

Distribución espacial de los entes del sistema nacional de innovación brasileño: análisis de la década de 2000

Ulisses Pereira dos Santos

Resumen

Las desigualdades regionales son un fenómeno inherente al subdesarrollo económico. Algunos autores estructuralistas atribuyeron ese aspecto a la distribución desigual de los frutos del progreso técnico entre las regiones del país. Se estima que ese proceso está relacionado con la distribución espacial de los actores que componen el sistema nacional de innovación, que redundaría en diferentes oportunidades para el aprovechamiento de los beneficios del desarrollo técnico en las regiones. Bajo esta perspectiva, en este trabajo se examina la distribución espacial de los activos de ciencia, tecnología e innovación entre las microrregiones brasileñas y su evolución entre 2000 y 2010. Se observa que en ese período se amplió el ámbito territorial del sistema nacional de innovación, que —en consecuencia— comprende un conjunto mayor de microrregiones y presenta mayor continuidad espacial. Ese proceso tuvo lugar en forma paralela a un reciente movimiento de desconcentración regional de los ingresos en el país.

Palabras clave

Desarrollo económico, desarrollo regional, innovaciones, ciencia y tecnología, desigualdades regionales, indicadores de ciencia y tecnología, Brasil

Clasificación JEL

O10, O30, R58

Autor

Ulisses Pereira dos Santos es Profesor del Centro de Desarrollo y Planificación Regional (CEDEPLAR) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil. ulisses@cedeplar.ufgm.br

I. Introducción

La concentración regional de los ingresos es un fenómeno inherente al subdesarrollo económico. En el marco del debate sobre desarrollo y subdesarrollo, algunos autores clásicos —como Furtado (1967a y 1967b), Pinto (2000), Hirshman (1977) y Perroux (1967)— ya señalaban la tendencia a la concentración de los ingresos en determinados puntos de un espacio nacional. Explícita o implícitamente, esos autores relacionaron el proceso de concentración regional de los ingresos con la distribución desigual de los frutos del progreso técnico entre las regiones. En ese sentido, se proponía que la mayor absorción de los frutos del progreso técnico en algunas regiones del territorio nacional con respecto a otras promovería un proceso de crecimiento regional desequilibrado.

Desde esa perspectiva, la concentración regional de los ingresos, especialmente en los países subdesarrollados, estaría relacionada con la distribución desigual de los entes del sistema nacional de innovación (SNI) en el territorio. Se asume que la concentración regional de los entes del SNI redundaría en la concentración regional de los frutos del progreso técnico y, en consecuencia, de los ingresos. La concentración espacial de los activos del SNI en el territorio nacional estaría, por lo tanto, relacionada con la condición de subdesarrollo económico. Por otra parte, en las economías desarrolladas, donde la concentración regional de los ingresos es menor, los actores del SNI estarían distribuidos de manera más equitativa entre las regiones subnacionales, permitiendo un mayor equilibrio en la división de los frutos del progreso técnico.

A la luz de esa perspectiva, el objetivo de este trabajo consiste en analizar los cambios en la distribución espacial de los activos de ciencia, tecnología e innovación entre las microrregiones brasileñas a lo largo de la década de 2000. El propósito de este análisis es demostrar la expansión del ámbito regional del sistema nacional de innovación en el período examinado. Se parte de la constatación del proceso de desconcentración regional de los ingresos registrado en el Brasil en los últimos años (Silveira Netto y Azzoni, 2013). Por ejemplo, mientras que la participación de las microrregiones más ricas del país en la composición del producto interno bruto (PIB) nacional se redujo en la última década, la participación de las regiones que conforman el 50% más pobre se incrementó.

Se estima que dicho proceso refleja una mayor participación de las regiones del país en el SNI, a raíz de la redistribución regional de sus entes en la década de 2000. La mayor continuidad del SNI en el territorio brasileño permitiría una mayor inserción de diversas localidades en el circuito económico nacional, llevando así a la reducción de la desigualdad de ingresos a nivel regional. A su vez, esto permitiría la consolidación del SNI y el avance del proceso de desarrollo económico del país. Desde esta perspectiva, se evalúan algunos datos relativos a las actividades científica y tecnológica y a la estructura de la enseñanza de posgrado en las microrregiones brasileñas, con miras a determinar el comportamiento regional del SNI entre 2000 y 2010. Se propone también un índice que refleja el desarrollo de las estructuras locales de ciencia, tecnología e innovación con el propósito de medir la participación de cada microrregión en dicho sistema.

El artículo se divide en cinco secciones, incluida esta Introducción. Mientras que en la segunda se examina la literatura sobre los sistemas de innovación y desarrollo regional, en la tercera se muestra la evolución de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación en el Brasil entre 2000 y 2010. En la cuarta sección se presenta el índice de desarrollo regional del SNI, cuyo objetivo es evaluar la distribución o el ámbito espacial del SNI brasileño, y en la quinta y última sección se detallan las consideraciones finales del trabajo.

II. Sistemas de innovación y desarrollo regional

El espacio tiene importantes repercusiones en el proceso de innovación tecnológica. El intercambio de información entre los diversos actores que componen un sistema económico delimitado territorialmente se potencia por la proximidad física y los aspectos sociales y culturales comunes inherentes a una localidad específica (Asheim y Gertler, 2005; Cooke, 1998; Jaffe, 1989). Si bien la importancia de instituciones y organizaciones, empresas, interacciones y relaciones de aprendizaje para la actividad innovadora se asumió desde los primeros esfuerzos teóricos en el ámbito de los sistemas nacionales de innovación, no se tuvieron en cuenta los aspectos regionales (Freeman, 1987 y 1995; Lundvall, 1992; Nelson y Rosenberg, 1993). Así, el papel de las regiones en el desarrollo de los sistemas de innovación prácticamente no se abordó en las fases de construcción y consolidación de este concepto.

Entre los autores que introdujeron el concepto de sistemas nacionales de innovación, Freeman (1987 y 2002) fue el único que llamó la atención sobre la influencia de las políticas regionales en los procesos de convergencia económica. En su trabajo sobre las iniciativas del Japón para promover el desarrollo económico, el autor señaló la indudable importancia de las políticas regionales en la experiencia de ese país y verificó el gran empeño que se puso en la creación y ejecución de políticas regionales basadas en la ciencia, la educación, las comunicaciones y la infraestructura. Esas políticas habrían sido fundamentales para llevar la capacitación tecnológica a todo el territorio nacional e integrar al mayor número posible de actores en los circuitos tecnológicos y científicos, independientemente de su localización o escala económica. Como señala el autor, las políticas regionales han buscado constantemente reforzar la capacidad tecnológica en todo el país, en particular en las empresas pequeñas y medianas (Freeman, 1987, pág. 36).

No obstante, el aspecto regional fue prácticamente ignorado en los más importantes trabajos e investigaciones sobre los SNI a lo largo de la década de 1990. Solo 15 años más tarde, Freeman (2002) dio otro paso importante para incluir la dimensión espacial en este campo de análisis. Aunque en forma incipiente, el autor se propuso identificar las relaciones entre lo que denominó sistemas continental, nacional y subnacional de innovación, asumiendo que los cambios en la economía mundial conducirían a cambios en las características de los SNI. En ese trabajo, el autor destaca la importancia que cobraron las escalas subnacionales en los estudios sobre la innovación y observa que la aglomeración de las actividades industriales tendría importantes repercusiones en su desarrollo. Sin embargo, las ventajas regionales sufrirían la influencia de factores ligados a la escala nacional o, en otras palabras, estarían potenciadas por aspectos como la cultura, la política, la economía y las instituciones tecnológicas nacionales. Por ese motivo, Freeman (2002) establece una relación de complementariedad entre los sistemas nacional y subnacional de innovación y señala la necesidad teórica de una mejor comprensión de los cambios en los sistemas de innovación en todas las escalas de análisis (global a regional) y de las relaciones entre esas distintas escalas en la promoción de la innovación.

