las diferencias entre el centro de toda la base y el centro de cada grupo.

El modelo de selección heurística de Calinski y Harabasz consiste en efectuar dos pasos: i) determinar el valor del índice  $CH$  de todas las soluciones de grupos entre las que se desea elegir; y ii) seleccionar la solución con mayor índice  $CH$ .

Al considerar las tres variables señaladas, la aplicación del criterio de Calinski y Harabasz permitió establecer un número óptimo de dos grupos (véase el cuadro 4). Con estas dos aglomeraciones, la pseudo- $F$  de este criterio tiene un valor máximo de 407,66.

En el cuadro 5 se describen las características de las aglomeraciones obtenidas. La aglomeración 1 es la de mayor peso, pues comprende 355 de los 524 municipios de la muestra. Los 169 municipios restantes corresponden a la aglomeración 2. La aglomeración 1 presenta el mayor  $IER$  y el menor  $IDR$ , y su tamaño con respecto al empleo total en la ciudad es 10 veces menor que el de la aglomeración 2. No obstante, las características de la aglomeración 2 denotan que incluso cuando existen

CUADRO 4

#### Criterio Calinski-Harabasz para determinar el número óptimo de grupos

Número de grupos	Seudo-F Calinski-Harabasz
2	407,66
3	369,39
4	363,39
5	332,32

Fuente: elaboración propia sobre la base de los resultados del análisis multivariante con el método de  $k$ -medias.

sólidas pruebas de la existencia de una relación marcada y positiva entre diversificación, especialización y tamaño de la ciudad, esto no es así debido a la heterogeneidad de las ciudades en el Brasil, al coexistir en esta aglomeración los grandes centros urbanos del estado de São Paulo y todas las capitales de los estados, pero también ciudades más pequeñas cuyo patrón de industrialización es similar al de estas ciudades, entre ellas Simões Filho (Bahia), Araras (São Paulo), Colombo (Paraná), Pouso Alegre (Minas Gerais), Várzea Grande (Mato Grosso), y otras ciudades que si bien tienen un tamaño relativamente grande, presentan un bajo nivel de diversificación y un alto grado de especialización, como por ejemplo Chapecó (Santa Catarina).

De este modo, es posible concluir que el análisis multivariante confirma la existencia de heterogeneidad y que esta no se explica solo por el tamaño de la ciudad —medido por el empleo total—, sino también por las características de la industria de la ciudad considerada. De esta forma, se vuelve necesaria la utilización de una metodología adecuada que capte la riqueza de los datos heterogéneos. En la sección siguiente se procede a definir y estimar una regresión para muestras finitas y otra que tiene en cuenta los cuantiles dentro de la distribución, que explicitan la heterogeneidad identificada por el análisis multivariante.

CUADRO 5

#### Características de las aglomeraciones

Aglomeración	Frecuencia	Peso	Índice de diversificación relativa (IDR)	Índice de especialización relativa (IER)	Tamaño
1	355	67,75	0,95	7,57	13 182
2	169	32,25	1,26	5,81	149 266

Fuente: elaboración propia sobre la base de los resultados del análisis multivariante con el método de  $k$ -medias.

## VI

## Regresión para muestras finitas

En esta sección se aborda el problema de estimar un modelo de regresión en conformidad con la hipótesis de que los datos se generan a partir de una función de densidad de muestras finitas, caracterizada por valores de parámetros diferentes para cada componente (o grupo) dentro de la distribución. Debido a que la estimación sobre la base de la hipótesis de densidad de probabilidad simple puede producir parámetros sesgados, es preferible modelar la distribución estadística a partir de una mezcla de otras distribuciones, controlando así la heterogeneidad en la muestra.

En el análisis multivariante se demostró que existe heterogeneidad entre los municipios y que esta requiere un tratamiento particular de los datos. Para reforzar esa justificación se utiliza el criterio de información bayesiano, que permite establecer el mejor modelo para ajustar los datos comparando entre un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (un componente) y distintos modelos de muestras finitas (dos y tres componentes)<sup>5</sup>.

Mediante los análisis estadísticos tradicionales no se logra explicar la heterogeneidad no observada; en este caso, las diferencias individuales en cuanto a la respuesta respecto del salario medio de los municipios en relación con el tipo de industrialización que estos presentan. El modelo de muestras finitas permite estimar el efecto de la especialización y diversificación en el salario medio, teniendo en cuenta grupos de municipios que responden en forma diferente a la media.

