

Una propuesta de investigación en Econometría espacial¹

Jesús Mur, J.F. Trávez y Ana Angulo*

RESUMEN: En este trabajo ofrecemos una reflexión sobre la situación actual del programa de investigación en Econometría espacial. El crecimiento de la disciplina, tanto en cantidad como en calidad, ha sido intenso a lo largo de las últimas décadas consolidando un amplio catálogo de técnicas de análisis. A pesar de esta evolución satisfactoria, persisten una serie de inconsistencias en la forma de hacer Econometría sobre la dimensión espacio que reclaman mayor atención. Algunas de ellas se discuten en las páginas que continúan.

Clasificación JEL: C21, C50, R15.

Palabras Clave: Econometría, espacio, metodología.

ABSTRACT: Through this paper we try to discuss the current situation of the research programme in Spatial Econometrics. This discipline has grown very fast during the last decades, in quantity as well as in quality, developing a wide variety of techniques. The results seem satisfactory although there remain some inconsistencies in the way of doing Econometrics on the Spatial dimension that merit greater attention. Some of them are discussed in the paper, while others are just highlighted.

JEL classification: C21, C50, R15.

Key Words: Econometrics, space, methodology.

1. Introducción

Los programas científicos de las últimas Reuniones de Estudios Regionales han recogido temas muy variados. En esta línea de diversidad parece consolidada la tradición

¹ Una versión preliminar de este trabajo fue presentado en Madrid, el 29 de noviembre de 2001, en la XXVII Reunión de Estudios Regionales. Este trabajo ha sido realizado al amparo del proyecto SEC 2002-02350, cuya colaboración se agradece muy sinceramente.

* Departamento de Análisis Económico. Universidad de Zaragoza. Gran Vía, 2-4. Zaragoza (50005).
Teléfono: 976-761815 e-mail: jmur@posta.unizar.es

Recibido: 19 de febrero de 2002 / Aceptado: 14 de junio de 2002

de dedicar una sección al capítulo de Técnicas de Análisis Regional, cuyo contenido ha derivado habitualmente hacia cuestiones econométricas.

Esto mismo es lo que ocurrió en la XXVII Reunión, celebrada en noviembre de 2001. Allí tuvimos ocasión de intercambiar ideas con diversos compañeros sobre esta disciplina que denominamos Econometría Espacial. La impresión predominante puede describirse como ambivalente. Es cierto que la Econometría ha cobrado mayor protagonismo como instrumento de análisis regional, y que se han consolidado grupos de investigación con reconocimiento internacional. No obstante, el balance sigue siendo magro dado el reducido número de investigadores implicados y el escaso impacto que obtienen sus propuestas.

Este trabajo es, en cierto sentido, fruto de las discusiones formales e informales que mantuvimos en Madrid, y su principal objetivo es el de acrecentar el interés por la Econometría como técnica de investigación en un contexto espacial o regional.

La estructura del papel es simple. A esta Introducción le sigue una reflexión sobre el estado actual de la disciplina. En el apartado tercero se repasa un conjunto de tópicos sobre los que parece necesario progresar, para acabar con una breve sección de conclusiones.

2. Un programa científico en renovación

La Econometría espacial ha evolucionado rápidamente a lo largo de las dos últimas décadas, lo que ha permitido consolidar un amplio catálogo de instrumentos útiles para la investigación. En este trabajo no pretendemos repasar ese listado ni tan siquiera reivindicar la utilidad de la disciplina, que entendemos asumida con carácter general. Nuestro planteamiento es más modesto tanto en cuanto sólo nos interesa presentar una reflexión sobre las carencias y potencialidades de la misma.

La trayectoria histórica de la disciplina no es muy extensa (apenas unas décadas), aunque sí intensa. En este devenir nos gustaría subrayar tres fechas de singular importancia.

La primera es 1979 cuando se publica *Spatial Econometrics*, obra de los profesores Jean Paelinck y Leo Klaassen. Lo singular de esta fecha es que se ha acabado adoptando como la del *nacimiento*, más o menos oficial, de la disciplina. La sugerencia es simpática aunque excesivamente simple. Los propios autores indican en el prólogo que «*En el curso de nuestro trabajo con modelos econométricos regionales y urbanos, advertimos la necesidad de sistematizar una rama econométrica que en la Asamblea General de la Asociación Estadística Holandesa (...) J. Paelinck presentó como "econometría espacial"*». Más adelante continúan diciendo que «*el presente libro no es más que el prefacio de tal disciplina; en otras palabras, representa un balance provisional, basado esencialmente en nuestro propio trabajo, el cual nos permitirá organizar mejor nuestras ideas (...)*». Paelinck y Klaassen *no inventaron* la Econometría espacial, aunque sí fueron los primeros en reivindicar públicamente su necesidad. En realidad, el fuerte desarrollo del Análisis Regional producido en los años cincuenta al amparo del vigoroso trabajo de Walter Isard, llevaba implícita una

fuerte dimensión cuantitativa que acabó reclamando también la necesidad de hacer Econometría. Los trabajos de Glickman (1977) o de Klein (1969) son un buen ejemplo dentro de esta línea precursora.