Edquist (2005) también se ocupa de las posibles escalas o límites geográficos y sectoriales de un sistema de innovación. A su juicio, la importancia de los límites geográficos de los sistemas de innovación está determinada por especificidades nacionales y regionales. En ese sentido, afirma que en los países de grandes dimensiones, propensos a una mayor diversidad regional, el concepto de sistemas regionales de innovación sería más relevante que el de sistemas nacionales de innovación. Sin embargo, al tener en cuenta que los aspectos legales y políticos que influirían en esos sistemas regionales muchas veces permanecen bajo la égida de los gobiernos nacionales, incluso en países de grandes dimensiones, el empleo de la perspectiva regional queda comprometido. Al igual que Freeman (2002), concluye que los sistemas de innovación en sus diferentes escalas territoriales tendrían un carácter más complementario que excluyente.

Con respecto a una posible relación entre la distribución territorial del SNI y los desequilibrios regionales, inherentes al subdesarrollo económico, se puede asumir que dicho fenómeno obedece a la distribución desigual de los frutos del progreso tecnológico en el espacio económico nacional (Furtado, 1967b). De acuerdo con esta posición, que de una u otra forma también aparece en la obra de autores clásicos del desarrollo regional como Perroux (1967) y Hirschman (1977), es posible establecer un vínculo con la distribución regional de los entes del SNI. En ese sentido, el SNI, principal responsable de los avances tecnológicos de un país, podría vincularse con los desequilibrios económicos entre las regiones que lo componen, dado que su distribución territorial podría afectar la distribución regional de los frutos del progreso técnico.

Las regiones en las que algunos de los principales actores del SNI interactúan para impulsar la innovación tecnológica tenderían a desarrollarse más que las otras, debido a que su mejor estructura de ciencia, tecnología e innovación (CTI) representaría una ventaja en la atracción de nuevas industrias. Eso, a su vez, redundaría en el crecimiento de la producción y de los ingresos internos, así como de su recaudación. La mayor capacidad económica de estas regiones les permitiría reinvertir en su infraestructura de aprendizaje y conocimiento, que podría impulsar el sistema regional de innovación e incrementar su competitividad interna y externa (Asheim, 1996; Florida, 1995). Ese proceso podría perpetuar la concentración regional de los ingresos en el país mediante la concentración de los frutos del progreso técnico. Las regiones con estructuras de CTI débiles tendrían pocas posibilidades de alcanzar los beneficios de los avances tecnológicos generados en las regiones más desarrolladas, al no tener las condiciones para absorberlos y aplicarlos a su esfera productiva.

Las estructuras locales de CTI originarias de un mismo sistema institucional nacional pueden presentar distintos niveles de desarrollo en función de las diferentes trayectorias tecnológicas regionales y las bases de conocimiento locales (Asheim y Gertler, 2005; Oinas y Malecki, 1999). Se acepta, por lo tanto, que el ambiente económico ejerce una influencia en los actores que lo integran (Cooke, 1998; Isaksen, 2001). En otras palabras, el desarrollo y la actuación de un conjunto institucional formalmente vinculado con la administración nacional y, en consecuencia, con el sistema nacional de innovación, pueden estar determinados por el contexto económico y social de la región en que se encuentra. Esto significa que instituciones similares de un mismo SNI podrían partir en igualdad de condiciones pero presentar un desarrollo y una trayectoria distintos según su localización.

En consecuencia, las políticas de desarrollo regional deben alinearse con las políticas de ciencia y tecnología, como ocurrió en el caso del Japón (Freeman, 1987). Según esta lógica, el desarrollo regional pasaría por la inserción de las instituciones de apoyo del SNI en las diversas regiones subnacionales, que contribuiría a la expansión y consolidación del propio SNI. Sin embargo, los beneficios derivados del establecimiento de una determinada institución en un ambiente regional específico dependerían de su grado de inclusión social en la referida región (Granovetter, 1985). Las instituciones deben integrarse al ambiente socioeconómico en el cual se insertan, permitiendo y alimentando flujos de información con los actores locales en el proceso de innovación (Oinas y Malecki, 1999).

En virtud de los aspectos mencionados anteriormente, en este trabajo se propone el análisis regional del sistema nacional de innovación para establecer los determinantes y las repercusiones de su distribución en el espacio nacional. Se asume que la distribución espacial del SNI puede estar ligada al grado de desarrollo económico nacional y a las desigualdades regionales inherentes al subdesarrollo. Desde esa perspectiva, una distribución más equilibrada de las instituciones de CTI en el territorio del país se reflejaría en un mayor ámbito espacial del SNI, que permitiría una distribución más equitativa de los frutos del progreso técnico entre las regiones subnacionales. Por otra parte, la concentración de esas instituciones en un número limitado de regiones redundaría en un SNI discontinuo y con limitada cobertura en el territorio nacional, llevando a una concentración regional de los frutos del progreso técnico o, en otras palabras, de los ingresos.

III. Distribución espacial de los activos de CTI en el Brasil en la década de 2000

1. Indicadores de CTI

A continuación se analiza la evolución espacial del sistema de innovación brasileño en la década de 2000. El análisis se basa en tres indicadores utilizados como variables sustitutivas de tres esferas del sistema de innovación, a saber: producción tecnológica, producción científica y estructura de enseñanza e investigación. La producción tecnológica se evalúa por medio de las solicitudes de patentes realizadas por residentes de las 558 microrregiones brasileñas al Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI). Para el análisis de la producción científica se tienen en cuenta los artículos publicados en periódicos de difusión internacional e indexados en la plataforma ISI Web of Science. La estructura local de enseñanza e investigación se cuantifica mediante el número de docentes de cursos de posgrado por microrregión.

El primero de esos indicadores, el número de patentes solicitadas por residentes en cada microrregión, se obtuvo a partir de una tabulación especial proporcionada por el INPI. La base de datos comprende todas las patentes solicitadas al INPI entre 2000 y 2010 e incluye información detallada sobre los solicitantes (nombre, número de Registro Nacional de Personas Jurídicas (CNPJ) o Catastro de Personas Físicas (CPF), según el caso, estado y municipio de residencia), además del número y la fecha de solicitud. El registro de 7.259 solicitudes de patentes en 2000 y 8.582 en 2010 indica un incremento de la actividad tecnológica brasileña en ese período. En el análisis que figura a continuación los datos se agregaron a escala microrregional.

La información sobre los artículos científicos se tomó de la base de datos del Instituto de Información Científica (ISI), que contiene referencias sobre los artículos publicados en los periódicos más importantes del mundo en todos los campos del conocimiento. Es posible obtener datos sobre las áreas del conocimiento con las cuales se vinculan los trabajos, los autores, su afiliación institucional y localización. Para este análisis se consultó la base de datos en línea del ISI (Web of Science) entre los meses de agosto de 2013 y enero de 2014 y se obtuvo un conjunto de planillas con datos sobre cada uno de los artículos científicos publicados por residentes en el Brasil en periódicos indexados por el ISI en los años 2000 y 2010. Después de verificar que los datos presentaran un nivel de información satisfactorio para su inserción en la base de datos aquí evaluada, se tuvieron en cuenta 10.512 artículos publicados en 2000 y 21.109 publicados en 2010¹. La información sobre los demás artículos se consideró perdida. A partir de los datos sobre la localidad se pudo contabilizar el número de artículos por municipio y, posteriormente, por microrregión. En los casos en que un artículo correspondía a autores de microrregiones distintas se atribuyó un artículo a cada una de esas localidades. Visto que la suma de los artículos por microrregión será mayor que el número total de artículos publicados por autores residentes en el país, en el análisis se tiene en cuenta la posibilidad de una doble enumeración.

