

sos y bien conectados, con mixtura social y funcional.

- **Prioridad 4.** Transitar hacia el desarrollo sostenible, hacia una economía baja en carbono, a través del cambio energético (renovables y menor intensidad energética) y de una movilidad pública y colectiva vertebrada por sistemas de transporte que vayan tramando de forma eficiente la red policéntrica de metrópolis.

Este cuadro de prioridades requiere la redefinición de los actuales marcos institucionales, con el fin de impulsar las políticas públicas necesarias. Es necesario fortalecer la gobernanza de proximidad, la lógica multinivel y los mecanismos de democracia abierta. La complejidad de las cuestiones a abordar debería implicar una apuesta clara por situar más capacidad de decisión y de gestión en el territorio. Gobiernos municipales fuertes, con autonomía política y recursos económicos suficientes para promover agendas de cambio socioeconómico, urbano y ecológico. Gobiernos municipales que, por otro lado, deben estar presentes en redes de coordinación horizontal y de gobernanza multinivel. Las ciudades deben cooperar entre ellas: Barcelona, Lyon, Tolosa, Montpellier, Valencia... tienen hoy un potencial cooperativo aún inexplorado en muchos aspectos de las agendas municipales.

A su vez, los gobiernos locales no pueden permanecer ajenos o ser simples brazos ejecutores de las políticas europeas. La UE debe reforzar su agenda regional y urbana, pero tiene que hacerlo desde la plena implicación de las ciudades y las áreas metropolitanas. Y desde procesos abiertos a la ciudadanía. El carácter complejo de los retos no tiene que comportar ningún tipo de involución tecnocrática en el gobierno del territorio. El conjunto de las transiciones señaladas piden cambios actitudinales y culturales que hay que construir desde la implicación de la gente, barrio a barrio; ciudad a ciudad. En síntesis, es preciso seguir construyendo un nuevo municipalismo en red, una gobernanza metropolitana más potente y democrática, y una agenda regional y urbana europea forjada de bajo arriba y en clave democrática.

LA MEGARREGIÓN: UNA NUEVA UNIDAD DE ANÁLISIS ECONÓMICO-TERRITORIAL

Joan Marull
Vittorio Galletto
Elena Domene

1. Las redes de ciudades

Las ciudades no son elementos aislados, sino que se conectan entre sí para formar sistemas y redes. Tradicionalmente, los sistemas urbanos se han estudiado desde un punto de vista jerárquico (Christaller, 1933). De acuerdo con esta aproximación, las dimensiones urbanas reflejarían la existencia de una jerarquía de bienes y servicios, lo que expresaría el tamaño del mercado. No obstante, estudios posteriores han demostrado que algunas estructuras urbanas son una mezcla de estructuras jerárquicas (verticales) y no jerárquicas (horizontales), en forma de "redes de ciudades" (Boix y Trullén, 2007).

Las redes de ciudades se han definido como un conjunto de relaciones funcionales entre centros complementarios o similares, relaciones que permiten la aparición de econo-

mías de especialización (división del trabajo o de economías de sinergia (cooperación e innovación) (Pred, 1977). En estas redes, las ciudades se benefician de las ventajas económicas que se derivan no solo de su propia dimensión urbana, sino también de la eficiencia de toda la red de relaciones.

Así, el paradigma de las redes de ciudades sugiere implícitamente extender el objeto de análisis más allá no solo de las ciudades, sino también de las respectivas áreas metropolitanas. La importancia de este cambio de escala es fundamental para ayudar a conseguir resultados positivos en términos de eficiencia económica y, probablemente, de cohesión social y de calidad ambiental.

Las fuerzas que explican —y empujan hacia— la aglomeración de la población y de la actividad económica surgen de las ventajas que los agentes económicos obtienen como consecuencia de una localización con proximidad a otros agentes (Trullén, *et al.* 2013). Entre estas ventajas se pueden diferenciar las que se generan por la aglomeración de producción dentro de la empresa (las economías internas), y las que se generan fuera de la empresa (las economías externas). De las economías externas distinguimos: las economías de localización, las de urbanización y las de red.

Las economías de localización generan ventajas que se derivan del emplazamiento concentrado de empresas que realizan actividades parecidas, y por lo tanto del hecho de tener acceso a un mercado de trabajo ya formado, con proveedores especializados, con conocimiento sobre el sector compartido en el territorio. Es decir, están relacionadas con la especialización productiva.

Las economías de urbanización provienen de la interacción con otros sectores y del ambiente urbano en general, por lo tanto es importante la dimensión del mercado, la diversidad productiva y también diversidad social, que facilitan la innovación, así como la presencia de importantes bienes públicos (centros de enseñanza, I+D, transporte, etc.). Es decir, están relacionadas con la diversidad.