En cualquier caso, el mensaje de Paelinck y Klaassen, y lo novedoso de su discurso, fue lo suficientemente fructífero como para despertar el interés de un número creciente de investigadores. En estas condiciones tiene lugar la publicación, en 1988, de *Spatial Econometrics: Methods and Models* de Luc Anselin. La presentación que hace el autor en el prefacio de la obra es ilustrativa: «*En este libro combino diferentes resultados recientes para elaborar un enfoque amplio donde puedan incorporarse los efectos espaciales en Econometría. Mi interés principal es demostrar cómo estos efectos espaciales pueden considerarse casos especiales dentro del planteamiento econométrico general, y subrayar por qué necesitan de un conjunto específico de métodos y técnicas, incluidas en el campo de la Econometría espacial*». El discurso de Anselin se mantiene, en todo momento, dentro de la ortodoxia econométrica más pura, a partir de la cual se intenta dar acomodo a las peculiaridades asociadas a la dimensión espacio. No se plantea una *nueva forma de hacer Econometría*, sino que se adaptan los instrumentos existentes para ser utilizados en un escenario relativamente desconocido para la Econometría tradicional. En este sentido, la propuesta es un rotundo éxito y puede considerarse como prueba de la madurez alcanzada por la disciplina. El texto de Anselin adquiere mayor relevancia si tomamos perspectiva histórica. No es ninguna exageración decir que en sus páginas se asienta la metodología básica de la investigación econométrica espacial utilizada en los años noventa y posteriores. En muchos aspectos es una obra que se adelantó a su tiempo. Por ejemplo, casi quince años después se vuelve a hablar de procesos estocásticos espaciales α -mixing ó ϕ -mixing (en Brett y Pinkse, 1997, o en de Graaff *et al.*, 2001), o se retoma la problemática relativa a la modelización simultánea espacio-temporal (Elhorst, 2001; Baltaghi, 2001). En otros aspectos se ha avanzado muy poco: la cuestión de la selección de modelos o la de cómo comparar estructuras espaciales no anidadas, con sendos capítulos en el texto, siguen siendo tópicos apenas explorados.

La tercera fecha a la que queríamos hacer referencia es 2001 y, como hecho relevante, la publicación del artículo de Harry Kelejian e Ingmar Prucha «*On the asymptotic distribution of the Moran I test statistic with applications*» en *Journal of Econometrics*. Lo que nos interesa en este caso no es tanto la calidad del papel sino el hecho mismo de que *Journal of Econometrics* publique un trabajo de este tipo. En este sentido debe recordarse que los documentos referentes a cuestiones de Econometría espacial se han distribuido, habitualmente, en circuitos especializados en temas regionales, donde suelen encontrar una mayor receptividad. Esta práctica es cómoda pero va en contra de los intereses de la propia disciplina por cuanto acota innecesariamente sus horizontes, tiende a crear comportamientos viciosos y la desconecta de los principales debates metodológicos. La publicación del trabajo de Kelejian y Prucha²

² Este no es, evidentemente, el único artículo procedente del mundo de la Econometría espacial que ha encontrado salida en una revista científica de primera fila, aunque sí el de mayor contenido metodológico.

en una de las revistas líderes en Econometría simboliza el cambio de actitud que ha tenido lugar entre los practicantes de Econometría espacial. Cada vez es más habitual encontrar artículos dedicados a los problemas asociados a la construcción de modelos econométricos en un contexto espacial en revistas de contenido no estrictamente regional, lo cual debe entenderse como un síntoma de normalización a la par que un reconocimiento explícito de su consistencia metodológica.

Este breve recorrido histórico³ nos permite hablar de una disciplina todavía minoritaria y poco conocida fuera de los ámbitos especializados. La modestia de sus recursos (en número de investigadores, artículos...) está relacionada con su juventud y también con la fuerte competencia existente entre las diferentes áreas de investigación en Econometría. Aunque doloroso, sería injusto olvidar la resistencia, implícita o explícita, a utilizar instrumentos econométricos mostrada por cierto número de investigadores en cuestiones regionales cuando se pretende refrendar o refutar determinados argumentos. Anselin y Florax (1996a) también se quejan de esta actitud cuando dicen que «(...) sería una exageración sugerir que la econometría espacial se ha convertido en una práctica aceptada en la investigación empírica actual en ciencia regional y en economía regional».

A pesar de todas las dificultades apuntadas, la situación de la Econometría espacial parece robusta. Las bases de la disciplina se asientan firmemente en la tradición positivista heredada de la *Cowles Commission*, y sus horizontes tienden a ampliarse de forma paulatina. El catálogo de temas de investigación incluye multitud de tópicos, todos ellos conectados con los principios de *dependencia* y *heterogeneidad espacial*, aunque el programa científico de la disciplina no puede considerarse cerrado. El entorno es cambiante y las expectativas evolucionan con rapidez lo que implica que este último debe estar en permanente revisión.