Para evaluar las estructuras microrregionales de enseñanza e investigación se utilizaron datos sobre el número de docentes en los programas de posgrado por microrregión. Estos se obtuvieron mediante el portal GEOCAPES, de la Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES)². La consulta del portal se realizó durante el mes de abril de 2014, de manera que todos los datos utilizados corresponden a la información disponible en la base de datos en ese

¹ En algunos casos, el carácter incompleto de los datos de los artículos supuso la pérdida de información, pues esos artículos no se tuvieron en cuenta en la muestra utilizada.

² Los datos del GEOCAPES están disponibles [en línea] <http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/>.

período. El número de docentes por municipio en 2000 y 2010 se agregó a nivel microrregional para viabilizar el análisis propuesto.

Por último, cabe justificar la elección de la escala microrregional para el análisis. En primer lugar, se considera necesario utilizar una escala menos agregada con respecto a los estados, pues dentro de estos también existe cierto grado de concentración de las actividades económicas en un conjunto menor de localidades. Por otra parte, la escala municipal puede no ser la más adecuada para el análisis, debido a que la estructura tecnológica y económica de un municipio atiende también a sus vecinos. En otras palabras, el sistema universitario de un municipio no se limita a sus habitantes y su labor de investigación no se divulga solamente en la ciudad donde se desarrolla. De la misma forma, las actividades económicas de una ciudad no atienden o emplean solo a sus residentes, sino también a los habitantes de las localidades cercanas. Es también sabido que en las regiones compuestas por ciudades circunvecinas algunas actividades tienden a localizarse preferentemente en una de ellas, que constituiría el centro regional³. Si bien las instituciones (universidades, centros de investigación y empresas, entre otras) tienden a localizarse en los puntos más centrales de un aparato regional menos agregado que el estadual y más agregado que el municipal, no dejan de relacionarse con el entorno. Por esos motivos, se considera que la escala microrregional es la más indicada para la evaluación que se realiza en este trabajo, pues comprende municipalidades vecinas que generalmente presentan una relación de complementariedad entre sí. Las observaciones para el siguiente análisis se refieren entonces a las 558 microrregiones brasileñas.

A continuación se examina la evolución de la distribución espacial de las actividades tecnológica y científica y de la estructura de enseñanza e investigación en el Brasil. También se presenta un índice de distribución regional del sistema nacional de innovación, con miras a resumir la información de los tres indicadores mencionados anteriormente en una única variable.

2. Actividad tecnológica regional brasileña en el período 2000-2010

En el cuadro 1 se muestran las características de las microrregiones brasileñas según su nivel de actividad tecnológica en 2000. En primer lugar, se observa que en la gran mayoría de las microrregiones no se registró actividad tecnológica ese año, un claro indicio de la concentración espacial de la actividad tecnológica en el país. Este grupo, formado por más de la mitad de las microrregiones, representaba menos del 10% del PIB nacional, a pesar de contar con casi el 24% de la población del país. El grupo de las microrregiones más dinámicas en términos de actividad tecnológica, con más de 100 patentes solicitadas por millón de habitantes, representaba apenas el 2% de las microrregiones brasileñas en 2000. No obstante, las 11 microrregiones de ese grupo eran responsables por casi el 24% del PIB nacional y comprendían poco más del 12% de la población ese mismo año. Estos dos grupos muestran los extremos de la participación microrregional en los ingresos brasileños en el período evaluado. Mientras que el primero, integrado por la mayoría de las microrregiones brasileñas, representaba una pequeña parte de los ingresos nacionales, el segundo, compuesto por un pequeño número de microrregiones, registró una mayor participación en la generación de ingresos del país. Esta condición no puede disociarse de la actividad tecnológica observada en los dos grupos.

³ Se trataría de la ciudad con el mayor grado de centralidad entre las que compondrían dicha región (Christaller, 1966).

Cuadro 1

Brasil: microrregiones según su nivel de actividad tecnológica y su representatividad en términos de localidades, población y producto interno bruto (PIB), 2000
(En porcentajes)

Patentes por millón de habitantes	Número de microrregiones	Porcentaje de localidades	Porcentaje de la población	Porcentaje del PIB
0	305	54,7	23,7	9,5
1-30	169	30,3	35,5	27,6
31-60	46	8,2	17,2	23,8
60-100	27	4,8	11,2	15,3
>100	11	2,0	12,4	23,8
Total	558	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) e Ipeadata.

En el cuadro 2 se muestra la actividad tecnológica de las microrregiones brasileñas en 2010. Su comparación con el cuadro 1 permite apreciar la evolución de dicha actividad en el territorio nacional entre los años 2000 y 2010. En el cuadro 2 se observa un mayor número de microrregiones con registro de actividad tecnológica y que los grupos formados por microrregiones con actividades de innovación más intensas, es decir, con más patentes solicitadas por millón de habitantes, ganaron representatividad.

Cuadro 2

Brasil: microrregiones según su nivel de actividad tecnológica y representatividad en términos de localidades, población y producto interno bruto (PIB), 2010
(En porcentajes)

Patentes por millón de habitantes	Número de microrregiones	Porcentaje de localidades	Porcentaje de la población	Porcentaje del PIB
0	273	48,9	21,2	8,9
1-30	186	33,3	36,0	29,7
31-60	57	10,2	20,0	25,6
60-100	26	4,7	9,7	13,0
>100	16	2,9	13,1	22,8
Total	558	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) e Ipeadata.

Mientras que las microrregiones con registros de patentes en el Brasil totalizaban 253 en 2000, esa cifra aumentó a 285 en 2010. En otras palabras, en el segundo año de referencia el número de microrregiones con actividad tecnológica superaba el 50% de las localidades consideradas, de manera que los grupos que muestran las situaciones extremas sufrieron modificaciones importantes. Aunque continuó siendo el más numeroso de los cinco grupos presentados en el cuadro 2, el conjunto de regiones caracterizadas por la ausencia de actividad tecnológica perdió representatividad en la población y el PIB brasileños. Si bien el número de microrregiones con más de 100 patentes por millón de habitantes aumentó hasta casi alcanzar el 3%, su participación en el PIB disminuyó. Esto puede obedecer al incremento de los ingresos en las regiones más pobres. La participación de los grupos intermedios (1-30 y 31-60 patentes por millón de habitantes) en los ingresos totales de la economía creció a raíz del aumento del número de microrregiones que los integran. Gran parte de las microrregiones que antes presentaban una actividad tecnológica nula pasaron a integrar esos dos grupos.

3. Actividad científica regional brasileña en el período 2000-2010

Los datos sobre la producción científica brasileña revelan características regionales similares a las de la producción tecnológica. En 2000, la actividad científica se concentraba sobre todo en el eje formado por las regiones Sudeste y Sur del Brasil y las localidades en las que esta era más intensa se encontraban en el estado de São Paulo. En el cuadro 3 se muestra que ese año el grupo de microrregiones con actividad científica representaba poco más del 30% de las localidades estudiadas.

Cuadro 3

Brasil: microrregiones según su nivel de actividad científica y representatividad en términos de localidades, población y producto interno bruto (PIB), 2000

(En porcentajes)

Artículos por millón de habitantes	Número de microrregiones	Porcentaje de localidades	Porcentaje de la población	Porcentaje del PIB
0	383	68,6	33,5	16,2
1-30	106	19,0	22,9	22,2
31-100	35	6,3	13,7	12,6
101-500	30	5,4	28,2	46,0
>500	4	0,7	1,7	3,0
Total	558	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto de Información Científica (ISI) e Ipeadata.