Por último, las economías de red se derivan de la organización de la producción en el espacio y del efecto de 'masa crítica' que consiguen las ciudades al interactuar funcionalmente, así como de los intercambios materiales y de conocimiento entre los nodos que forman parte de la red.

Las economías que se acaban de presentar se relacionan con el modelo de ciudad y la forma urbana, tal y como se presenta en la figura 1. En primer lugar se distingue la 'ciudad taylorista', propia de finales del siglo XIX y principios del XX, en la que las ventajas en la producción se obtienen internamente en las empresas mediante la máxima división del trabajo. En segundo lugar la 'ciudad fordista', propia del periodo entre los años cuarenta y los setenta del siglo pasado, en el que la producción se basa en grandes producciones realizadas en grandes establecimientos para obtener economías de escala internas en las empresas. En ambos casos, el modelo de ciudad es el de la ciudad monocéntrica, que va creciendo a medida que los establecimientos productivos crecen y absorben a más trabajadores.

El paso a la 'ciudad flexible' (figura 1) supone un cambio importante. A partir de los años 70 el aumento en la renta disponible en los países occidentales hace que los consumidores aumenten su preferencia por productos no estandarizados y diferenciados, de manera que el modelo fordista es superado por el modelo de producción flexible que permite realizar series cortas y adaptadas a

los gustos particulares y cambiantes. Con este modelo de producción las economías externas a las empresas son más eficientes y el modelo de ciudad evoluciona hacia estructuras donde no hay un único centro (la ciudad policéntrica), donde pueden existir diferentes centros con especializaciones parecidas (economías de localización).

Finalmente, a finales del siglo XX aparecen la 'ciudad del conocimiento' y la 'ciudad creativa', donde tanto la necesidad de adaptarse a los gustos del consumidor como las nuevas técnicas de producción hacen que el conocimiento y la creatividad se conviertan en factores de producción clave. En este caso las economías externas que aportan competitividad son las de localización pero también las de diversidad, de 'fertilización cruzada' entre sectores y actividades, y el modelo de ciudad es el de la 'red de ciudades', con un área metropolitana todavía más extensa.

Es preciso hacer notar que, en esta evolución, la delimitación de la ciudad, de la metrópolis, se va complicando, pasando de una ciudad monocéntrica claramente definida a una ciudad policéntrica, posteriormente a un área metropolitana, más adelante a un conjunto de ciudades en red y, finalmente, a lo que denominamos una megarregión.

2. De la metrópolis a la megarregión

¿Qué sucede cuando las economías externas, espacialmente móviles, superan los límites de la ciudad metropolitana? Una vez más, los límites de la metrópolis necesitan redefinirse para abarcar una escala supramunicipal más extensa. La idea de estructura urbana transmetropolitana se remonta a la primera mitad del siglo XX y se inició en el campo de la planificación urbana.

En la década de 1930, después de un debate entre el pensador norteamericano Lewis Mumford y el director del Plan de la región de Nueva York, Thomas Adams, se conformaron dos maneras de entender el crecimiento de las ciudades (Lang y Nelson, 2009). Adams consideraba que las ciudades mantendrían la forma del siglo XIX, incluso a medida que crecieran hasta los 10 o 20 millones de habitantes y se extendieran a 50 kilómetros o más del centro. En cambio, Mumford previó un cambio radical en la estructura metropolitana, lejos de una metrópolis monocéntrica, en el sentido de una red más dispersa de ciudades y pueblos situados en un espacio vasto pero integrado, que denominó región urbana. Este concepto de región urbana es el progenitor de la megalópolis.

Aunque la noción de megalópolis fue muy influyente en la década de 1960, el concepto tuvo un impacto poco importante fuera de la esfera académica. No obstante, el rápido crecimiento de las relaciones económicas a partir de la década de 1990, con el fin de los grandes bloques y el crecimiento de los países de Asia y de América del Sur, ha hecho recuperar el interés en el estudio de estas grandes regiones densamente pobladas. Por ejemplo, en el año 1993 Kenichi Ohmae afirmaba que el estado-nación se había convertido en una unidad de organización de la actividad humana y económica 'no natural', incluso disfuncional, en un mundo sin fronteras y que, por lo tanto, tendría que ser reemplazado con lo que él denominó estados-región (Ohmae, 1993).

Los estados-región se convierten en zonas económicas 'naturales', y pueden caer dentro de las fronteras nacionales o no. Un estado-región tiene que ser lo bastante grande para proporcionar un mercado atractivo y justificar funcionalmente infraestructuras de comunicación y de transporte (al menos

un aeropuerto internacional y/o un puerto), así como servicios profesionales de calidad, lo que es necesario para competir a escala global. En este sentido, los estados-región no se definen por las economías de escala en la producción, sino por haber llegado a desarrollar economías de escala eficientes en el consumo, en las infraestructuras y en los servicios profesionales.