¿Cómo reaccionan los municipios al tipo de especialización y diversificación que presentan? ¿Lo hacen de un solo modo o en forma diferente? ¿Cómo se puede estudiar su comportamiento en este último caso? ¿Es posible clasificar a los municipios en grupos dentro de los cuales se podrían hacer inferencias sobre el comportamiento común? Estas preguntas evidencian que el argumento sobre la heterogeneidad entre los municipios es de fundamental importancia para entender los efectos del tipo de industrialización (especializada/diversificada) en el nivel de salario medio.

El método más común para controlar la heterogeneidad en un panel de datos consiste en incluir variables

ficticias para controlar las diferencias entre los salarios medios, pero este control no se basa en diferencias de los efectos marginales de los regresores. Otra alternativa radica en encontrar grupos de observaciones para los cuales el proceso sea similar, pero este proceso requiere que se elijan a priori niveles de salario medio, e incluso de ese modo municipios con diferentes procesos de integración a la industria pueden convivir en el mismo grupo.

En contraste con estos enfoques, se propone una metodología basada en los datos para estimar múltiples procesos de crecimiento del salario medio. En los modelos estimados los municipios se seleccionan a partir de semejanzas en sus distribuciones condicionales al proceso de crecimiento del salario medio.

Las aplicaciones del modelo de muestras finitas en econometría incluyen, entre otros, los trabajos seminales de Heckman y Singer (1984) (referente al mercado de trabajo); Deb y Trivedi (1997); y Bago D'Uva (2006) (respecto de la economía de la salud); Alfo, Trovato y Waldman (2008); Deb y otros (2009).

En el contexto del debate desarrollado, la utilización del modelo de distribución de muestras finitas normales es un instrumento que permite, sobre la base de los datos de las variables de especialización y diversificación industrial, determinar diferentes intensidades de respuesta de la variable endógena (ingreso medio del trabajador) sin tener que separar los grupos en forma arbitraria (por ejemplo, municipios grandes, medianos y pequeños).

La estrategia de estimación supone la evaluación del número de grupos que admiten los datos<sup>6</sup>. De ese modo, se verifica si los datos se ajustan mejor a una

<sup>5</sup> En caso de rechazo del modelo de tres componentes, no es necesario analizar modelos de mayor cantidad de grupos.

<sup>6</sup> Para confirmar la heterogeneidad de las relaciones entre economías de aglomeración y productividad se estimó también un modelo de regresión cuantílica. Dentro de esta técnica, además de no requerir del supuesto básico de mínimos cuadrados de errores homocedásticos (o gaussianos), la información es mayor, pues permite estimar la distribución condicional de la variable dependiente por medio de los cuantiles de la distribución. Se puede obtener una regresión para cada cuantil de interés en contrapartida a mínimos cuadrados ordinarios (MCO), que brinda solo la media de la distribución. Los resultados de la regresión confirman la heterogeneidad de los datos. Se presentan solo los resultados de la regresión de muestras finitas, porque se considera que este método trata mejor la heterogeneidad entre los grupos, caracterizada por la falta de linealidad y no por un proceso continuo de alteración entre las variables de interés.

regresión de un componente (mínimos cuadrados ordinarios) o si es recomendable aplicar una regresión para muestras finitas, es decir, si el grado de heterogeneidad de los datos justifica una metodología diferenciada, que tenga en cuenta distintos grupos. De ser así, se deberá también determinar cuántos grupos admiten los datos dentro de la regresión de muestras finitas. Es necesario utilizar un criterio en que se seleccione el número de grupos adecuado a los datos, el criterio de información de Schwartz (*BIC*), que se obtiene de la siguiente manera:

$$BIC = -2 \log(L) + K \log(N) \quad (6)$$

donde  $L$ ,  $K$  y  $N$  son los logaritmos de la probabilidad maximizada, el número de parámetros y las observaciones, respectivamente. El modelo elegido es aquel con el menor valor del *BIC*, considerando también que en algunos casos los componentes adicionales pueden mostrar simplemente valores atípicos en los datos.