Como se puede apreciar, el 69% de las localidades no participó en la producción científica brasileña en el año 2000. Se trata sobre todo de microrregiones del Nordeste y el Norte del país, algunas zonas del estado de Minas Gerais y de la región Centro-Oeste, que representaban un tercio de la población brasileña y el 16% del PIB. Este resultado no solo indica que la mayor parte del territorio no se integraba a las actividades científicas del país en el período de referencia, sino también que gran parte de la población se encontraba distante de los posibles beneficios de esa actividad. En contrapartida, la mayor parte de los ingresos del país se concentró en las localidades con actividad científica, pues el grupo de microrregiones con más de 100 publicaciones por millón de habitantes (6%) representaba el 50% del PIB nacional.

La situación en 2010 difiere bastante con respecto al año 2000. Como se observa en el cuadro 4, la participación de las microrregiones brasileñas en la actividad científica aumentó, al igual que la producción científica nacional y su nivel de desconcentración regional.

Cuadro 4

Brasil: microrregiones según su nivel de actividad científica y representatividad en términos de localidades, población y producto interno bruto (PIB), 2010

(En porcentajes)

Artículos por millón de habitantes	Número de microrregiones	Porcentaje de localidades	Porcentaje de la población	Porcentaje del PIB
0	203	36,4	13,6	5,7
1-30	147	26,3	19,3	15,3
31-100	93	16,7	13,6	12,9
101-500	90	16,1	38,7	42,0
>500	25	4,5	14,8	24,1
Total	558	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto de Información Científica (ISI) e Ipeadata.

En 2010, el grupo de microrregiones sin actividad científica registrada estaba compuesto por un número mucho menor de localidades, que representaba el 36% de las observaciones. Ese grupo perdió representatividad en términos de población e ingresos y, en consecuencia, la de los grupos con actividad científica más intensa se amplió. El grupo con más de 100 artículos publicados por millón de habitantes pasó de 34 microrregiones en 2000 a 105 localidades, equivalentes al 21% de las microrregiones brasileñas, en 2010. Como era de esperar, la mayor parte del PIB continúa concentrándose en ese grupo.

Esto muestra que la actividad científica creció a raíz de su mejor distribución a lo largo del territorio nacional y refleja claramente la expansión del sistema universitario brasileño, en particular de las universidades federales, que encabezan la labor de investigación científica en el país. La redistribución regional de la enseñanza superior estuvo acompañada por la difusión de la investigación universitaria, que redundó en la ampliación y la desconcentración regional de las publicaciones científicas.

Cabe mencionar aquí la posible relación entre la desconcentración regional de la actividad científica y la desconcentración de la actividad tecnológica. Como se verificó anteriormente, los dos procesos ocurrieron en forma simultánea durante la década de 2000, conforme la propuesta de Nelson y Rosenberg (1993) sobre la relación de inducción mutua entre ciencia y tecnología. Así, el mayor ámbito regional de la actividad científica puede considerarse un importante factor motivador de la desconcentración regional de la actividad tecnológica en el país. En forma análoga, la desconcentración de la actividad tecnológica puede haber acelerado la desconcentración regional de la actividad científica.

4. Estructura de enseñanza e investigación

Para complementar los datos sobre las tendencias regionales observadas con respecto a las actividades científica y tecnológica en el Brasil entre 2000 y 2010, en esta sección se presenta la evolución de la estructura de enseñanza e investigación en las microrregiones del país. Para ello se utiliza como variable sustitutiva el número de profesores de posgrado por microrregión, disponible en el sistema GEOCAPES del Ministerio de Educación.

Una vez más se observa una gran concentración, sobre todo en la región Sudeste. En 2000, existían cursos de posgrado en 22 de las 27 unidades de la federación. Al tomar como referencia el número de docentes que enseñaban en cursos de posgrado, se constata que algunos estados, como Acre y Tocantins, carecían de esas estructuras, esenciales para la formación de investigadores y para la labor de investigación universitaria⁴.

Cuadro 5

Brasil: microrregiones según la existencia de instituciones de enseñanza a nivel de posgrado y su representatividad en términos de localidades, la población y el producto interno bruto (PIB), 2000
(En porcentajes)

	Número de microrregiones	Porcentaje de localidades	Porcentaje de la población	Porcentaje del PIB
Ninguna institución de enseñanza	490	87,8	52,4	35,3
Por lo menos una institución de enseñanza	68	12,2	47,6	64,7
Total	558	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de GEOCAPES e Ipeadata.

⁴ Los otros estados que carecían de cursos de posgrado en 2000 eran Amapá, Rondônia y Roraima.

En 2000, se registró la presencia de docentes de posgrado solo en 68 de las 558 microrregiones brasileñas. Si bien ese grupo representaba poco más del 12% de las localidades, concentraba la mayor parte de los ingresos nacionales. Por otra parte, el conjunto de microrregiones que carecía de estructuras de enseñanza a nivel de posgrado albergaba más del 50% de la población del país al inicio del período examinado. Esos porcentajes ratifican que solo una pequeña parte del territorio nacional estaba integrada al sistema de investigación y enseñanza a nivel de posgrado en 2000. Esto concuerda con las observaciones sobre la producción tecnológica y científica registrada en el país ese mismo año. Como se puede verificar más adelante, la situación cambia considerablemente en 2010.

Los datos relativos al final del período examinado indican una redistribución de las estructuras de enseñanza e investigación universitaria en el Brasil. Como se muestra en el cuadro 6, el número de microrregiones con profesionales dedicados a la enseñanza a nivel de posgrado llegó a 115 en 2010, un 70% más con respecto al año 2000. La media de docentes involucrados en actividades de posgrado por microrregión también aumentó considerablemente, al pasar de 52 docentes por microrregión a 104,5. Este aumento refleja la expansión de la enseñanza universitaria en la década de 2000, pues casi el 60% de la población vivía en microrregiones con estructuras de enseñanza e investigación universitaria en 2010. Además de incrementar el número de docentes de posgrado, y por ende ampliar la oferta de cursos de alta calificación profesional, ese proceso permitió la integración de una parte mayor del territorio y de la población nacional. No obstante, los datos indican que todavía queda mucho por hacer en ese sentido.

Cuadro 6

Brasil: microrregiones según la existencia de instituciones de enseñanza a nivel de posgrado y su representatividad en términos de localidades, población y producto interno bruto (PIB), 2010
(En porcentajes)

	Número de microrregiones	Porcentaje de localidades	Porcentaje de la población	Porcentaje del PIB
Ninguna institución de enseñanza	443	79,4	40,2	24,5
Por lo menos una institución de enseñanza	115	20,6	59,8	75,5
Total 2010	558	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del GEOCAPES e Ipeadata.

Un cambio importante, a partir de ese proceso, es la existencia de cursos de posgrado en todas las unidades de la federación en 2010. Pese al aumento en la participación de las regiones Centro-Oeste y Nordeste en la estructura científica nacional, el incremento del número de profesores de posgrado por millón de habitantes fue más marcado en las regiones Sur y Sudeste.

La evolución de la producción científica en el territorio nacional fue más intensa que la de las estructuras de posgrado. En otras palabras, el número de microrregiones en las que se registraron artículos científicos publicados (352) fue mayor que el de aquellas con docentes de posgrado (115) en 2010. Esto puede evidenciar los efectos indirectos que derivan de la creación de una estructura de enseñanza e investigación en una determinada región. Esos efectos no se limitarían a dicha región sino que afectarían a las localidades de su entorno e incluso fuera de este. Así, es posible considerar la posibilidad de acceso al sistema universitario por parte de estudiantes residentes y activos en localidades distintas de la microrregión donde se encuentra la estructura de enseñanza e investigación. También se debe tener en cuenta que los flujos de información permitirían el intercambio de conocimientos entre universidades, empresas y los más diversos actores localizados en diferentes regiones.