Hoy en día la globalización está evidenciando la creciente interdependencia de las redes sociales, económicas y ambientales. El resultado es que las dimensiones espaciales que explican los procesos más relevantes para el bienestar de las personas no están contenidas dentro de los límites administrativos tradicionales. Cada vez más, la unidad geográfica más apropiada de organización social y de coordinación económica no es la ciudad, ni siquiera el área metropolitana, sino que lo es la red de ciudades que configura una megaregión (Ross, 2009).

Las megaregiones son unidades económicas globales emergentes, resultado de la concentración de centros de innovación, producción y consumo (Florida, *et al.* 2007), que sobrepasan la escala metropolitana. Las megaregiones están formadas por centros metropolitanos y sus áreas de influencia (Florida, 2008). Representan una nueva unidad funcional de análisis que emerge de la expansión de áreas metropolitanas, que no únicamente aumentan su dimensión y se hacen más densas, sino que también crecen más allá, uniéndose con otras metrópolis. Una megaregión es, por lo tanto, una aglomeración policéntrica de ciudades y de sus entornos menos densos.

Aunque el desarrollo de las megaregiones está fundamentado en la teoría de las economías de aglomeración, y se focaliza la atención en su crecimiento económico, los procesos sociometabólicos que se derivan pueden ocasionar cambios profundos en el entorno y, a la vez, incidir en el cambio global (Grazi, *et al.* 2008). Así, los beneficios de estos sistemas de ciudades policéntricas no solo serían de naturaleza económica, sino que la aglomeración urbana también puede aportar ventajas en términos de sostenibilidad ambiental y bienestar social (Glaeser, 2011). Por lo tanto, no tiene que sorprender que planificadores y políticos a todos los niveles administrativos de Europa hayan empezado a desarrollar políticas para recoger estos beneficios del policentrismo (Vandermotten, *et al.* 2008). El Ayuntamiento de Barcelona y el Área Metropolitana de Barcelona no han sido ajenos a este interés (Trullén, *et al.* 2010; Marull, *et al.* 2013).

La progresiva inclusión de las regiones de Europa dentro de redes policéntricas de ciudades (véase la evolución de la megaregión Barcelona-Lyon en la figura 2), les aporta un beneficio económico significativo, tal y como se verá más adelante. Las regiones que más pueden beneficiarse económicamente de estar en una megaregión son las áreas periféricas. Así, las megaregiones tienden a aumentar de superficie y población, al tiempo que incrementan su actividad económica y su nivel de innovación. No obstante, se observa un estancamiento debido a la actual crisis económica, especialmente notorio en el caso de la megaregión Barcelona-Lyon (IERMB, 2015).

Un factor clave en las megaregiones es que el crecimiento no parte de una aglomeración central y se extiende hacia una área vacía, sino que puede abarcar muchas otras áreas urbanas, algunas de ellas de dimensión similar a la central. Por lo tanto, las economías de aglomeración urbanas se pueden obtener no solo de economías derivadas de la estructura económica (y social) concentrada y diversificada, sino también de las economías

generadas por las relaciones que se desarrollan en la red de centros y nodos que forman parte de la megaregión (economías de red).

Las empresas se localizan donde las capacidades y los mercados están concentrados; los capitales, donde los retornos son mayores, y las personas altamente cualificadas se mueven hacia donde se encuentran las oportunidades. El resultado es una economía mucho más integrada. Ello significa que tanto el capital como el talento se concentran allí donde las oportunidades para obtener más productividad y rendimiento son más altos; en consecuencia, todos los países experimentan concentraciones masivas de población y de producción en las áreas urbanas más densas y extensas (Florida, 2007).

Desde este punto de vista, el estudio del proceso de crecimiento económico y de creación de riqueza, así como otros fenómenos sociales y ambientales que se derivan, realizado solo a través de datos de la ciudad o del país, puede ser inadecuado. Por otra parte, los responsables políticos se enfrentan a retos que afectan a sus ciudades y barrios, pero que no pueden ser resueltos por las medidas adoptadas únicamente en la ciudad o metrópolis. Un ejemplo es la coordinación de nuevas inversiones en el desarrollo de redes de transporte, con la finalidad de aumentar la capacidad para mover mercancías de forma rápida a gran escala.

Las megaregiones han incrementado sustancialmente su red de transporte en las últimas décadas (Trullén y Marull, 2011). Cuando una red compleja incorpora un alto grado de policentrismo (información) se hace más eficiente y estable (Marull, *et al.* 2015). Por otra parte, las megaregiones también tienden hacia una mayor eficiencia energética, a causa, principalmente, de la terciarización de la economía, lo que les permite contribuir a una economía baja en carbono, que a su vez favorece la calidad ambiental. Finalmente, sistemas urbanos con una mayor información organizada pueden contribuir más eficazmente a mejorar la cohesión social.