Así, por ejemplo, la extensión de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) ha cambiado en algunos aspectos la forma de hacer Econometría sobre la dimensión espacial. En estos momentos, los datos pueden *verse* sobre el mapa lo cual facilita su comprensión, al mismo tiempo que agiliza la transmisión de información. Esta plataforma visual subraya la naturaleza, sobre todo, espacial de la información la cual corre el riesgo de diluirse en el fragor del trabajo econométrico (Griffith, 1988, usa con acierto el término de *datos geo-referenciados*). Por otro lado, la consolidación de los GIS ha reabierto la discusión entre Econometría y Estadística espacial. Nunca ha estado claro hasta qué punto se trata de dos disciplinas diferentes ni dónde está la frontera entre ambas. De la discusión entre Haining (1986) y Anselin (1986) parece deducirse que, al final, todo depende de la decisión del autor sobre cual es su campo de adscripción preferido. Esta imprecisión se ha acentuado en los últimos años puesto que los GIS introducen un mayor nivel de interacción entre ambos enfoques.

También se han producido mejoras sustantivas en los capítulos relativos al tratamiento y a la gestión de la información. Los investigadores en temas de Economía Regional están teniendo acceso a bases de datos cada vez más completas, de modo

³ Para la pequeña historia de la Econometría espacial española quedará el año 2000 como el de la publicación del primer manual en castellano (Moreno y Vayá, 2000).

que no es extraño encontrar aplicaciones con, por ejemplo, 500 ó 1.000 observaciones en el corte transversal. Esta tendencia es positiva, pero sólo podrá mantenerse si se producen instrumentos más simples y flexibles, sin merma de su contenido informativo. Debe reconocerse que los disponibles actualmente, incluso los más sencillos, son excesivamente costosos de obtener, en términos de necesidad de cálculo. La mayor simplicidad analítica tendrá que venir acompañada de herramientas informáticas más potentes, capaces de integrar utilidades y enfoques diferentes. En este sentido, las posibilidades que ofrecen tanto *SpaceStat* como *Spatial-Econometrics*⁴, dos de los productos de software de Econometría espacial más completos existentes en estos momentos en el mercado, parecen suficientes aunque ambos necesitarán crecer a medio plazo.

La mayor parte de las aportaciones que se producen cada año en la disciplina tienen que ver con los problemas derivados de la existencia de relaciones de dependencia espacial (sustantiva o residual) en modelos lineales de corte transversal. Existe una literatura, que sería muy prolija de detallar en estas pocas páginas, donde se contemplan casi todos los detalles relativos a la detección de este tipo de relaciones, a sus consecuencias, a las alternativas de estimación, a la interpretación de resultados, etc.⁵ No obstante, y aunque con dificultad, en los últimos años se han abierto nuevas áreas de investigación con resultados prometedores. A continuación repasamos algunos de los que consideramos más interesantes.

Problemas como el de la selección de la localización o el de la discriminación entre medios de transporte pueden abordarse utilizando modelos con variable dependiente cualitativa o limitada. De hecho, este tipo de instrumentos fue introducido con celeridad en el análisis regional aplicado (McFadden, 1978, por ejemplo). Sin embargo, la discusión acerca de la estructura espacial de la que proceden los datos, y la incorporación de los correspondientes efectos espaciales en la especificación, tardó bastante más tiempo en producirse. McMillen (1992) contempla explícitamente relaciones de dependencia espacial en modelos probit, y Case (1992) se centra en la importancia de la heterogeneidad en estructuras logit, dando paso a una literatura que no ha hecho más que crecer. A pesar de que el tópico parece consolidado, creemos que sigue faltando un planteamiento generalizador que articule esta metodología con la literatura relativa a modelos de interacción y de decisión espacial.

Una extensión natural del programa de la disciplina pasa por la modelización simultánea de relaciones de dependencia temporal y cruzada en datos tipo *pool* o panel. En realidad, los primeros manuales de Estadística/Econometría espacial (como el de

⁴ *SpaceStat* (<http://www.spacestat.com>) utiliza GAUSS como herramienta de cálculo mientras que *Spatial-Econometrics* (<http://www.spatial-econometrics.com>), al igual que su complemento *Spatial-Statistics* (<http://www.spatial-statistics.com>) está desarrollado en MatLab. El primero está vinculado a Luc Anselin y los últimos se apoyan en la trayectoria de Kelley Pace y de James Lesage.

⁵ Dudamos que el venerable estadístico de Durbin-Watson haya recibido una atención tan especial como la que se le profesa al estadístico I de Moran en el mundo de la Econometría espacial. A pesar de que fue propuesto hace más de 50 años (la referencia inicial es de Moran, 1948), sigue siendo objeto de investigación con resultados como los reflejados en el artículo de Kelejian y Prucha (2001) o en excelentes textos monográficos como el de reciente aparición firmado por Tiefelsdorf (2000).