El modelo de regresión de muestras finitas se define a partir de una familia de funciones de densidades paramétricas, como se explica a continuación (Khalili y Chen, 2007). Formalmente,  $Y$  es la variable-respuesta de interés y  $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$  el vector de covariables que afectan  $Y$  y  $\Omega = \{f(y; \theta, \phi); (\theta, \phi) \in \Theta \times (0, \infty)\}$  es una familia de funciones de densidad paramétricas de  $Y$  en relación con una muestra finita, donde  $\Theta \subset \mathfrak{R}$  y  $\phi$  es el parámetro de dispersión. Podemos decir, entonces, que  $(x, Y)$  sigue un modelo de regresión de muestras finitas de orden  $K$  si la función de densidad condicional de  $Y$  dada  $x$  tiene la siguiente forma:

$$f(y; x, \Psi) = \sum_{k=1}^K \pi_k f(y; 0_k(x), \phi_k) \quad (7)$$

con  $0_k(x) = h(x^T \beta_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$  y para  $\Psi = (\beta_1, \beta_2, \dots, \phi, \pi)$  con  $\beta_k = (\beta_{k1}, \beta_{k2}, \dots, \beta_{kp})^T$ ,  $\phi = (\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_k)^T$ ,  $\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{K-1})^T$  de modo que  $\pi_k > 0$  es  $\sum_{k=1}^K \pi_k = 1$

La función densidad puede tomar diferentes formas paramétricas, entre ellas de los binomios normal y de Poisson, identificables bajo ciertas condiciones (Titterington, Smith, Markov, 1985). En este caso se utilizó la función normal.

El modelo de regresión para muestras finitas que ha de estimarse puede escribirse de la siguiente manera:

$$y_{ik} = \alpha_k + \beta_{1k} ier_{ik} + \beta_{2k} idr_{ik} + \beta_{3k} dist_{ik} + \beta_{4k} tam_{ik} + \beta_{5k} edu_{ik} + u_{ik} \quad (8)$$

donde  $y_{ik}$  es el ingreso medio del trabajador del municipio  $i$  en el componente  $k$ ;  $\alpha_k$  es el intercepto para el componente  $k$ ,  $ier_{ik}$  es el logaritmo del índice de especialización relativa para el municipio  $i$  en el componente  $k$ ,  $idr_{ik}$  es el logaritmo del índice de diversificación relativa para el municipio  $i$  en el componente  $k$ ,  $dist_{ik}$  es el logaritmo de la distancia de la ciudad de la capital del estado,  $tam_{ik}$  es el tamaño de la ciudad, utilizando como valor sustitutivo el logaritmo de la densidad poblacional,  $edu_{ik}$  es la cantidad de trabajadores con enseñanza básica, media y superior como porcentaje del total de trabajadores de la ciudad,  $u_{ik}$  es el término de error cuya variancia  $\sigma_{ik}^2$  se supone normal y homocedástica dentro de los componentes, pero posiblemente heterocedástica entre componentes.

En el cuadro 6 se presenta el criterio de calidad de ajuste (*BIC*) para los modelos: i) de un componente, que corresponde a una estimación de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) considerando errores robustos, ii) de dos componentes y, iii) de tres componentes (que corresponden a estimaciones mediante un modelo de muestras finitas (MMF)). Debe recordarse que cuanto menor sea el valor del *BIC*, mejor se ajustarán los datos al modelo probado.

Como se puede observar a partir de los resultados del cuadro 6, el criterio de información *BIC* determina la elección de dos componentes. Otro criterio que confirma este resultado es que el tercer componente representa solo el 1% de los municipios, que además de ser poco representativo no conlleva ninguna diferencia en los coeficientes estimados. Este resultado concuerda también con el número de grupos estimados en el análisis multivariante mediante el criterio de Calinski y Harabasz.

Los resultados revelan que la heterogeneidad de los municipios supone una bimodalidad cuando se consideran estas variables para realizar la regresión. Esta bimodalidad se encuentra también en otros estudios. Por

CUADRO 6

**Criterios de información de Schwartz (*BIC*) para regresión de distintos números de componentes**

Modelo	<i>BIC</i>
Mínimos cuadrados ordinarios - un componente	755,70
Modelo de muestras finitas - dos componentes	606,13
Modelo de muestras finitas - tres componentes	622,99

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos de la Relación Anual de Informaciones Sociales del Ministerio del Trabajo y Empleo (RAIS/MET), 1997 y 2007, y de la Ipeadata del Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA).

ejemplo, Laurini, Andrade y Pereira (2003) constatan la existencia de dos grupos de ingresos entre los municipios del Brasil en el período 1970-1996: un grupo de bajos ingresos, constituido por los municipios de las regiones norte y nordeste, y otro de altos ingresos, formado por los municipios de las regiones centro-este, sur y sudeste. El trabajo de Chein, Lemos y Assunção (2007) representa un avance en el estudio del desarrollo desigual dentro de regiones consideradas homogéneas. Los autores construyen vectores de atributos a partir del análisis factorial de diferentes unidades territoriales. Los resultados confirman la alta concentración de zonas excluidas en el norte y el nordeste y la existencia de zonas que presentan otra dinámica dentro del mismo espacio. De la misma forma, los espacios de las macrorregiones más desarrolladas tampoco son homogéneos, pues dentro de ellas se observan regiones de menor desarrollo. La metodología de muestras finitas permite observar que incluso dentro de las regiones norte y nordeste existen algunos municipios que presentan características diferenciadas, y que otras

ciudades pertenecientes a regiones de altos ingresos se insertan en el grupo de menor productividad, como se analiza a continuación.