En síntesis, el desarrollo de las megaregiones se fundamenta en una mayor eficiencia energética y de la red de transporte, lo que incrementa la aparición de dinámicas socioeconómicas que, a su vez, inciden en los procesos ecológicos y afectan al cambio global. Sistemas urbanos más compactos y basados en la economía del conocimiento resultan más eficientes en el consumo de recursos y disminuyen la entropía, manifestada en una menor emisión de CO₂ y un menor impacto en el paisaje, en línea con la Estrategia Europa 2020.

Existe, sin embargo, un debate abierto sobre quien está realmente interesado en promover el concepto de megaregión (por ejemplo, en relación con el desarrollo urbano y de infraestructuras, ya que implica grandes presupuestos en esta escala territorial), apuntando a los defensores de los modelos procrecimiento neoliberales. Estos estudios críticos cuestionan la sostenibilidad de estos sistemas de ciudades a escala megaregional (por ejemplo, en el sentido de que no se tiene en cuenta el espacio público y la calidad de vida a escala local) (Harrison y Hoyler, 2015). A pesar de estas observaciones, nuestra investigación parte de la hipótesis de que las economías de aglomeración, y la transformación del modelo económico actual hacia otro basado en el conocimiento, puede alcanzar actividad económica y al mismo tiempo reducir la intensidad energética, disminuyendo el impacto del desarrollo urbano en términos de entropía.

En definitiva, pensamos que en un futuro próximo podría ser necesario redirigir las políticas económicas y regionales (como el planeamiento urbanístico y de infraestructuras) hacia una mejora de la sostenibilidad a escala megaregional. Este objetivo sería estratégico para el desarrollo socioeconómico de Cataluña y del área metropolitana de Barcelona.

3. La delimitación de las megaregiones

Las megaregiones son entidades geográficas que no se corresponden con unidades administrativas, así que no hay estadísticas oficiales ajustadas a las áreas que cubren. No obstante, nuevas aplicaciones satelitales permiten delinear megaregiones. En concreto, se han utilizado bases de datos de luces nocturnas (*night-time lights*, NTL) aportadas por el sensor satelital norteamericano DMSP-OLS del NOAA-DGDN, con el objeto de delimitar las megaregiones europeas y describir su dinámica a lo largo del tiempo.

Se trabaja con un período de tiempo de hasta veintiún años (desde 1992 hasta 2012) para el que se dispone de datos NTL proporcionados por el NOAA-DGDN. El marco geográfico en que se enmarca este número de *Papers* son las doce megaregiones europeas que forman parte de la Unión Europea (UE-27). Para delimitar las megaregiones primero se tiene que proceder a una serie de tareas de preprocesamiento de las bases NTL. Estas tareas incluyen la elección de los mejores datos satelitales disponibles, la depuración de los mismos (por ejemplo, la eliminación de las luces derivadas de las llamadas de gas), la intercalibración de los datos para que puedan resultar comparables entre los distintos años (por ejemplo, en caso de diferentes sensores satelitales), la reproyección de los datos para tenerlos con el mismo sistema geográfico de referencia, el cálculo de un valor promedio para aquellos años en que hay varios satélites, y la verificación de los datos.

Existen diversas metodologías para definir las megaregiones, que se basan principalmente en datos censales y en un conjunto estructurado de criterios (como las redes de transporte, el crecimiento demográfico y el consumo de suelo) (Lang y Dhavale, 2005). En el presente trabajo se utilizan las bases NTL para monitorizar la dinámica urbana a escala megaregional. Uno de los beneficios de utilizar NTL, frente a las estadísticas nacionales, es que permite delimitar y estimar indicadores por unidades de análisis no administrativas.

Para delimitar las megaregiones se han utilizado los siguientes criterios: i) una megaregión está formada por una zona iluminada contigua, con más de una gran ciudad o región metropolitana, y más de 100.000 millones de dólares de producto regional basado en la luz (PRL); ii) teniendo en cuenta que una megaregión se caracteriza por una contigüidad física de los asentamientos humanos, se ha introducido un umbral mínimo de intensidad de la luz (DN=10) y una distancia mínima entre áreas iluminadas (3 km). Según Florida, hay 40 megaregiones en el mundo (doce europeas), que llenan el 18% de la población mundial y producen el 66% de su actividad económica (Florida, 2008). En base a estos criterios, la llamada megaregión Barcelona-Lyon (figura 3) constituye la decimosexta del mundo en términos población.