Cliff y Ord, 1981) discuten este problema con cierto detalle, aunque el tópico quedó relegado a un segundo plano. El interés por la cuestión ha renacido durante los últimos años, si bien los resultados disponibles son todavía provisionales. Esta situación se refleja en el hecho de que la literatura relevante sobre el tema sea escueta. En realidad, a la referencia central de Anselin (1988), basta con añadir los documentos de Fazekas *et al.* (1994), LeSage (1995), y los más recientes de Baltagi (2001) y Elhorst (2001), para tener una panorámica bastante completa.

Una de las áreas donde el programa de la disciplina se ha enriquecido de forma más apreciable es la de métodos y técnicas *bayesianas*. Este impulso debe ser atribuido, aún a riesgo de ser injustos, al empeño del profesor James LeSage. Sin embargo y a pesar del esfuerzo, la Econometría bayesiana todavía no puede considerarse como una alternativa al enfoque tradicional en un contexto espacial, puesto que existen muchos detalles no resueltos. La complejidad de cálculo no es un asunto menor (ver, por ejemplo, Hepple, 1995), aunque la popularización del muestreo Gibbs ha reducido los problemas de computación propios de este enfoque. El potencial resultante de la conjunción de ambas técnicas es apreciable, tal como lo demuestra LeSage (1997). En cualquier caso, una de las contribuciones más importantes del enfoque bayesiano, en relación al discurso econométrico tradicional, ha sido poner de manifiesto la multitud de supuestos apriorísticos que habitualmente se asumen y su impacto sobre los resultados de inferencia.

Los tópicos a los que hemos aludido (modelos con variable dependiente cualitativa, estructuras espacio-temporales y métodos bayesianos) se corresponden con lo que nosotros entendemos como áreas actualmente en expansión dentro del programa de investigación en Econometría espacial. Si forzásemos la situación para preguntarnos sobre futuras líneas de desarrollo de la disciplina, seguramente obtendríamos respuestas variopintas. En términos generales, parece claro que prevalecerá el enfoque metodológico tradicional, el cual seguirá concentrando la mayor parte del trabajo de investigación. No obstante, y desde nuestro punto de vista, creemos que se debe prestar atención a lo que ocurra en torno a tres temas, minoritarios en estos momentos aunque con perspectivas de expansión.

Giuseppe Arbia (2001) defiende la necesidad de adoptar un enfoque *microeconómico* en el análisis espacial, como oposición a la aproximación *mesoeconómica* (basada en agregados regionales) habitual. Los argumentos que utiliza son poderosos: «*La arbitrariedad de las fronteras geográficas se concreta en dos manifestaciones diferentes, la agregación y la escala.(...) en cualquier distribución geográfica sobre agregados regionales observamos dos fenómenos diferentes combinados de forma impredecible: i) la distribución de los objetos en el espacio, y ii) la partición considerada. En consecuencia, las distribuciones regionales son instrumentos sin contenido sustantivo. (...). De hecho, cualquier medida estadística basada en agregados espaciales es sensible a los problemas de agregación y escala*»⁶. La pregunta parece natural: «¿Por qué, simple-

⁶ En este trabajo el profesor Arbia retoma los dos grandes problemas (agregación y escala) en torno a los cuales se estructura uno de los manuales más injustamente olvidados en la literatura sobre Econometría espacial de las últimas décadas (Arbia, 1989).

mente, no eliminamos las fronteras y procedemos a analizar la economía en un espacio continuo?». El salto que se reclama, desde un enfoque discreto hacia un enfoque continuo, no es sencillo en absoluto. Sin embargo, creemos que no tardará mucho en producirse puesto que parte de la metodología básica se encuentra ya disponible (Cressie, 1991), la tecnología GIS admite una resolución continua del espacio y la información estadística tiende a producirse cada vez más en ese formato.

El problema de la estimación en *áreas pequeñas o locales* está relacionado con el anterior. En los últimos años ha crecido la demanda de información relativa a pequeñas unidades espaciales (distritos urbanos, municipios, comarcas). La cuestión es, como indican Ghosh y Rao (1994), que «(...) es probable que los estimadores muestrales habituales para áreas pequeñas, basados en datos sólo de unidades muestrales del área, contengan errores estándar inaceptablemente altos debido al tamaño pequeño de la muestra en el área». Este problema no es nuevo en el mundo de la Estadística. De hecho, acredita una larga historia que se reedita regularmente cuando deben revisarse los datos demográficos en años no censales. Las soluciones que se han apuntado para mejorar la calidad de las estimaciones han sido muchas y muy diferentes, y los mejores resultados parecen estar asociados a planteamientos de tipo bayesiano. Como se ha dicho antes, la complejidad analítica inherente a esta solución puede aliviarse gracias al muestreo de Gibbs, lo cual ha reforzado el interés por la cuestión. Esta línea de trabajo, además, puede replicarse bajo diferentes circunstancias y contemplar, por ejemplo, la posibilidad de desagregar espacialmente una Contabilidad regional (ejercicio propuesto por Rojo y Sanz, 2001).