Los resultados que figuran en el cuadro 7 corresponden a la regresión que tiene como variable dependiente el salario real medio por trabajador de cada municipio. Las economías de diversificación y especialización resultan positivas en todos los casos.

Dentro del grupo de menor salario real medio por trabajador (grupo 1) prevalecen las ciudades de las regiones norte y nordeste, mientras que Minas Gerais es el estado con más ciudades en este grupo entre los estados de las regiones sur y sudeste.

El grupo 2 corresponde al mayor salario real por trabajador (1.300 reales, considerando el valor del salario mínimo de 2007). El coeficiente de especialización relativa de este grupo es mayor que el coeficiente de diversificación y se observa un coeficiente de educación positivo y significativo. En el caso del grupo 1, las economías de diversificación resultan mayores y

CUADRO 7

**Brasil: estimación de regresión con muestras finitas para dos grupos de municipios, 1997 y 2007**

Variable dependiente: ingresos medios reales del trabajador (y)	MCO	Grupo 1	Grupo 2
Intercepto	3,5493 <sup>a</sup> (0,0641)	4,4964 <sup>a</sup> (0,0964)	3,2651 <sup>a</sup> (0,0959)
Índice de especialización relativa (IER)	0,0386 <sup>a</sup> (0,0167)	0,0371 (0,0257)	0,0646 <sup>a</sup> (0,0264)
Índice de diversificación relativa (IDR)	0,2303 <sup>a</sup> (0,0483)	0,4730 <sup>a</sup> (0,0602)	0,0073 (0,0047)
Distancia de la capital	-0,0420 <sup>a</sup> (0,0061)	-0,0510 <sup>a</sup> (0,0094)	-0,0494 <sup>a</sup> (0,0108)
Educación	1,8724 <sup>a</sup> (0,0651)	0,1145 (0,1094)	2,4574 <sup>a</sup> (0,0838)
Tamaño de la ciudad	0,0203 <sup>a</sup> (0,0057)	0,0135 <sup>b</sup> (0,0075)	0,0184 <sup>c</sup> (0,0084)
Proporción de la muestra (en porcentajes)	100,00	46,94	53,05
R <sup>2</sup>	0,5872		
Media de y (en reales)	1 150,40	991,80	1 295,80
Número de observaciones	1 039		1 039

*Fuente:* elaboración propia sobre la base de datos de la Relación Anual de Informaciones Sociales del Ministerio del Trabajo y Empleo (RAIS/MET), 1997 y 2007, y de la Ipeadata del Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA).

Nota: Errores estándar robustos (entre paréntesis).

<sup>a</sup> Significativo a nivel del 1%.

<sup>b</sup> Significativo a nivel del 10%.

<sup>c</sup> Significativo a nivel del 5%.

MCO: Mínimos cuadrados ordinarios.

significativas, mientras que el coeficiente de trabajadores con educación formal como porcentaje del total de trabajadores no es significativo.

Es interesante destacar que la importancia de la especialización y la diversificación se invierte en los dos grupos: la diversificación es relevante cuando los ingresos son menores, mientras que la especialización es significativa en el grupo de mayores ingresos. Esto podría explicarse porque la especialización en los niveles de ingresos bajos probablemente tiene lugar en actividades de escaso contenido tecnológico y con poca capacidad de generar aprendizaje. En este sentido, la incorporación de actividades nuevas supondría un cambio estructural hacia actividades más intensivas desde el punto de vista de las capacidades. Por el contrario, es probable que cuando los ingresos sean más elevados las actividades ya tengan un mayor contenido de conocimientos y el aprovechamiento de los más altos rendimientos mediante la especialización produzca las mayores repercusiones.