A continuación se presenta la dinámica espacial y temporal de las doce megaregiones europeas. En la figura 4 se muestra el crecimiento urbano de las megaregiones en el período 1992-2012. En este período la superficie de las megaregiones casi

se han duplicado (de un total de 570.702 km² en 1992 a 934.309 km² en 2012). En la UE-27 se reconocen una docena de megarrregiones:

- La megarrregión mayor, no solo por su extensión sino también por su potencial económico, es la megarrregión 'Am-Brus-Twerp', que atraviesa Amsterdam-Rotterdam, Ruhr-Colonia, Bruselas y Amberes, hasta Lille, ocupando 160.840 km², con una población de 60,8 millones de personas y un PIB de 1.921.309 millones de euros (2012).

- La segunda mayor en extensión es la megarrregión 'Viena-Budapest', que aparte de incluir las ciudades de Viena y de Budapest, abarca buena parte del territorio polaco. Ocupa 159.577 km², tiene una población de 35,7 millones de personas y un PIB de 693.960 millones de euros (2012).

- La tercera más extensa es la megarrregión italiana 'Rom-Mil-Tur' (140.606 km²), con una superficie que incluye Milán, Roma y Turín, con 43,9 millones de personas que producen 1.151.180 millones de euros (2012).

- La megarrregión alemana 'Frank-Gart' que abarca Stuttgart, Frankfurt y Mannheim es la cuarta en términos de extensión (103.960 km²), con 28,6 millones de personas y una producción de 888.446 millones de euros (2012).

- Sigue la megarrregión británica 'London' que se extiende desde Londres hasta Leeds, Manchester, Liverpool y Birmingham, con 50,2 millones de personas y 1.340.108 millones de euros en producción económica (2012).

- La sexta megarrregión europea en extensión (88.934 km²) es 'Barce-Lyon' que se extiende de Barcelona a Tolosa, Marsella y Lyon, que se alarga hasta Murcia por el sur de España, (ya llega hasta Almería), con 27,3 millones de personas que producen 714.211 millones de euros (2012).

- Después, la megarrregión 'Prague', que se extiende desde Praga hasta las ciudades alemanas de Dresde, Leipzig y Nuremberg, con 79.762 km², una población de 20,4 millones de habitantes y 555.007 millones de euros de PIB (2012).

- La megarrregión francesa 'Paris', es la octava en términos de superficie (39.327 km²), con una población de 10,3 millones de personas y un PIB de 285.215 millones de euros (2012).

- Sigue la megarrregión portuguesa 'Lisbon', que se extiende hasta Oporto y llega a abarcar territorio español hasta A Coruña, con 32.241 km², 9,0 millones de habitantes y 185.649 millones de euros (2012).

- La otra megarrregión británica, 'Glas-Burgh', abarca Glasgow y Edimburgo, con una superficie de 9.966 km² un total de 4,7 millones de personas, y 126.292 millones de euros de PIB (2012).

- La megarrregión española 'Madrid' es la undécima en términos de superficie con una extensión total de 12.966 km², una población de 4,7 millones de personas y un PIB de 113.451 millones de euros (2012).

- Por último, la más pequeña en extensión, es la megarrregión alemana 'Berlin', con una superficie de 5.886 km², una población de 2,7 millones de habitantes y un PIB de 83.970 millones de euros (2012).

Barcelona-Lyon es la sexta megarrregión europea más extensa. Con una superficie total de 47.452 km² en 1992, ha crecido hasta los 88.934 km² en 2012 (figura 4). En este período 'Barce-Lyon' ha incrementado un 87,4%

su extensión; su mayor crecimiento se experimentó en el año 2008, cuando parte de la Comunidad Valenciana y de Murcia se incluyeron dentro de esta megarrregión. En términos relativos, 'Barce-Lyon' es la cuarta megarrregión con un mayor incremento de superficie en este período, por detrás de las megarrregiones 'Lisbon', 'Viena-Budapest' y 'Prague'.

4. Beneficios económicos de pertenecer a una megarrregión

Se ha puesto a prueba la hipótesis de partida de si pertenecer a una megarrregión implica beneficios en términos de crecimiento económico. La muestra utilizada para realizar este análisis comprende todas las NUTS3 (UE-27) clasificadas en tres categorías: NUTS3 que pertenecen a una megarrregión desde 1992; NUTS3 que pertenecen a una megarrregión desde 2001; NUTS3 que no han formado parte de una megarrregión en el período de análisis (1992-2007). El criterio para considerar que una NUTS3 pertenece a una megarrregión en un tiempo determinado es que contenga más de 90% de su NTL. Se analiza el crecimiento en PIB per cápita en tres períodos (1992-2001; 2001-2007; 1992-2007).