La tercera cuestión hacia la que queríamos apuntar no difiere mucho de las anteriores por cuanto se trata de la modelización de flujos de datos producidos en tiempo continuo y sobre un espacio también continuo. Las oscilaciones del tráfico en una determinada red de transportes o la evolución de determinados agentes contaminantes en un sistema de vigilancia urbano son ejemplos evidentes de esta línea de aplicación en claro progreso. Debe reconocerse que el problema, al menos en su planteamiento teórico, tampoco es enteramente original puesto que Isard y Liossatos (1979) formulan, y resuelven, un modelo de desarrollo espacio-temporal utilizando dimensiones continuas. Lo novedoso de la situación actual es que disponemos de abundantes datos reales para analizar, existen intereses declarados en que se analicen y la tecnología disponible empieza a permitir su resolución (Donagy y Plotnikova, 2001).

3. Diez cuestiones pendientes de resolución en Econometría espacial

En este apartado queremos proponer una visión más personal de la disciplina, llamando la atención sobre una serie de tópicos para los que no hemos encontrado respuesta satisfactoria en la literatura. Las cuestiones que apuntamos probablemente no son las más importantes, y alguna puede parecer irrelevante. Sin embargo, cada una de ellas ha sido motivo de polémica en determinados ámbitos. La relación concreta es la que recogemos en el cuadro 1.

Cuadro 1. Diez cuestiones para discutir sobre Econometría espacial

1. El planteamiento del problema de la autocorrelación espacial que hacen Kelejian y Robinson (1992) parece superior al tradicional, entonces ¿por qué no funciona?
 2. ¿Debe normalizarse la matriz de contactos o es mejor utilizar su versión binaria original?, ¿es relevante esa distinción?
 3. ¿Tiene alguna utilidad el análisis exploratorio de datos espaciales?
 4. ¿Existen las raíces unitarias en la dimensión espacial?. ¿Es relevante el concepto de cointegración?
 5. Los atípicos son motivo de preocupación en un contexto de series temporales, ¿por qué ocupan un papel tan menor en Econometría espacial?
 6. ¿Cómo se puede incorporar el principio de asimetría de manera efectiva?
 7. La Economía espacial se desenvuelve en un mundo no lineal, entonces ¿por qué suscita tan pocas dudas el supuesto de linealidad?
 8. Causalidad y exogeneidad, ¿son conceptos extraños a la Econometría espacial?
 9. Habitualmente nos damos por satisfechos con un buen chequeo del modelo, ¿por qué tenemos tanta confianza en la descripción teórica del problema?
 10. ¿Por qué la Econometría espacial ocupa un papel tan residual en el conjunto de disciplinas econométricas?
-

Kelejian y Robinson (1992) proponen una lectura novedosa del problema de la autocorrelación espacial. En el término de error de la perturbación distinguen un componente específicamente intraregional (generado en el interior de la propia región y con incidencia sólo en esa región) junto a otro componente *supraregional* y dotado de efectos de desbordamiento. Esta especificación aparentemente mejora el planteamiento tradicional de la cuestión. El problema es que el correspondiente contraste estadístico funciona muy mal (Anselin y Florax, 1995b). Sólo su interés teórico (enlaza con el modelo de componentes del error usado en modelos panel) justifica su mantenimiento como instrumento de análisis. Los trabajos recientes de Anselin y Moreno (2001) y de Kelejian y Yuzefovich (2001) introducen novedades importantes en este contraste cuyos resultados todavía es pronto para evaluar.

Nuestra preocupación sobre la conveniencia de normalizar la matriz de contactos se refiere, en realidad, a las consecuencias derivadas de los errores de especificación en esa matriz. Florax y Rey (1995) estudian qué ocurre cuando se subespecifica la matriz de contactos en un problema con autocorrelación residual, y las conclusiones que avanzan no parecen ser dramáticas: la potencia de los contrastes usuales de autocorrelación empeora, pero la estimación de Mínimos Cuadrados Generalizados apenas se ve alterada. Griffith y Lagona (1998), sobre el mismo tema, indican que «(...) *por lo que respecta a la consistencia, la estructura específica de vecindades no es tan importante como el carácter acotado de las articulaciones locales*». Debe decirse, sin embargo, que todos estos resultados eran previsibles por cuanto se está hablando de una ecuación mal especificada en su término de perturbación. Las consecuencias más graves (sesgidez, inconsistencia) se producirán cuando el error afecte a la matriz de contactos vinculada al retardo espacial de la variable endógena en un modelo con autocorrelación sustantiva, caso que no ha sido tratado todavía.

