

N.º 28, ABRIL DE 2008

ISSN 2011-7515

DOCUMENTOS

INSTITUTO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS DEL CARIBE
UNIVERSIDAD DEL NORTE

Impacto de las externalidades dinámicas de aglomeración en el sector industrial Colombiano, 1992-2003

Omar David Ocampo García

Impacto de las externalidades dinámicas de aglomeración En el sector industrial colombiano, 1922-2003

Omar David Ocampo Garcia

En la serie Documentos del Instituto de Estudios Económicos del Caribe (IEEC),
la Universidad del Norte publica investigaciones y ensayos sobre temas
y problemas económicos desde la perspectiva del Caribe colombiano.
Las opiniones expresadas son responsabilidad exclusiva de los autores.

Universidad del Norte
Instituto de Estudios Económicos del Caribe (IEEC)
Apartado aéreo 1569
Barranquilla, Colombia

CONTENIDO

1. Introducción	1
2. El sector manufacturero colombiano	1
3. Las externalidades de aglomeración en la literatura económica	6
4. Especificación del modelo	12
5. Dato y resultados	16
6. Conclusiones	33
Bibliografía	34

1. Introducción

Durante muchos siglos la humanidad ha visto florecer algunas ciudades, así como también ha visto decaer a muchas otras. Si bien algunas ciudades han sido borradas del mapa a causa de guerras o desastres naturales, la gran mayoría ha sido arrasada por la mano firme de la evolución económica. Por qué Roma creció y Atenas decayó, es algo que no solamente les importa a historiadores y arqueólogos, como cree la mayoría de las personas. La economía y los economistas juegan un papel importante en el estudio de las aglomeraciones urbanas.

Una manera de conocer por qué la actividad económica de estas ciudades ha evolucionado es la teoría de las externalidades dinámicas de aglomeración (eda). Esta teoría tiene a la interacción entre los seres humanos como eje fundamental de la actividad económica urbana. La interacción humana está condicionada a la estructura económica imperante en el territorio. Esta estructura puede ser monopólica o competitiva, o bien diversificada o especializada.

Siguiendo el enfoque de las externalidades dinámicas, este trabajo busca conocer de qué forma estas incidieron en el desempeño de la industria manufacturera colombiana en el período 1992-2003. En ese lapso, también intenta hacer una caracterización de la industria.

Para cumplir estos propósitos, el trabajo se ha estructurado en seis secciones incluyendo la introducción. En la segunda sección se hace un análisis de la producción, el empleo y el número de establecimientos en el sector manufacturero colombiano, así como la distribución de estas variables en el país. En la tercera se hace un repaso de la literatura económica sobre externalidades de aglomeración. Luego se explica la metodología utilizada para presentar el impacto de estas externalidades en la industria manufacturera de Colombia. La estadística descriptiva de las variables y los resultados de las estimaciones econométricas se presentan en la quinta sección. En la última sección se exponen las principales limitaciones y conclusiones de este estudio.

2. El sector manufacturero colombiano

La metodología que utiliza el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (dane) para realizar la Encuesta Anual Manufacturera (eam) fue modificada en el año 2000. A partir de ese año se agregaron nuevos sectores industriales, se excluyeron algunas actividades, se mejoró el cálculo del valor agregado, entre otras variaciones.

El cambio de metodología se puede notar en los datos de las variables producción, empleo y establecimientos, pues los incrementos porcentuales para el año 2000 son significativos.

Desde 1990, sólo en 1998 y 1999 el crecimiento de la producción manufacturera fue negativo. En 1999 se presentó un decrecimiento del 13.24% que, comparado con el 4.9% en que decreció el PIB de Colombia, permite afirmar que la crisis del final de la década pasada golpeó severamente a la industria manufacturera colombiana. En el cuadro 1 se muestra el crecimiento porcentual anual de la producción industrial para el período de estudio.

Cuadro 1: Crecimiento porcentual anual de la producción industrial manufacturera (1992-2003)

Año	Producción Industrial (Miles de Pesos 99)	Crecimiento Porcentual
1992	36 132 907 973	
1993	39 411 109 196	9,07
1994	42 321 545 208	7,38
1995	44 835 678 057	5,94
1996	45 626 353 900	1,76
1997	46 929 717 836	2,86
1998	45 427 159 939	-3,20
1999	39 411 494 607	-13,24
2000	56 126 552 749	42,41
2001	58 256 021 680	3,79
2002	59 838 700 789	2,72
2003	65 474 581 983	9,42

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Si se observa el número de personas ocupadas, se puede notar que el crecimiento porcentual ha variado un poco más en el empleo que en la producción. El empleo manufacturero pasó de 528 547 personas en 1992 a 440 079 personas en 1999, es decir, se redujo en 88 378 puestos de trabajo. En el 2003, el número de personas empleadas fue de 502 943.

En el cuadro 2 se presenta el número de establecimientos por año y su respectivo crecimiento porcentual. Una vez más, la variación más significativa fue la de 1999,

que fue producida por la crisis de ese año. El número de establecimientos pasó de 4915 en 1992 a 7230 en 2003.