Los resultados (tabla 1) mostraron diferencias significativas en un mayor incremento del PIB per cápita cuando las NUTS3 se asociaron a una megarrregión en el año 1992, en comparación con aquellas que fueron asociadas a estas en 2001 o las que nunca han estado en una megarrregión. Aunque no se han encontrado diferencias significativas, los resultados también muestran una leve tendencia a un mayor incremento en el PIB per cápita en el período 1992-2007 en las NUTS3 que han entrado a formar parte de una megarrregión, en comparación con las que no han estado nunca incluidas. Estos datos parecen indicar que para el caso de las NUTS3 que han entrado a formar parte de una megarrregión recientemente (2001) los beneficios obviamente no son inmediatos, pero los resultados muestran una clara tendencia a un mayor crecimiento del PIB per cápita.

El análisis que se ha llevado a cabo considera todas las regiones de la Unión Europea-27 (NUTS3) y confirma que la inclusión de diferentes regiones dentro de megarrregiones les aporta un beneficio económico significativo (PIB per cápita), si se compara con las regiones no incluidas en estas redes de ciudades.

En la evaluación de la hipótesis, implícitamente se puede estar comparando regiones más urbanizadas respecto a regiones menos urbanizadas, donde el grado de urbanización tiene un conocido impacto en el PIB. Por lo tanto, se puede preguntar si el beneficio económico (en términos de PIB per cápita) de entrar en una megarrregión debido al mismo hecho de pertenecer a ella, o está condicionado por el carácter urbano de la NUTS3. Para poder analizar esta limitación potencial, se ha segregado la muestra de NUTS3 en tres categorías, según el porcentaje de uso del suelo urbano (CORINE Land Cover). Las tres categorías son: bajo (< 5% suelo urbano); medio (5-10% suelo urbano); alto (>10% suelo urbano).

Los resultados (tabla 2) muestran que las NUTS3 con niveles bajos y medios de uso del suelo urbano presentan beneficios económicos (en términos de PIB per cápita) por el hecho de pertenecer a una megarrregión y estos son estadísticamente significativos. No obstante, las NUTS3 con altos niveles de uso del suelo urbano no muestran diferencias significativas en relación con su crecimiento del PIB per cápita en el período de análisis. Estos resultados podrían indicar

que el mayor beneficio económico de entrar en una megarrregión se da en NUTS3 con niveles de urbanización bajos o medios, normalmente periféricas al núcleo central de la megarrregión; mientras que las NUTS3 con alto nivel de urbanización son bastante competitivas por sí mismas.

Se verifica la hipótesis de partida propuesta, es decir, que la inclusión de un territorio en una megarrregión representa un beneficio en términos de crecimiento económico. Los resultados muestran diferencias significativas en el sentido de un mayor incremento del PIB per cápita en las regiones europeas (NUTS 3) que estaban incluidas en una megarrregión en el año 1992, con respecto a las que lo estuvieron a partir del año 2001, o las que no lo han estado nunca. También se demuestra la misma tendencia incluso en aquellas regiones que se han incorporado recientemente. Los resultados obtenidos implican que las regiones europeas (NUTS3) que más se beneficiarían de estar en una megarrregión (en términos de crecimiento de PIB per cápita) serían las áreas periféricas.

5. Conclusiones: la megarrregión como nueva unidad económico-territorial

En este capítulo se estudia el desarrollo de las redes de ciudades hacia sistemas urbanos más complejos denominados *megarrregiones*, y se evalúan las consecuencias de esta nueva unidad de análisis económico-territorial en el contexto de la sostenibilidad. Se propone un método para la delimitación espacial de las megarrregiones y su cambio en el tiempo, y se realiza un análisis para evaluar los beneficios económicos de pertenecer a una megarrregión.

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de partida: la inclusión de una región europea dentro de una megarrregión implica beneficios en términos de actividad económica. Se han encontrado diferencias significativas en cuanto a un mayor incremento del PIB per cápita en regiones que ya estaban dentro de una megarrregión en 1992, respecto de aquellas regiones que no se incluyeron dentro de una megarrregión hasta 2001 o que nunca han formado parte de una megarrregión.

Los resultados también muestran que las regiones con un grado de urbanización bajo o medio son las que más se benefician en el incremento del PIB per cápita, cuando se incluyen en una megarrregión. Como las megarrregiones son aglomeraciones policéntricas de ciudades y sus entornos menos densos, estos resultados implican que las regiones que más se benefician económicamente de pertenecer a ellas son las áreas periféricas, mientras que las áreas centrales aumentan su competitividad al incrementar la red de ciudades.

El funcionamiento de las economías de aglomeración y de red, y la transformación del modelo económico actual hacia un modelo basado en el conocimiento, permite alcanzar niveles superiores de PIB y, al mismo tiempo, reducir la intensidad energética, disminuyendo el impacto del desarrollo urbano en términos de entropía. La experiencia de las megarrregiones más desarrolladas muestra que esta transición es posible. El cambio de modelo económico, con una terciarización de la economía, una creciente importancia de las economías de aglomeración donde el conocimiento se convierte en el factor productivo clave, también debería ser la fuerza de cambio en el modelo energético.