Se confirma la bimodalidad encontrada en otros estudios, generalmente vinculada a la dicotomía entre el norte-nordeste y el sur-sudeste en el Brasil. No obstante, esta dicotomía se rompe en el caso de las ciudades que pertenecen a una región pobre o rica, pero no presentan el mismo patrón de esa región. Por ejemplo, en el estado de Minas Gerais, de la región sudeste, se encuentran varias ciudades que corresponden al grupo 1 (relativamente más pobre), mientras que algunas ciudades de las regiones norte y nordeste (sobre todo las capitales de los estados y otras ciudades como Camaçari, Coari y Manacapuru), pertenecen al grupo 2 (relativamente más rico).

El tamaño de la ciudad presenta el signo esperado. El mayor tamaño se relaciona con salarios reales más elevados y esto ocurre debido al aprovechamiento de ambos tipos de economías de aglomeración, ya sea mediante los mayores encadenamientos industriales (economías de diversificación) o por el mejor funcionamiento de la relación de búsqueda y emparejamiento en el mercado de trabajo, dado que la mayor escala estimula a los trabajadores a especializarse en cierto tipo de actividades (economías de especialización).

Cabe destacar el diferencial de los coeficientes de educación de los dos grupos. En el primer grupo el número de trabajadores educados formalmente (como porcentaje del total de trabajadores) no tiene una influencia significativa en el salario pagado. Por el contrario, en el segundo grupo de trabajadores relativamente mejor pagados, el coeficiente es muy significativo ( $t = 29,32$ ). Esto ratificaría que la inversión en educación es una forma de aumentar la productividad del trabajo, que a su vez generará un círculo virtuoso de

mayor productividad —mayores rendimientos— mayor consumo —mayor desarrollo local— mayor desarrollo nacional. Sin embargo, para que estas inversiones se concreten es necesaria la existencia de capital físico complementario al capital humano, de manera de mantener a los trabajadores en el municipio después de formados. La insignificancia estadística en el primer grupo puede reflejar una baja complementariedad para los trabajadores más calificados, que los conduciría a emigrar a regiones con mayores complementariedades y, por ende, oportunidades.

Los resultados de la estimación de mínimos cuadrados ordinarios confirman los hallazgos de Galinari y otros (2007), quienes sugieren que las ciudades con alta concentración industrial sin una marcada especialización productiva están sujetas a externalidades de escala de urbanización, pero que las economías de especialización no se presentan o son muy débiles. De acuerdo con los autores, este último resultado indica que la aglomeración de empresas del mismo ramo en una localidad no es condición suficiente para la generación de economías externas. Si bien esta afirmación es cierta con respecto al 60% de los municipios de la muestra de este trabajo, al considerar la estimación de muestras finitas las economías de especialización están presentes y son positivas y significativas en la explicación del nivel de ingresos medios de los trabajadores y del PIB per cápita de los municipios restantes. De ese modo, un método de estimación en que se tiene en cuenta la diversidad de la muestra puede ayudar a identificar influencias de las variables que no son captadas por otros métodos.

La existencia de economías de especialización concuerda con el resultado obtenido por Wheaton y Lewis (2002), que muestran que el empleo presenta marcados aumentos de especialización. Los autores encuentran también poca evidencia de economías de diversificación, que es el resultado de nuestro grupo 2, al que corresponde el mayor salario real medio del trabajador. En este grupo se destacan las grandes metrópolis como São Paulo, Río de Janeiro, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba y otras capitales menores que presentaron un gran dinamismo en el período de referencia, como Palmas (Tocantins) y Rio Branco (Acre), pero también ciudades medianas cuyo fortalecimiento se refleja en el proceso de desconcentración de la producción y de la población en el territorio nacional, como es posible observar en el trabajo de IPEA/IBGE/UNICAMP (2002). En este grupo se pueden citar las grandes ciudades de São Paulo, Florianópolis (Santa Catarina), Maringá (Paraná), Londrina (Paraná), Canoas (Rio Grande do

Sul), Caxias do Sul (Rio Grande do Sul), entre otras. Pertenecen a este grupo las ciudades del petróleo como Macaé (Río de Janeiro) y Coari (Amazonas) y ciudades con integración productiva entre la industria y el sector agropecuario como Uberlândia (Minas Gerais), São José do Rio Preto (São Paulo) y Rondonópolis (Mato Grosso)<sup>7</sup>.