Lo mismo ocurre con la producción tecnológica, cuya difusión en el territorio también fue mayor que la de las estructuras de enseñanza de alta calificación e investigación⁵.

⁵ Como se vio anteriormente, en 2010 se presentaron registros de patentes en el INPI en 285 microrregiones.

IV. Índice de desarrollo regional del sistema de innovación en el período 2000-2010

Los indicadores acerca de la actividad tecnológica, la actividad científica y la estructura de enseñanza superior e investigación revelan un proceso de desconcentración de los entes del sistema nacional de innovación brasileño a lo largo de la década de 2000. Todos los indicadores considerados mostraron una mejora cuantitativa, en función de marcados aumentos en la producción tecnológica y científica y en el número de docentes de posgrado por microrregión. Esa mejora cuantitativa permitió la integración de un grupo mayor de localidades al sistema de innovación brasileño. A la luz de ese proceso, a continuación se procura resumir los datos de los tres indicadores de CTI evaluados hasta ahora para expresar en un único indicador el desarrollo de las microrregiones evaluadas desde el punto de vista de su capacitación tecnológica. El objetivo es evaluar la evolución del ámbito espacial del SNI brasileño entre 2000 y 2010 por medio de un índice que pueda reflejar su desarrollo de forma regionalizada.

El índice utilizado se obtuvo mediante el método de análisis factorial. Se trata de un método de estadística multivariada, cuyo objetivo principal es describir la variabilidad de un conjunto mayor de datos en un grupo menor de variables aleatorias no correlacionadas entre sí, denominadas factores, que son combinaciones lineales del conjunto original de variables. El modelo de análisis factorial está dado por:

$$\begin{aligned} Z_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ Z_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ Z_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \quad (1)$$

Los términos F_j son los factores, o sea, las nuevas variables, y los términos Z_i representan el conjunto de variables originales. El indicador l_{ij} , comúnmente llamado de carga (*loading*), representa el coeficiente de la i -ésima variable estandarizada Z_i en el j -ésimo factor F_j , demostrando la correlación lineal entre ellos. El modelo relaciona linealmente las variables estandarizadas y los m factores comunes, que en principio son desconocidos (Mingoti, 2005)⁶. La técnica permite reducir la dimensión del conjunto original de variables a un número menor de factores que resumirían sus datos originales.

Una vez obtenidos los factores es posible calcular sus valores numéricos para cada elemento de la muestra. Cada uno de esos valores F_i , denominado puntaje del factor i , resume el conjunto de datos reflejados por las variables originales de análisis estandarizadas para cada observación i , conforme la siguiente ecuación:

$$F_i = c_{1i}Z_i + c_{2i}Z_i + c_{3i}Z_i \quad (2)$$

Así, los valores del índice aquí propuesto estarán dados por los puntajes F obtenidos para cada una de las microrregiones observadas. En ese sentido, se considera una combinación lineal de las variables patentes por millón de habitantes, artículos por millón de habitantes y docentes de posgrado por millón de habitantes, que resumiría dichas variables en un indicador⁷. El índice utilizado, denominado índice de desarrollo regional del sistema de innovación (IDRSI), estará dado, entonces, por los puntajes del primer factor obtenido al aplicar el método de análisis factorial relativo a 2000 y 2010 a los datos descritos anteriormente. El IDRSI se obtiene mediante la siguiente ecuación:

⁶ Véanse más detalles sobre el modelo de análisis factorial en Mingoti (2005).

⁷ Véase más información sobre el método de análisis factorial en Mingoti (2005).

$$IDRSI_i = c_{1i}(\text{Patentes/millón de hab}_i) + c_{2i}(\text{Artículos/millón de hab}_i) + c_{3i}(\text{Docentes de pos/millón de hab}_i) \quad (3)$$

Para obtener el índice es necesario estimar los coeficientes c_{ji} , que son los pesos para la ponderación de las variables utilizadas en la composición del IDRSI. Los coeficientes se estiman por el método de mínimos cuadrados ordinarios, sobre la base de la matriz de cargas, que representa la correlación entre las variables originales y los factores. El valor de cada coeficiente resulta, por lo tanto, afectado positivamente por esa correlación. O sea, cuanto mayor sea la carga para una determinada variable —sugiriendo su mayor correlación con el factor de que se trate—, mayor será su peso en el cálculo de su puntaje, o, en otras palabras, del índice propuesto (Mingoti, 2005).

El IDRSI consiste, entonces, en la suma ponderada de los valores de las variables estandarizadas patentes por millón de habitantes, artículos por millón de habitantes y docentes de posgrado por millón de habitantes, obtenida con el método de análisis factorial para cada una de las microrregiones brasileñas. Por convención, el vector de puntajes para las n observaciones se normaliza para presentar una media igual a 0 y una desviación estándar igual a 1 (Mingoti, 2005; STATACORP, 2009). Esa normalización resultará en la existencia de valores negativos del IDRSI, materializados en las observaciones con desempeño inferior a la media general.

En el cuadro 7 se presentan las características de los factores utilizados para la extracción del IDRSI relativo a 2000 y 2010.

Cuadro 7

Propiedades de los factores utilizados para la extracción del índice de desarrollo regional del sistema nacional de innovación (IDRSI), 2000 y 2010

	Factor 1 (2000)		Factor 1 (2010)	
	Cargas	Coefficientes de puntaje	Cargas	Coefficientes de puntaje
Patentes por millón de habitantes	0,3659	0,07402	0,3834	0,03181
Artículos por millón de habitantes	0,8494	0,44418	0,9363	0,43059
Docentes de posgrado por millón de habitantes	0,8575	0,47607	0,9460	0,53734
Autovalor	1,59057		1,91852	
Varianza explicada (<i>en porcentajes</i>)	112		103	
Prueba de KMO	0,57		0,56	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), el Instituto de Información Científica (ISI) y GEOCAPES.

Dado que los valores de las cargas y de los coeficientes son positivos, el IDRSI presenta una relación creciente con las actividades tecnológica y científica y con la estructura local de enseñanza e investigación. En ese sentido, cuanto mayor sea su valor, mayor será el nivel de desarrollo de la estructura microrregional de CTI integrante del sistema nacional de innovación brasileño. Cabe señalar que el peso de la variable patentes por millón de habitantes en la composición del IDRSI es menor con respecto al de las demás. El menor valor de su carga, que se traduce en el menor valor de su coeficiente, indica que esta variable sería menos representativa en la sistematización numérica de los sistemas de innovación considerados. Esto puede considerarse un reflejo del débil desempeño tecnológico en el sistema de innovación brasileño.

Otro aspecto que cabe destacar con respecto al cuadro 7 es que la única variable cuya importancia en la composición del IDRSI aumentó entre 2000 y 2010 corresponde a los docentes de posgrado por millón de habitantes, como se puede observar al comparar los coeficientes obtenidos para los dos años. Esto puede obedecer a la política gubernamental de expansión de la enseñanza superior, que llegó incluso a las localidades más pobres del país, y refuerza la evidencia mencionada en la sección anterior.

En el cuadro 8 se muestran las estadísticas descriptivas del IDRSI en 2000 y 2010. En teoría, como se mencionó anteriormente, los puntajes de los factores obtenidos con el método de análisis factorial deben presentar una media igual a 0 y una desviación estándar igual a 1, a raíz de la normalización de los datos. En la práctica, los valores tenderán a 0 y a 1, respectivamente, pues los valores teóricos solo se obtendrán cuando se alcanza una solución perfecta para el modelo factorial (STATA CORP, 2009). En ese sentido, la media del IDRSI en 2000 y 2010 se encuentra muy próxima a 0, como era de esperar. Sin embargo, la desviación estándar dista un poco más del valor teórico, no obstante haya convergido hacia este en el último año de referencia. El análisis de los valores mínimo y máximo para cada año analizado indica la gran dispersión en términos de los valores del índice referente a las estructuras microrregionales de ciencia, tecnología e innovación.