Moreno y Vayá (2000) dedican un capítulo al *análisis exploratorio de datos*, equivalente espacial del análisis univariante de series temporales. La finalidad de este trabajo parece loable por cuanto, como dicen las autoras, «(...) *se centra de forma explí-*

cita en los efectos espaciales y consiste en el conjunto de técnicas que permiten describir distribuciones espaciales, identificar localizaciones atípicas (outliers espaciales), descubrir esquemas de asociación espacial (cluster espacial) y sugerir diferentes regímenes espaciales u otras formas de inestabilidad espacial». Es decir, el objetivo es conocer en detalle las características espaciales de la serie. La duda que nos surge es *toda esa información, ¿para qué?* El análisis de series temporales se desarrolla con una lógica interna encaminada hacia el objetivo preciso del ejercicio, ya sea predecir o dar coherencia a una especificación econométrica. Sin embargo, la conexión entre análisis univariante previo de las series y el ejercicio de modelización econométrica posterior se encuentra muy diluida cuando el marco de referencia es el espacio.

El primer intento serio, del que tengamos conocimiento, de utilizar el concepto de integración sobre la dimensión espacio corresponde a Fingleton (1999). Nuestra opinión, que sabemos no compartida con carácter general, es que la discusión del autor tiene un interés bastante limitado. Así, por ejemplo, mientras en un contexto temporal los mecanismos estadísticos capaces de generar series integradas surgen de forma natural, la solución que presenta Fingleton para el caso espacial resulta de *manipular* la matriz de contactos de modo que se ajuste a las pretensiones del ejercicio. Por otro lado, el propio concepto de integración estocástica lleva implícito un principio de ordenación unidireccional en el sentido de que, a lo largo del tiempo, se van acumulando *shocks*. No está claro cómo se puede reproducir esta secuencia en la dimensión espacio ni qué significa *acumulación de shocks* en este contexto.

La Econometría de series temporales ha prestado mucha atención al problema de los atípicos. Existe una vasta literatura donde se discute su detección, interpretación, tratamiento, etc., y casi todas las aplicaciones informáticas incluyen alguna subrutina de atípicos. Sin embargo, la inquietud que este tipo de observaciones parece despertar en un contexto de series espaciales es escasa. La situación no deja de sorprender por cuanto los datos espaciales son especialmente propensos a generar atípicos. Conocemos poco sobre su impacto, por ejemplo, en los contrastes de autocorrelación espacial en los que basamos nuestros diagnósticos, y la única referencia que conocemos específicamente dedicada a los atípicos es la de Haining (1994).

Ancot *et al.* (1990) aseguran que «(...) *muy probablemente la mayor parte de las relaciones espaciales son asimétricas. Los estudios espaciales reconocen, por ejemplo, que una matriz de "distancia" no necesita ser simétrica*». El principio de asimetría es razonable y se combina perfectamente con el de heterogeneidad, aunque su implementación ofrece muchas más dificultades. Baste recordar, por ejemplo, la discrecionalidad (en este caso, sinónimo de incertidumbre) con la que habitualmente se resuelve la especificación de la matriz de contactos. Algo similar puede decirse en relación a la hipótesis de linealidad, muy apreciada en casi todas las aplicaciones econométricas aunque de dudosa validez en un contexto regional. Interdependencia espacial explícita, *alotopía*, externalidades, mecanismos de corrección del error, relaciones de simultaneidad, etc. son argumentos que desembocan habitualmente en estructuras no lineales. Estas observaciones han impulsado propuestas como la de Paelinck (1989), donde se analizan métodos de estimación alternativos para proble-

mas de optimización no cuadráticos, o planteamientos más generales como el contenido en van Gastel y Paelinck (1995).

Exogeneidad y causalidad son conceptos diferentes que pueden ayudar a mejorar una especificación. El primero determina el tratamiento estadístico-econométrico que conviene dar a una ecuación, y el segundo la interpretación económica de la misma. Los problemas de exogeneidad surgen, por ejemplo, cuando algún regresor se encuentra correlado con el término de perturbación. Esto es lo que ocurre al incluir retardos espaciales de la variable endógena en la parte derecha de la ecuación, tal como se discute en Anselin y Kelejian (1997). Lo mismo sucede cuando se han cometido errores de medida en las variables o existen relaciones de simultaneidad entre ellas. Esta última posibilidad parece especialmente preocupante, dado el tipo de datos que habitualmente se usan en modelos de corte transversal, aunque apenas se le preste atención (ver Anselin, 1988, para una discusión más amplia). Por otro lado, el nulo interés despertado por el concepto de causalidad puede deberse a las dificultades para hacerlo operativo en un contexto espacial aunque, de hecho, se emplee cotidianamente.

La novena cuestión que hemos incluimos en el listado se encuentra directamente vinculada con una observación hecha por Anselin (1988) cuando dice que las técnicas de selección de modelos «(...) *no han encontrado aceptación general en la ciencia regional aplicada, aunque la literatura las sugiere cada vez más como instrumentos para evitar las inconsistencias de los métodos tradicionales*». El método tradicional consiste en perseguir a toda costa la ratificación de los supuestos de partida. Es decir, tras plantear un modelo econométrico que responda a la teoría inicial, se introducirán todos los ajustes necesarios para que los datos finalmente lo soporten. En caso de que la concordancia entre evidencia empírica y teoría siga siendo débil, se cuestionará aquélla antes que la segunda. Esta situación es llamativa porque la reflexión sobre el método en Econometría ha sido muy fructífera y, evidentemente, existen otras formas más consistentes de hacer Econometría (Aznar, 1989). Por esta razón, coincidimos totalmente con Anselin (1988) cuando continúa diciendo sobre este tipo de técnicas que «*Como tal, constituyen un punto de partida de varias líneas de investigación en Econometría espacial inexploradas y prometedoras*».