En síntesis, se encontraron dos patrones diferentes en la relación entre economías de aglomeración y salario del trabajador con respecto a los 524 municipios de la muestra. El primer grupo corresponde a los municipios de salario medio más bajo por trabajador, respecto de los cuales las economías de especialización son poco importantes, lo que evidenciaría la existencia de aglomeraciones productivas poco sofisticadas y de encadenamientos débiles, pero que se compensan al aprovechar las economías de diversificación. Tales municipios podrían adscribirse a un modelo de país en desarrollo. El segundo grupo lo integran municipios de salarios medios más elevados, que corresponden a un modelo de país desarrollado, con economías de especialización positivas y significativas y débiles economías de diversificación. Este resultado puede evaluarse a la luz de los resultados del modelo

de Mori y Turrini (2005). Los autores muestran que, en la localización de los trabajadores, las configuraciones simétricas no pueden ser estables y la desigualdad regional es inevitable. Los trabajadores relativamente más habilidosos se establecen en lugares con mayores ingresos agregados y habilidades, mientras que aquellos con menores habilidades relativas permanecen en las otras ciudades. De ese modo, las desigualdades entre las regiones se traducen en desigualdades en las habilidades entre las personas.

La poca significación del coeficiente de diversificación relativa en el 40% de los municipios pone en evidencia la necesidad de diferenciar entre economías de diversificación basadas en “variedad relacionada” y “variedad no relacionada” (Frenken, Van Oort y Verburg, 2007). Si existen complementariedades entre sectores en términos de competencias compartidas, las externalidades resultarán en efectos indirectos de conocimiento y crecimiento posterior. Esas complementariedades se captan mediante la noción de variedad (diversificación) relacionada, mientras que no se esperan efectos indirectos de conocimiento en regiones donde prevalece la variedad no relacionada.

## VII

### Observaciones finales

El objetivo principal de este texto era analizar la relación entre las economías de aglomeración de tipo Marshall-Arrow-Romer (economías de localización o especialización) y de tipo Jacobs-Porter (economías de urbanización o diversificación) y la productividad del trabajo en las ciudades, medida por el salario medio de los trabajadores. Para ello se presentaron, en primer lugar, algunas características del proceso de especialización y diversificación relativa en la industria de transformación de 524 municipios urbanos del Brasil, construyendo medidas de especialización y diversificación para los años 1997 y 2007. De acuerdo con lo establecido en la literatura teórica y empírica, los resultados mostraron que la diversificación está relacionada con el tamaño de la ciudad.

En segundo lugar, estos municipios se clasificaron en conjuntos homogéneos en cuanto al tipo de aglomeración

industrial presentada. Para ello se utilizó un enfoque multivariado, considerando conjuntamente estos índices y el tamaño de los municipios a partir del análisis de *k*-medias. La aplicación del criterio de Calinski y Harabadz determinó el establecimiento de dos grupos, que justifica la utilización de una metodología adecuada para captar la heterogeneidad de los municipios brasileños.

En la secuencia se probó empíricamente la relación entre de los índices de especialización y diversificación industrial y una medida de productividad (salario medio del trabajador) para conocer el efecto de las economías de aglomeración en el desarrollo. La utilización de regresiones que tienen en cuenta la heterogeneidad de los datos y la influencia diferenciada de las variables explicativas en la dependiente presenta una posible ventaja con respecto a las metodologías tradicionales en lo atinente a la identificación de municipios que, aun perteneciendo a estados, meso y microrregiones diferentes, presentan características similares en cuanto al patrón de aglomeración en el que se inscriben y en las consecuencias económicas de este patrón. En este

<sup>7</sup> Véase un análisis de esta integración en Lemos y otros (2003).

contexto se estimaron regresiones que consideran muestras finitas dentro de la distribución.

Los resultados de la regresión para muestras finitas confirman la dualidad entre las regiones norte-nordeste y sur-sudeste ampliamente estudiada en otras investigaciones. Sin embargo, esta dualidad debe analizarse tomando en cuenta que algunas ciudades no siguen la misma dinámica de la región a la que pertenecen. Esta dualidad presenta otra característica importante con respecto al aprovechamiento de las economías de aglomeración para el desarrollo. Los resultados permiten distinguir dos grupos de municipios. El primero de ellos corresponde a los municipios de menor salario medio por trabajador, en los que las economías de especialización son poco significativas. Esto denotaría la existencia de aglomeraciones productivas de escasa sofisticación y de encadenamientos débiles, pero que en compensación aprovechan las economías de diversificación. Estos municipios se inscribirían en un modelo de país en desarrollo. El segundo grupo corresponde a los municipios de salarios medios más altos y se inscribiría en un modelo de país desarrollado, con economías de especialización positivas y significativas y economías de diversificación débiles o negativas.