Cuadro 8

Estadísticas descriptivas del índice de desarrollo regional del sistema de innovación (IDRSI), 2000 y 2010

	IDRSI 2000	IDRSI 2010
Media	0,0000000031	0,0000000032
Desviación estándar	0,9014307	0,9610738
Mínimo	-0,2139641	-0,3060349
Máximo	15,23716	11,65406

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), el Instituto de Información Científica (ISI) y GEOCAPES.

En este trabajo, el IDRSI se emplea como una herramienta para evaluar la continuidad o el ámbito espacial del sistema de innovación brasileño. Para ello se lo asume como indicador del nivel de desarrollo de las estructuras locales de CTI, de manera que la distribución de sus valores entre las microrregiones se utiliza como parámetro para indicar el ámbito espacial del SNI. La representación de esos valores en mapas de la subdivisión microrregional del Brasil permite evaluar la continuidad espacial del SNI a esa escala. Se asume la existencia de continuidad espacial del SNI cuando la mayoría de las microrregiones de un conjunto de microrregiones cercanas presenta estructuras locales de CTI relevantes, de acuerdo con los criterios que se definen a continuación. Por otra parte, la presencia de muchas localidades con estructuras de CTI débiles o que carecen de ellas se traducirá en puntos de vacío en la representación territorial del SNI, configurando su discontinuidad espacial.

Para viabilizar el análisis se dividió a las 558 microrregiones brasileñas en 5 grupos, según el valor del IDRSI. El primer grupo incluye las microrregiones con valores negativos o iguales a la media (0). En ese sentido, las microrregiones que componen este grupo serían aquellas con estructuras locales de CTI consideradas débiles o inexistentes y representarían puntos de ruptura en la continuidad del SNI brasileño. Los otros grupos se definen de la siguiente forma:

- Grupo 2: valor del IDRSI entre 0 y 1;
- Grupo 3: valor del IDRSI entre 1 y 2;
- Grupo 4: valor del IDRSI entre 2 y 3, y
- Grupo 5: valor del IDRSI mayor de 3.

Se optó por dividir los grupos de acuerdo con intervalos de una unidad por ser este el valor que las desviaciones estándar de los factores obtenidos deberían presentar, en conformidad con el modelo teórico de análisis factorial. Estos agrupamientos presentarían un grado de desarrollo creciente, según el valor del IDRSI de las microrregiones participantes. Antes de abordar la continuidad espacial del SNI brasileño, es necesario realizar una evaluación previa de los agrupamientos formados según el IDRSI que figura en el cuadro 9.

Cuadro 9

Características de los agrupamientos de microrregiones de acuerdo con el índice de desarrollo regional del sistema de innovación (IDRSI), 2000

IDRSI	Número de observaciones	Valores medios		
		Patentes por millón de habitantes	Artículos por millón de habitantes	Docentes de posgrado por millón de habitantes
<0	481	7,28	3,16	0,49
0-1	55	49,87	66,32	137,13
1-2	10	63,89	214,29	501,77
2-3	5	40,21	363,65	825,33
>3	7	65,94	1046,05	1837,94
Total	558	13,53	29,48	53,38

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), el Instituto de Información Científica (ISI) y GEOCAPES.

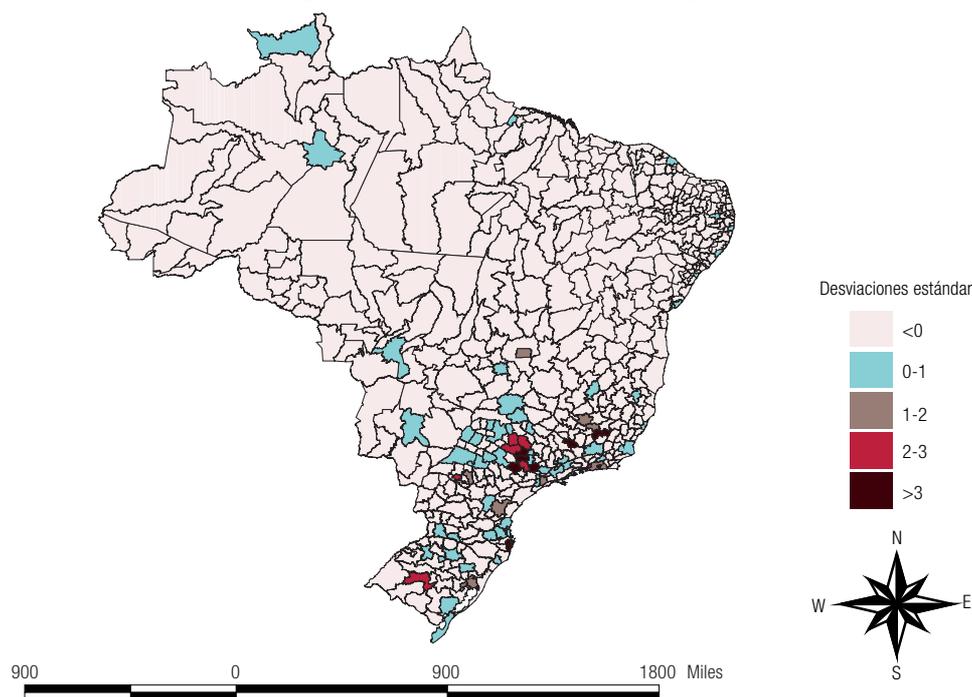
Como se puede observar en el cuadro 9, el número de microrregiones con IDRSI negativo en 2000 ascendió a 481, equivalente al 86% de las microrregiones brasileñas. En ese agrupamiento se registraron medias bajísimas de patentes, artículos y docentes de posgrado por millón de habitantes, en comparación con los demás. La mayoría de las microrregiones con estructuras locales de CTI activas se concentraron en el grupo con valores del IDRSI entre 0 y 1. En el grupo de localidades con un IDRSI entre 1 y 2 se clasifican algunas de las principales capitales brasileñas, como São Paulo, Río de Janeiro, Brasilia, Porto Alegre y Belo Horizonte. Los otros dos grupos, caracterizados por valores de IDRSI mayores de 2, están compuestos en su mayoría por microrregiones encabezadas por ciudades medianas. Se destaca la microrregión de São Carlos, en São Paulo, donde se registró el mayor valor del indicador en el año 2000. La única microrregión de estos dos grupos encabezada por una capital de estado es la de Florianópolis, que presentó el cuarto mayor IDRSI del país ese año.

Las microrregiones que componen los grupos se representan en el mapa 1, de manera que su coloración se vuelve más oscura de acuerdo con el aumento del valor del IDRSI o, en otras palabras, con el grado de desarrollo de la estructura local de CTI considerada. La disposición de las microrregiones brasileñas en el mapa 1 muestra que, como era de esperar, aquellas que tenían estructuras regionales de CTI más desarrolladas en 2000 se concentraban sobre todo en el sudeste-sur del país. Esa concentración de regiones con mayores índices de desarrollo regional del sistema de innovación indica una mayor continuidad del SNI, que se traduce en la mayor presencia de puntos coloreados en el mapa. Esa continuidad se verifica especialmente del Triángulo Mineiro hacia abajo, de manera que la mayor continuidad en la región Sur se observa en el área litoral. En las demás regiones se observan puntos aislados donde se encuentran algunas microrregiones con valores representativos para el indicador. En las regiones Nordeste, Centro-Oeste y Norte y en algunas áreas de Minas Gerais y Espírito Santo, la continuidad espacial del sistema de innovación brasileño fue escasa o casi inexistente en el año 2000.