Para finalizar, la última cuestión se explica por sí misma. Los manuales generalistas de Econometría apenas hacen referencia a la dimensión espacio, mientras que la atención que se le dispensa en los congresos internacionales es testimonial o, simplemente, nula. No obstante, nuestra posición es optimista. El programa de investigación en Econometría espacial todavía es joven y, a pesar de todos los defectos apuntados, ha dado muestras sobradas de vitalidad. La progresión durante las últimas décadas, en cantidad y en calidad de los resultados obtenidos, ha sido constante y no hay ninguna razón para sospechar que esta tendencia se vaya a quebrar en el futuro.

4. Consideraciones finales

La Econometría espacial es una disciplina todavía en construcción donde muchas líneas de investigación permanecen, apenas, abiertas. Los orígenes de la disciplina, y

los motivos de su crecimiento, se encuentran íntimamente vinculados a los propios avatares del análisis económico regional. En este sentido, teoría y práctica, razonamiento y evidencia tienen que evolucionar al unísono para que la propia Ciencia Regional pueda avanzar.

Desde nuestro punto de vista, los resultados acumulados durante las últimas décadas en el ámbito reducido de la Econometría espacial son claramente satisfactorios, a pesar de la escasez de recursos en la que se ha movido la disciplina. Esta manifestación de moderada complacencia no puede ocultar la existencia de ciertas debilidades sobre las que debería reflexionarse más en profundidad. En este papel se han comentado algunas de ellas con la única finalidad de despertar interés en el proyecto de investigación en Econometría espacial.

Bibliografía

- Ancot, J., Kuiper, H. y Paelinck, J.H.P. (1990): «Five Principles of Spatial Econometrics Illustrated», en Chatteerji, M. y Kuenne, R. (eds.): *Dynamics and Conflict in Regional Structural Change*. McMillan. Londres.
- Anselin, L. (1986): «Some Further Notes on Spatial Models and Regional Science», *Journal of Regional Science*, 26:799-802.
- Anselin, L. (1988): *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers. Dordrech.
- Anselin, L. y Florax, R.J.G.M. (1995a): «New Directions in Spatial Econometrics: Introduction», en Anselin, L. y Florax, R.J.G.M. (eds.): *New Directions in Spatial Econometrics*, Springer-Verlag Berlin.
- Anselin, L. y Florax, R.J.G.M. (1995b): «Small Sample Properties of Tests for Spatial Dependence in Regression Models: Some Further Results», en Anselin, L. y Florax, R.J.G.M. (eds.): *New Directions in Spatial Econometrics*, Springer-Verlag Berlin.
- Anselin, L. y Kelejian, H.H. (1997): «Testing for Spatial Autocorrelation in the Presence of Endogenous Regressors», *International Regional Science Review*, 20:153-182.
- Anselin, L. y Moreno, R. (2001): «Properties of Tests for Spatial Error Components», papel presentado en el *40th Meeting of the WRSA*. Palm Spring.
- Arbia, G. (1989): *Spatial Data Configuration in Statistical Analysis of Regional Economic and Related Problems*, Kluwer Academic Publishers, Dordrech.
- Arbia, G. (2001): «Modelling the geography of economic activities on a continuous space», *Papers in Regional Science*, 80:411-424.
- Aznar, A. (1989): *Econometric Model Selection: A New Approach*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Baltagi, B. (2001): «Testing Panel Data Regression Models with Spatial Error Correlation», papel presentado en el *56th European Meeting of the Econometric Society*. Lausana.
- Brett, C. y Pinkse, J. (1997): «Those Taxes Are All Over the Map! A Test for Spatial Independence of Municipal Tax Rates in Bristish Columbia», *International Regional Science Review*, 20:131-151.
- Case, A. (1992): «Neighborhood Influence and Technological Change», *Regional Science and Urban Economics*, 22:491-508.
- Cliff, A. y Ord, J. (1981): *Spatial Processes. Models and Applications*, Pion, Londres.
- Cressie, N. (1991): *Statistics for Spatial Data*, Wiley, Nueva York.
- Donaghy, K.P. y Plotnikova, M. (2001): «Econometric Estimation of a Spatial Dynamic Model in Continuous Space and Continuous Time: An Empirical Demonstration», papel presentado en la *17th Conference of the RSAI*, Portland.
- Elhorst, J.P. (2001): «Serial and Spatial Error Dependence in Space-Time Models», papel presentado en el *WRSA Special 40th Anniversary Annual Meeting*. Palm Springs.
- Facekas, I., Florax, R.J.G.M. y Folmer, H. (1994): «On Maximum Likelihood Estimators of Parameters of Spatio-Temporal Econometric Models», papel presentado en el *34th European Congress of the Regional Science Association*. Groningen.