Cuando un sistema se vuelve más complejo tiende a reducir su dependencia energética, incrementando su información organizada y su conocimiento (Marull, *et al.* 2015). Por analogía, en los sistemas urbanos ello

significaría que en el futuro la competitividad de las redes de ciudades se fundamentará en modelos económicos más basados en el conocimiento que en el consumo de recursos. En consecuencia, tratar de cambiar el modelo económico por razones únicamente medioambientales sin considerar el papel que desempeñan las economías de aglomeración (redes de ciudades) podría tener efectos negativos inesperados y causar disfunciones en términos económicos pero también ecológicos.

Estas conclusiones se pueden relacionar con la Estrategia Europa 2020 que incentiva un "crecimiento inteligente, sostenible e inclusivo", destacando el rol que pueden tener para conseguir estos objetivos las redes de ciudades policéntricas que configuran las megarregiones europeas (véase el anexo para más detalles de cada megarregión). En un futuro próximo, habrá que redirigir las políticas económicas y regionales hacia una mejora de la sostenibilidad a nivel megarregional.

LAS REDES DE CIUDADES: LA ESTRUCTURA DE LAS MEGARREGIONES EN EUROPA

Joan Marull
Carme Font
Rafael Boix

1. Las redes urbanas policéntricas

En los últimos dos siglos los límites de las ciudades se han estado redefiniendo constantemente. La fuerza motriz principal de los cambios de escala experimentados por las ciudades ha sido el efecto liberador de lo que se ha denominado "economías externas espacialmente móviles" (Trullén, *et al.* 2013), que no están limitadas a una simple localidad debido a fuerzas de aglomeración, sino que pueden crear complejas "estructuras urbanas transmetropolitanas a gran escala" (Lang y Nelson, 2009), como son las megarregiones.

El desarrollo de las megarregiones es causa y consecuencia de la densificación y la aceleración de procesos socioeconómicos, que resultan en niveles crecientes de complejidad y eficiencia. Las megarregiones están formadas por centros metropolitanos y sus áreas de influencia (Ross, 2009). Representan una nueva unidad de análisis de la red de ciudades, normalmente policéntrica, que emerge de la expansión de áreas metropolitanas, que crecen más allá uniéndose con otras metrópolis.

Un debate actual relevante en relación con las megarregiones se basa en la cuestión de si el policentrismo debería incorporar aspectos relacionales entre los centros que configuran el sistema urbano (Green, 2007). El policentrismo morfológico básicamente trata la dimensión y la distribución de los centros urbanos en el territorio y compara las distribuciones más equilibradas (Meijers y Burger, 2010). A su vez, el policentrismo funcional considera las conexiones entre los asentamientos y estudia el conjunto de relaciones multidireccionales (Goei, *et al.* 2010).

Combinar las características morfológicas con las relaciones funcionales en una misma aproximación conduce a una confrontación entre distintas dimensiones del policentrismo (Hoyler, *et al.* 2008). Se ha demostrado que muchas regiones tienden a ser más morfológicamente que funcionalmente

policéntricas, es decir, con distintos nodos pero con poca conectividad entre ellos. Esta diferencia se explica por la dimensión, la conectividad externa y el grado de autosuficiencia (Burger y Meijers, 2012).

En este sentido, el término policentrismo básicamente se refiere a la pluralidad de centros urbanos en un territorio (Parr, 2004). No obstante, el policentrismo tiende a estar estrechamente asociado con una distribución equilibrada de la importancia de estos centros urbanos en uno o diversos niveles. El presente artículo propone una serie de indicadores para medir, desde una aproximación estructural, la eficiencia y la estabilidad de las redes de ciudades a escala megarregional en el ámbito europeo (Marull, *et al.* 2015), tomando como referente la megarregión Barcelona-Lyon.

El desarrollo de las redes de ciudades dentro de la matriz territorial no es ajeno al proceso disipativo (Filchakova, *et al.* 2007), lo que resulta en una creciente complejidad inherente al propio metabolismo urbano (Wilson, 2009). El propósito de este artículo es demostrar que las megarregiones emergen a través de una mayor disipación de energía, pero también por el establecimiento de redes de ciudades conectadas por sistemas de transporte, que se tornan más eficientes en la actividad económica y de conocimiento, lo que sugiere la necesidad de una nueva escala geográfica para explorar la sostenibilidad (figura 1).

La aparición de complejidad en el territorio es inevitable, debido a la disipación de energía en el espacio (Pulselli, *et al.* 2006). Cuando una ciudad crece, las necesidades suelen aumentar más rápidamente que las disponibilidades, lo que pone unos límites al crecimiento. Con el fin de superarlos, es preciso desarrollar sistemas de transporte más rápidos y sistemas de procesamiento más eficientes. En el pasado, un elemento importante para el crecimiento de las grandes ciudades fue el desarrollo de los ferrocarriles, que aumentaron la eficiencia del transporte, y las máquinas de vapor, que incrementaron la capacidad de crear empleo. Actualmente, el tren de alta velocidad (TAV) tiene el potencial de ser un modo de transporte eficiente a escala megarregional (figura 2).