Como se anticipaba en el cuadro 9, es evidente que las microrregiones con estructuras de CTI débiles constituían la mayor parte del territorio brasileño en 2000. Por otra parte, desde el punto de vista de la continuidad espacial del SNI, se destaca el estado de São Paulo, donde se concentraba la mayor proporción de microrregiones con estructuras importantes de CTI. En otras palabras, un gran número de microrregiones paulistas estaría involucrado en el sistema nacional de innovación, conforme la hipótesis clave de este trabajo, según la cual el mayor desarrollo económico estaría ligado a la mayor cobertura territorial del sistema de innovación. El pequeño número de puntos blancos en la región de São Paulo indica, por lo tanto, que el SNI brasileño tendría mayor grado de continuidad espacial justamente en su estado más desarrollado desde el punto de vista económico.

Mapa 1

Brasil: índice de desarrollo regional del sistema de innovación y continuidad espacial, 2000



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), el Instituto de Información Científica (ISI), GEOCAPES e Ipeadata.

En el cuadro 10 se muestran las características de los agrupamientos obtenidos de acuerdo con el IDRSI en el año 2010. Si bien el grupo de microrregiones con valores negativos para ese indicador sigue siendo el más numeroso, la cantidad de microrregiones que lo componen se redujo, de manera que la representatividad de los otros grupos aumentó. Esa evidencia indica un aumento de la continuidad espacial del sistema nacional de innovación, pues sugiere una mayor participación de las localidades en dicho sistema. Cabe destacar la mejora general de los indicadores de CTI con respecto a las observaciones de 2000. Aunque este aspecto ya se abordó en las secciones anteriores, también requiere atención en este análisis, visto que incluso en las microrregiones con estructuras de CTI débiles se incrementaron los niveles de producción tecnológica y científica y se amplió la estructura de enseñanza e investigación.

Cuadro 10

Características de los agrupamientos de microrregiones de acuerdo con el índice de desarrollo regional del sistema de innovación (IDRSI), 2010

IDRSI	Número de observaciones	Valores medios		
		Patentes por millón de habitantes	Artículos por millón de habitantes	Docentes de posgrado por millón de habitantes
<0	458	10,72	23,11	2,76
0-1	66	40,89	217,68	269,01
1-2	18	45,96	522,35	733,37
2-3	8	57,32	968,13	1039,01
>3	8	71,16	2477,13	2508,77
Total	558	16,96	110,96	108,61

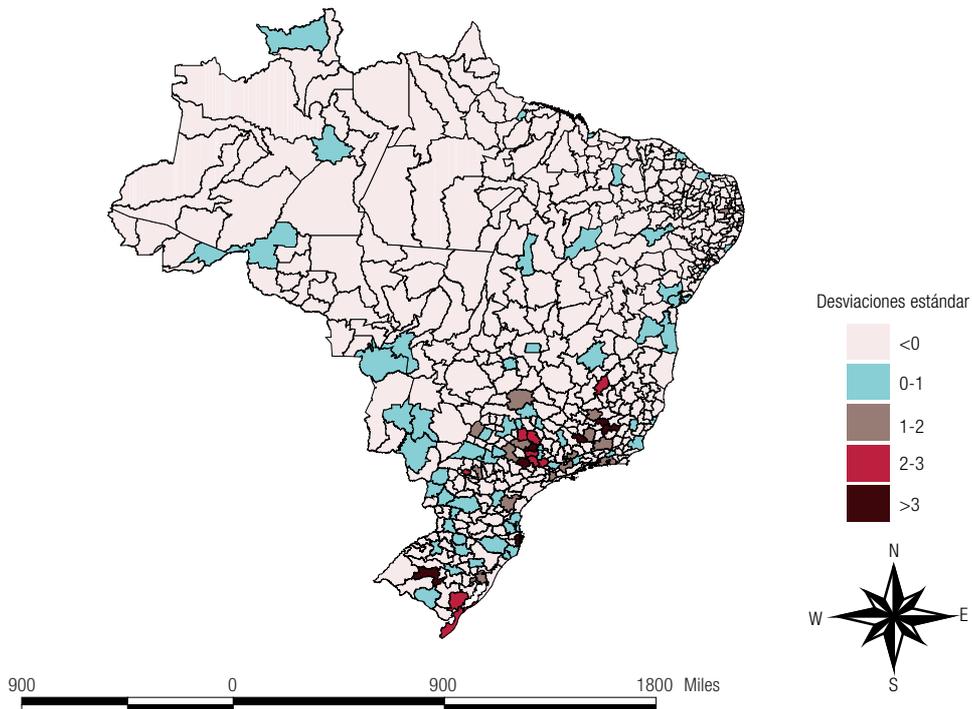
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), el Instituto de Información Científica (ISI) y GEOCAPES.

En el caso de la producción tecnológica, se debe tener en cuenta que, entre 2000 y 2010, el número medio de patentes por millón de habitantes se redujo en las localidades de los grupos con estructuras de CTI intermedias (IDRSI entre 0 y 2) y aumentó en el grupo con estructuras más avanzadas (IDRSI superior a 2). Esta evidencia puede sugerir que las regiones con estructuras de CTI más desarrolladas disfrutaron de mejores condiciones para ampliar su capacidad de innovación tecnológica.

En términos de continuidad espacial del SNI brasileño, la comparación entre los mapas 1 y 2 permite observar su expansión entre 2000 y 2010, sobre todo en el eje sur-sudeste, donde aumentó el número de microrregiones con altos valores del IDRSI. También se aprecia el surgimiento de estructuras importantes de CTI en localidades de las demás macrorregiones, especialmente el Centro-Oeste y el Nordeste. Este resultado sugiere una tendencia al aumento de la continuidad espacial del sistema nacional de innovación en 2010, visto que una parte mayor del territorio brasileño presentó una estructura relevante de ciencia y tecnología. Como se mencionó al inicio de este trabajo, este aspecto concuerda con el proceso de desconcentración regional de los ingresos verificado en el Brasil en los últimos años.

Mapa 2

Brasil: índice de desarrollo regional del sistema de innovación y continuidad espacial, 2010



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI), el Instituto de Información Científica (ISI), GEOCAPES e Ipeadata.

En general, se observa que el sistema de innovación brasileño se vuelve más continuo en el eje territorial que ya se destacaba diez años antes desde ese punto de vista. El desarrollo del SNI brasileño habría sido, entonces, más intenso en los estados de la región Sur, sobre todo en las áreas central y oeste, además de abarcar a un número mayor de microrregiones de Minas Gerais y Río de Janeiro. São Paulo continúa destacándose como el estado con la mayor proporción de microrregiones activas en el SNI brasileño, pues el grado de desarrollo de las estructuras locales de CTI aumentó en gran parte de ellas.

Se destaca también el avance del SNI en la región Centro-Oeste. Además de las microrregiones de Campo Grande (MS), Cuiabá (MT), Goiânia (GO) y Brasília (DF), que ya estaban integradas al SNI en 2000, se registra la participación de nuevas localidades de esta región en 2010. Dichas microrregiones son: Alto Pantanal (MT) (circunvecina a la microrregión de Cuiabá), Dourados (MS) y Aquidauana (MS) (circunvecinas a Campo Grande). Asimismo, se observa que las microrregiones que pasaron a integrar el SNI brasileño de forma efectiva en el Centro-Oeste se desarrollaron alrededor de las microrregiones que ya presentaban esa característica en el año 2000. Las tres microrregiones de Mato Grosso do Sul mencionadas están cerca de microrregiones que se encuentran en una etapa similar de desarrollo en los estados de São Paulo y Paraná. Esto permitió que la continuidad espacial del SNI brasileño se ampliara más allá del eje sur-sudeste y abarcara también parte del centro-oeste del país.