- Fingleton, B. (1999): «Spurious Spatial Regression: Some Monte Carlo Results with a Spatial Unit Root and Spatial Cointegration», *Journal of Regional Science*, 39:1-19.
- Florax, R.J.G.M. y Rey, S. (1995): «The Impacts of Misspecified Spatial Interaction in Linear Regression Models», en Anselin, L. y Florax, R.J.G.M (eds.): *New Directions in Spatial Econometrics*, Springer-Verlag, Berlin.
- Ghosh, M. y Rao, J.N.K. (1994): «Small Area Estimation: An Appraisal», *Statistical Science*, 9:55-93.
- Glickman, N.J. (1977): *Econometric Analysis of Regional Systems: Explorations in Model Building and Regional Analysis*, Academic Press, Nueva York.
- Graaff, T. de, Florax, R., Nijkamp, P. y Reggiani, A. (2001): «Misspecification Test for Spatial Regression Models», *Journal of Regional Science*, 41:255-276.
- Griffith, D. (1988): *Advanced Spatial Statistics*, Kluwer Academic Publishers, Dordrech.
- Griffith, D. y Lagona, F. (1998): «On the Quality of Likelihood-Based Estimators in Spatial Autoregressive Models when the Data Dependence Structure is Misspecified», *Journal of Statistical Planning and Inference*, 69:153-174.
- Haining, R. (1986): «Spatial Models and Regional Science: A Comment on Anselin's Paper and Research Directions», *Journal of Regional Science*, 26:793-798.
- Haining, R. (1994): «Diagnostics for Regression Modeling in Spatial Econometrics», *Journal of Regional Science*, 34:325-341.
- Hepple, L.W. (1995): «Bayesian Techniques in spatial and network econometrics», *Environment and Planning A*, 27:447-169.
- Isard, W. y Liossatos, P. (1979): *Spatial dynamics and optimal space-time development*, North-Holland, Amsterdam.
- Kelejjan, H.H. y Robinson, D. (1992): «A New Computationally Simple Test with an Application to Per Capita County Policy Expenditures», *Papers in Regional Science*, 22:317-331.
- Kelejjan, H.H. y Prucha, I. (2001): «On the asymptotic distribution of the Moran I test statistic with applications», *Journal of Econometrics*, 104:219-257.
- Kelejjan, H.H. y Yuzefovich, Y. (2001): «Properties of Tests for Spatial Error Components: A Further Analysis», papel presentado en el *40th Meeting of the WRSA*, Palm Spring.
- Klein, L.R. (1969): «The Specification of Regional Econometric Models», *Papers of the Regional Science Association*, 23:105-115.
- LeSage, J. (1995): «A Multiprocess Mixture Model to Estimate Space-Time Dimensions of Weekly Pricing of Certificates Deposits», en Anselin, L. y Florax, R.J.G.M (eds.): *New Directions in Spatial Econometrics*, Springer-Verlag, Berlin.
- LeSage, J. (1997): «Bayesian Estimation of Spatial Autoregressive Models», *International Regional Science Review*, 20:113-130.
- McFadden, D. (1978): «Modelling the choice of residential locations», en Karlqvist, A., Lundqvist, L., Snickars, F. y Weibull, W. (eds.) (1978): *Spatial interaction theory and planning models*, North-Holland, Amsterdam.
- McMillen, D.P. (1992): «Probit with Spatial Autocorrelation», *Journal of Regional Science*, 32:335-348.
- Moran, P. (1948): «The Interpretation of Statistical Maps», *Journal of the Royal Statistical Society B*, 10:243-251.
- Moreno, R. y Vayá, E. (2000): *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial*, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- Paelinck, J.H.P. (1989): «Some New Estimators in Spatial Econometrics», en Griffith, A. (eds.): *Spatial Statistics: Past, Present and Future*, University of Siracuse, Siracuse.
- Paelinck, J.H.P. y Klaassen, L. (1979): *Spatial Econometric*, Saxon House, Farnborough.
- Rojo, J.L. y Sanz, J.A. (2001): «Una propuesta bayesiana para la distribución de Contabilidades regionales por procedimientos indirectos», papel presentado en la *XXVII Reunión de Estudios Regionales*. Madrid.
- Tiefelsdorf, M. (2000): *Modelling Spatial Processes. The Identification and Analysis of Spatial Relationships in Regression Residual by Means of Moran's I*. Springer-Verlag, Berlin.
- van Gastel, R. y Paelinck, J.H.P. (1995): «Computation of Box-Cox Transform Parameters: A New Method and its Applications to Spatial Econometrics», en Anselin, L. y Florax, R.J.G.M (eds.): *New Directions in Spatial Econometrics*, Springer-Verlag, Berlin.