A modo de ejemplo, el TAV es a menudo citado como una solución a diversos problemas de transporte, ya que puede contribuir a reducir la congestión en las carreteras y los aeropuertos, mejorar la movilidad e, incluso, aportar algunos beneficios ambientales. En relación con este último aspecto, se ha demostrado empíricamente, para el caso del Estado español, que las emisiones de CO₂ de los TAV (por pasajero) suelen ser iguales o incluso menores que las de los trenes convencionales que viajan entre las mismas estaciones, pero en el caso del TAV se incrementa notablemente la velocidad.

Así pues, el TAV es más eficiente energéticamente que el transporte en avión y por carretera y, por lo tanto, su implantación debería disminuir las emisiones de CO₂ en la megarregión de Barcelona-Lyon. Por otra parte, el tiempo de viaje entre los distintos destinos se acorta hasta el punto de que puede competir eficazmente con el avión a nivel de megarregión (figura 2). Ambos indicadores dan lugar a un impacto potencial positivo de este modo de transporte megarregional en términos económicos y ambientales.

Acto seguido se estudian las doce megarregiones europeas —incluyendo la megarregión Barcelona-Lyon para aproximar la evolución de las redes de ciudades y las metrópolis hacia sistemas urbanos más

complejos y eficientes, analizando su implicación en relación con la sostenibilidad.

2. Análisis de la red de ciudades

Los datos de luces nocturnas (*night time light*, NTL) que proporciona el sensor satelital Defense Meteorological Satellite Program-Operational Linescan System (DMSP-OLS) permiten analizar, a escala global, la evolución de redes de ciudades hacia estructuras que ya superan la escala metropolitana (Doll, 2008; Zhang y Seto, 2011), en sistemas que denominamos megarregiones.

Se ha realizado un análisis para determinar cómo cambia la estructura de estos sistemas de ciudades en el tiempo (figura 3), mediante indicadores de complejidad, eficiencia, estabilidad y policentricidad (Bonacich, 1987; Latora y Marchiori, 2003; Cover y Thomas, 2006), utilizando las principales redes viales y ferroviarias de las megarregiones europeas (figura 4).

Número de ciudades conectadas

Los resultados muestran que, en la mayoría de casos, las megarregiones han aumentado el número de nodos (ciudades >50.000 habitantes) (tabla 1), excepto 'Berlín', que tiene exactamente el mismo número, y 'Prague', que pierde uno. El mayor número de nodos es $N_{max}=203$, y corresponde a 'Am-Brus-Twerp'. El caso de 'Berlín' es debido al proceso histórico derivado de la segunda Guerra Mundial, y el caso de 'Prague' se explica por un decrecimiento de la población en los últimos años (Kostecký y Čermák, 2004).

Las megarregiones europeas han incrementado sus redes de ciudades en el periodo de análisis (1991-2005). Una red es más eficiente si conecta un mayor número de ciudades en el menor tiempo posible, por lo tanto el tipo de estructura de la red de transporte adquiere un papel relevante.

Eficiencia y estabilidad de la red de transporte

Para medir la eficiencia de la red se considera tanto el número de ciudades conectadas como la calidad de las vías de comunicación, en este caso expresada a partir de la velocidad media a la que se puede circular por la red. Por lo tanto, este indicador es una medida de las conexiones en red entre los asentamientos que caracterizan el policentrismo funcional.

Las megarregiones con un crecimiento más rápido son 'Glas-Burgh', 'Madrid' y 'Lisbon'. Pero aunque estas megarregiones prácticamente han doblado su dimensión, la eficiencia de la red no ha crecido de la misma forma (tabla 2). En el caso de 'París', 'Barce-Lyon', 'Rom-Mil-Tur' y 'Am-Brus-Twerp' se incrementa más la distancia total sobre el tiempo total para atravesar la red (por ejemplo, mejorando las infraestructuras). También ha mejorado la red ferroviaria en 'Frank-Gart'. En otros casos, el crecimiento de la red y la eficiencia (*NE*) son bastante similares.

La estabilidad de la red NE_{local} indica la capacidad de la red para reaccionar ante fallos. Mide la eficiencia de la subred formada por una ciudad y las ciudades vecinas (a menos de una hora) cuando esta ciudad no está. Por lo tanto, este indicador es una medida del equilibrio en la distribución de ciudades según la estructura en red que caracteriza el policentrismo morfológico.

La estabilidad de la red tampoco está del todo relacionada con el número de nodos. Podemos ver (tabla 2) que la red viral de