En el trabajo se evidencia que en los casos de ingresos más bajos las políticas en favor de la profundización productiva son más importantes. En efecto, cuando la estructura de la producción está muy concentrada en actividades poco intensivas en conocimientos, el mejoramiento de esa estructura es fundamental para promover el aumento de los ingresos. La transformación de las economías de diversificación en economías

de especialización y la inserción de los municipios en procesos de desarrollo más dinámicos pasa por el reconocimiento de las posibilidades productivas locales y una orientación de las políticas públicas hacia estos sectores de mayor dinamismo.

Sería aconsejable implementar políticas que estimulen el establecimiento de nuevas actividades y la creación de vínculos que creen relaciones ascendentes y descendentes en la cadena productiva. Por otra parte, los municipios de ingresos más elevados se beneficiarían más de políticas que fortalezcan la especialización en las actividades dinámicas ya existentes —pues aceleran los avances a lo largo de las curvas de aprendizaje. En esos casos, las políticas destinadas a crear capacidades tecnológicas y de apoyo concentradas en esas actividades dinámicas desempeñarían un papel más relevante.

La política industrial ha evolucionado para incluir cada vez más la interacción de variables relativas a la oferta y la demanda tecnológica, haciendo hincapié en la interacción entre el cambio estructural y el papel de las instituciones (públicas y privadas) de ciencia y tecnología. En el caso de los municipios más pobres, de nada serviría dar un fuerte apoyo a la oferta si no tiene lugar un cambio paralelo en las actividades productivas que redefina la intensidad de la demanda tecnológica. En el caso de los municipios de mayores ingresos, en cambio, el fortalecimiento de la oferta puede desempeñar un papel más importante, puesto que ayudaría a fortalecer la especialización superando restricciones en las capacidades existentes en sectores que naturalmente requieren mayores conocimientos.

#### Bibliografía

- Abdel-Rahman, H. (1988), "Product differentiation, monopolistic competition and city size", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 18, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Abdel-Rahman y A. Anas (2004), "Theories of systems of cities", *Handbook of Regional and Urban Economics*, J.V. Henderson y J.F. Thisse (comps.), vol. 4, Amsterdam, Elsevier.
- Abdel-Rahman y M. Fujita (1990), "Product variety, Marshallian externalities and city sizes", *Journal of Regional Science*, N° 30, Oxford, Blackwell Publishing.
- Alfo, M., G. Trovato y R. Waldmann (2008), "Testing for country heterogeneity in growth models using a finite mixture approach", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 23, N° 4, Hoboken, John Wiley & Sons.
- Anas, A. y K. Xiong (2003), "Intercity trade and the industrial diversification of cities", *Journal of Urban Economics*, vol. 54, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Bago d'Uva, T. (2006), "Latent class models for utilisation of health care", *Health Economics*, vol. 15, N° 4, York, Centre for Health Economics, University of York.
- Baldwin, R. y P. Martin (2004), "Agglomeration and regional growth", *Handbook of Regional and Urban Economics*, J.V. Henderson y J.F. Thisse (comps.), Amsterdam, Elsevier.
- Calinski, T. y J. Harabasz (1974), "A dendrite method for cluster analysis", *Communications in Statistics*, vol. 3, N° 1, Oxford, Taylor & Francis.
- Chein, F., M. Lemos y J. Assunção (2007), "Desenvolvimento desigual: evidências para o Brasil", *Revista brasileira de economia*, vol. 61, N° 3, Río de Janeiro, Fundación Getulio Vargas.
- Chen, H., J. Chen y J.D. Kalbfleisch (2004), "Testing for a finite mixture model with two components", *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, vol. 66, N° 1, Londres, Royal Statistical Society.
- (2001), "A modified likelihood ratio test for homogeneity in finite mixture models", *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, vol. 63, N° 1, Londres, Royal Statistical Society.
- Da Mata, D. y otros (2007), "Determinants of city growth in Brazil", *Journal of Urban Economics*, vol. 62, N° 2, Amsterdam, Elsevier.