En el Nordeste hubo un movimiento hacia el interior de la región. El SNI avanzó en el sur de Bahía, con la participación de las microrregiones de Vitória da Conquista e Ilhéus-Itabuna. Las microrregiones de Petrolina (PE), Alto Médio Gurgueia (PI) y Teresina (PI) también se incorporaron al SNI. Si bien el aumento del número de microrregiones con participación activa en el SNI brasileño en la región Norte fue menos intenso, también fue positivo para la ampliación de su continuidad espacial. En estas dos regiones, así como en gran parte del estado de Minas Gerais, de Espírito Santo y de la región Centro-Oeste, continúan predominando los espacios en blanco en el mapa 2. O sea, en contraste con lo que ocurre en el eje regional más rico del país, en la parte más pobre la continuidad espacial del SNI prácticamente no existe. Esa condición constituiría otra evidencia de la relación entre la continuidad espacial del sistema de innovación y el desarrollo económico. Los mapas 1 y 2 y los datos evaluados a lo largo de este trabajo muestran que las regiones Sur y Sudeste no solo presentan una mayor producción tecnológica y científica, sino también un cuerpo más amplio de investigadores y una mejor distribución espacial de estos activos de CTI. Esta evidencia no puede disociarse de la disparidad histórica de desarrollo entre estas regiones y el resto del país.

V. Consideraciones finales

El análisis presentado en este trabajo indica que hay en curso un proceso de integración regional del sistema nacional de innovación brasileño. A lo largo de la última década comenzaron a desarrollarse actividades tecnológicas, científicas y de enseñanza e investigación en un número mayor de microrregiones del país. Ese movimiento ocurrió en forma paralela al proceso de desconcentración regional de los ingresos que se verifica en el Brasil en el último período.

Las estadísticas relativas a la producción tecnológica y científica muestran que la participación de las microrregiones brasileñas en esas actividades fue mucho más intensa en 2010 que en 2000. Lo mismo vale para las actividades de enseñanza e investigación. Si bien esto indica una mayor continuidad espacial del sistema nacional de innovación, esa continuidad se verifica casi exclusivamente en las regiones Sur y Sudeste. Como se mencionó, las localidades evaluadas en esas regiones presentan la participación más intensa en el SNI. En las demás macrorregiones brasileñas todavía se observa la predominancia de puntos de discontinuidad en el SNI.

La dicotomía entre el eje sur-sudeste y las demás regiones no puede disociarse de la disparidad económica regional que históricamente ha existido en el Brasil. Se entiende que el mayor desarrollo económico de las dos regiones se refleja necesariamente en su mejor estructura de CTI. Además de ser superior a la de las demás regiones en términos cuantitativos, dicha estructura también está mejor distribuida a lo largo del espacio regional. Esto permite que un número mayor de localidades acceda a los beneficios que derivan de la integración al SNI. En otras palabras, se puede considerar que estas localidades disfrutaban de aspectos como los flujos de conocimiento técnico y científico y la calificación

profesional, que tienen efectos positivos tanto en los sectores con mayor densidad tecnológica como en los más tradicionales.

Una vez más, se destaca la distribución espacial de los entes del SNI en el estado de São Paulo. Tanto los indicadores de CTI analizados de forma aislada como el IDRSI indican una gran participación de las microrregiones de ese estado en el SNI brasileño en los dos años de referencia. El hecho de que se trate del estado más desarrollado del país permite asociar el desempeño paulista directamente con la hipótesis aquí defendida, acerca de la necesidad de una mejor distribución de los entes del sistema nacional en el territorio del país. En otras palabras, la distribución regional equilibrada de los entes del SNI en el estado con mayor grado de desarrollo económico del país indica que este podría ser un camino para la aceleración del desarrollo nacional.

En general, los resultados de este análisis indican que el crecimiento de la producción científica y tecnológica y de la estructura de enseñanza e investigación del Brasil a lo largo de los diez años evaluados se basó en la mejora de su distribución regional. La ampliación del SNI permitió un aumento de su continuidad espacial. Sin embargo, todavía queda mucho por hacer en cuanto a la integración regional del sistema de innovación. Ese proceso ampliará la integración económica regional, de manera que un número mayor de localidades pueda participar y beneficiarse de los avances científicos y tecnológicos, ya sea en la industria, la agricultura o los servicios especializados, como ya ocurre en las regiones más desarrolladas. El desarrollo económico y la consolidación del sistema nacional de innovación presuponen la desconcentración regional de los ingresos y de los entes que componen el SNI.

Bibliografía

- Asheim, B.T. (1996), "Industrial districts as 'learning regions': a condition for prosperity", *European Planning Studies*, vol. 4, N° 4, Taylor & Francis.
- Asheim, B.T. y M. Gertler (2005), "The geography of innovation", *The Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg, D. Mowery y R.R. Nelson (eds.), Oxford, Oxford University Press.
- Christaller, W. (1966), *Central Places in Southern Germany*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- Cooke, P. (1998), "Introduction: origins of the concept", *Regional Innovation Systems*, H. Braczyk, P. Cooke y M. Heidenreich (eds.), Londres, UCL Press.
- Edquist, C. (2005), "Systems of innovation: perspectives and challenges", *The Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg, D. Mowery y R.R. Nelson (eds.), Oxford, Oxford University Press.
- Florida, R. (1995), "Toward the learning region", *Futures*, vol. 27, N° 5, Amsterdam, Elsevier.
- Freeman, C. (2002), "Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth", *Research Policy*, vol. 31, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- _____(1995), "The 'National System of Innovation', in historical perspective", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, N° 1, Oxford University Press.
- _____(1987), *Technology Policy and Economic Performance*, Londres, Pinter Publishers.
- Furtado, C. (1967a), *Teoria e política do desenvolvimento econômico*, São Paulo, Cia. Editora Nacional.
- _____(1967b), "Intra-country discontinuities: towards a theory of spatial structures", *Social Science Information*, vol. 6, N° 6, SAGE.
- Granovetter, M. (1985), "Economic action and social structure: the problem of embeddedness", *American Journal of Sociology*, vol. 91, N° 3, Chicago, The University of Chicago Press.
- Hirschman, A. (1977), "Transmissão Inter-regional e internacional do crescimento econômico", *Economia regional: textos escolhidos*, J. Schwartzman (ed.), Belo Horizonte, Centro de Desarrollo y Planificación Regional (CEDEPLAR).
- Isaksen, A. (2001), "Building regional innovation systems: is endogenous industrial development possible in the global economy?", *Canadian Journal of Regional Science*, vol. 24, N° 1.
- Jaffe, A. (1989), "Real effects of academic research", *American Economic Review*, vol. 79, N° 5, Nashville, Tennessee, American Economic Association.

- Lundvall, B.-A. (1992), "Introduction", *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, B.-A. Lundvall (ed.), Londres, Pinter Publishers.
- Mingoti, S. (2005), *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*, Belo Horizonte, Editora UFMG.
- Nelson, R.R. y N. Rosenberg (1993), "Technical innovation and national systems", *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, R. Nelson (ed.), Nueva York, Oxford University Press.
- Oinas, P. y E. Malecki (1999), "Spatial innovation systems", *Making Connections: Technological Learning and Regional Economic Change*, E. Malecki y P. Oinas (eds.), Aldershot, Ashgate.
- Perroux, F. (1967), *Economia do século XX*, Lisboa, Herder.
- Pinto, A. (2000), "A natureza e implicações da heterogeneidade estrutural na América Latina", *Cinquenta anos de pensamento na CEPAL*, R. Bielschowsky (ed.), Río de Janeiro, Record.
- Silveira Neto, R. y C. Azzoni (2013), "Os programas sociais e a recente queda na desigualdade regional da renda no Brasil", *Bolsa Família: uma década de inclusão e cidadania*. T. Campello y M. Neri (eds.), Brasília, Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA).
- STATA CORP (2009), *Stata Multivariate Statistics Reference Manual: Release 11*, College Station, Stata Press.