- Deb, P. y otros (2009), "Job loss: eat, drink and try to be merry?", *NBER Working Papers*, N° 15122, Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research.
- Deb, P. y P. Trivedi (1997), "Demand for medical care by the elderly: a finite mixture approach", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 12, N° 3, Hoboken, Wiley & Sons.
- Dixit, A. y J. Stiglitz (1977), "Monopolistic competition and optimum product diversity", *American Economic Review*, vol. 67, N° 3, Nashville, Tennessee, American Economic Association, junio.
- Duranton, G. y D. Puga (2000), "Diversity and specialization in cities: why, where and when does it matter?", *Urban Studies*, vol. 37, N° 3, Thousand Oaks, Sage Publications.
- Frenken, K., F.G. Van Oort y T. Verburg (2007), "Related variety, unrelated variety and regional economic growth", *Regional Studies*, vol. 41, N° 5, Seaford, Regional Studies Association.
- Fujita, M. (1988), "A monopolistic competition model of spatial agglomeration: differentiated product approach", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 18, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Galinari, R. y otros (2007), "O efeito de aglomeração sobre os salários industriais: uma aplicação ao caso brasileiro", *Revista de economia contemporânea*, vol. 11, N° 3, Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Universidad Federal de Rio de Janeiro.
- Glaeser, E. y otros (1992), "Growth in cities", *Journal of Political Economy*, vol. 100, N° 6, Chicago, University of Chicago Press.
- Härdle, W. y L. Simar (2003), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Berlin, MDTech.
- Heckman, J. y B. Singer (1984), "A method of minimizing the distributional impact in econometric model for duration data", *Econometrica*, vol. 52, N° 2, Nueva York, Econometric Society.
- Henderson, J.V. (2003), "Marshall's scale economies", *Journal of Urban Economics*, vol. 53, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- \_\_\_\_\_ (1986), "Efficiency of resource usage and city size", *Journal of Urban Economics*, vol. 19, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- \_\_\_\_\_ (1974), "The sizes and types of cities", *American Economic Review*, vol. 64, N° 4, Nashville, Tennessee, American Economic Association.
- Henderson, J.V., A. Kuncoro y M. Turner (1995), "Industrial development in cities", *Journal of Political Economy*, vol. 103, N° 5, Chicago, University of Chicago Press.
- IPEA (Instituto de Investigación Económica Aplicada) (2006), "Identificação, mapeamento e caracterização estrutural de arranjos produtivos locais no Brasil", Brasília.
- IPEA/IBGE/UNICAMP (Instituto de Investigación Económica Aplicada/ Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística/Universidad Estadual de Campinas) (2002), "Configuração atual e tendências da rede urbana", *serie Configuração atual e tendências da rede urbana*, Brasília.
- Jacobs, J. (1969), *The Economy of Cities*, Nueva York, Vintage.
- Kaplan, D. (2005), "Finite mixture dynamic regression modeling of panel data with implications for dynamic response analysis", *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, vol. 30, N° 2, Washington, D.C., American Educational Research Association.
- Khalili, A. y J. Chen (2007), "Variable selection in finite mixtures of regression models", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 102, Alexandria, American Statistical Association.
- Krugman, P. (1993), "First nature, second nature, and metropolitan location", *Journal of Regional Science*, vol. 33, N° 2, Hoboken, Wiley Interscience.
- \_\_\_\_\_ (1991), "Increasing returns and economic geography", *Journal of Political Economy*, vol. 99, N° 3, Chicago, University of Chicago Press.
- Laurini, M., E. Andrade y P. Pereira (2003), "Clubes de convergência de renda para os municípios brasileiros: uma análise não-paramétrica", documento presentado en el XXV Encontro brasileiro de econometria, Porto Seguro.
- Lemos, M.B. y otros (2003), "A nova configuração regional brasileira e sua geografia econômica", *Estudos econômicos*, vol. 33, N° 4, São Paulo, Universidad de São Paulo.
- Marshall, A. (1920), *Principles of Economics*, Londres, MacMillan.
- Mori, T. y A. Turrini (2005), "Skills, agglomeration, and segmentation", *European Economic Review*, vol. 49, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Quigley, J. (1998), "Urban diversity and economic growth", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, N° 2, Nashville, Tennessee, American Economic Association.
- Rivera-Batiz, F.L. (1988), "Increasing returns, monopolistic competition and agglomeration economies in consumption and production", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 18, N° 1, Amsterdam, Elsevier.
- Rosenthal, S. y W. Strange (2004), "Evidence on the nature and sources of agglomeration economies", *Handbook of Regional and Urban Economics*, Amsterdam, Elsevier.
- \_\_\_\_\_ (2003), "Geography, industrial organization, and agglomeration", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 85, N° 2, Massachusetts, MIT Press.
- Titterton, D., A. Smith y U. Markov (1985), *Statistical Analysis of Finite Mixture Distributions*, Nueva York, Wiley & Sons.
- Wheaton, W. y M. Lewis (2002), "Urban wages and labor market agglomeration", *Journal of Urban Economics*, vol. 51, N° 3, Amsterdam, Elsevier.