Cuadro 2: Crecimiento porcentual del número de establecimientos
del sector manufacturero (1992-2003)

Año	Establecimientos	Crecimiento Porcentual
1992	4915	
1993	5028	2,29
1994	4958	-1,39
1995	4999	0,82
1996	4982	-0,34
1997	4914	-1,36
1998	4641	-5,55
1999	3992	-13,98
2000	7246	81,51
2001	6960	-3,94
2002	6881	-1,13
2003	7230	5,07

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual
Manufacturera del DANE.

La distribución por ciudades de la actividad manufacturera ha variado a lo largo del período de estudio. Los procesos de localización industrial han modificado el mapa manufacturero de Colombia, a favor de algunas ciudades y en desmedro de otras.

En el cuadro 3 se encuentra la distribución de la producción manufacturera en Colombia. De 1992 a 2003, la mayor parte de las ciudades han perdido participación, excepto Cartagena y las ciudades pequeñas agrupadas en la categoría Resto del País. Las ciudades que más participación han perdido son Barranquilla y Bogotá. Cartagena casi ha duplicado su participación a lo largo de un poco más de una década y el resto del país ha aumentado 10 puntos porcentuales desde 1992.

Aunque el análisis de distribución más importante pueda ser el de la producción, también es necesario conocer cómo se distribuyen las variables empleo y establecimientos.

Cuadro 3: Distribución por ciudades de la producción manufacturera en Colombia (1992, 1996, 2000, 2003)

	1992	1996	2000	2003
Barranquilla	7,72%	6,50%	5,43%	5,36%
Bogotá	28,19%	26,91%	22,93%	22,80%
Bucaramanga	1,93%	1,88%	1,77%	2,18%
Cali	13,07%	12,31%	10,51%	9,53%
Cartagena	4,60%	5,36%	6,78%	7,67%
Manizales	1,79%	1,52%	1,68%	1,55%
Medellín	16,81%	18,03%	15,87%	15,34%
Pereira	1,96%	2,39%	2,02%	1,58%
Resto	23,93%	25,10%	33,01%	34,00%
General	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

En cuanto a la variable empleo (personal ocupado), se observa que los cambios en las participaciones desde 1992 hasta el 2004 han sido menores que los registrados en la producción. La ciudad de Cartagena, si bien ha duplicado su participación en la producción nacional, no ha logrado cambiar su participación en el total de personas ocupadas. Lo anterior se debe, a decir de Calvo y Báez (1999), a la alta participación de los sectores intensivos en capital dentro del sector manufacturero de la ciudad.

Cuadro 4: Distribución por ciudades del personal ocupado en el sector manufacturero colombiano (1992, 1996, 2000, 2003)

	1992	1996	2000	2003
Barranquilla	6,81%	6,31%	6,37%	5,72%
Bogotá	34,06%	32,91%	30,55%	31,38%
Bucaramanga	2,77%	2,25%	2,09%	1,98%
Cali	11,92%	11,88%	10,87%	10,40%
Cartagena	1,92%	1,88%	2,13%	2,14%
Manizales	2,35%	2,04%	2,33%	2,24%
Medellín	20,22%	22,01%	21,66%	21,97%
Pereira	2,67%	2,42%	2,72%	2,71%
Resto	17,29%	18,29%	21,29%	21,46%
General	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Un aspecto importante es que las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali representan más del 50% del valor de los indicadores industriales y manufactureros del país. Las demás ciudades sólo aportan cifras de un dígito a la composición de la industria manufacturera colombiana. El alto grado de concentración de la actividad industrial es evidencia del fenómeno de primacía urbana múltiple que se presenta en Colombia.

Cuadro 5: Distribución por ciudades de los establecimientos manufactureros (1992, 1996, 2000, 2003)

	1992	1996	2000	2003
Barranquilla	6,35%	5,72%	5,29%	4,94%
Bogotá	36,85%	35,41%	32,21%	34,36%
Bucaramanga	5,57%	4,74%	4,98%	4,25%
Cali	10,82%	10,78%	9,49%	10,30%
Cartagena	1,85%	1,81%	1,67%	1,51%
Manizales	2,05%	2,05%	2,32%	2,19%
Medellín	19,29%	19,59%	19,49%	18,98%
Pereira	2,60%	2,77%	2,79%	2,50%
Resto	14,61%	17,14%	21,76%	20,98%
General	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Para la variable establecimientos puede decirse que la única categoría estadística ganadora en participación de manera considerable es el Resto del País¹. Lo anterior muestra que las zonas que no pertenecen legalmente a las ciudades incluidas en la eam, se consolidan como alternativas para la relocalización o creación de industrias; pero el proceso es lento aunque a primera vista parezca que la actividad manufacturera se está redistribuyendo. Investigadores como Cuervo (1997) y Gouëset (1998) lo atribuyen a la “desconcentración concentrada”.

Esta desconcentración se presenta cuando las firmas deciden localizarse en las zonas conurbadas de las grandes ciudades o municipios dentro de sus áreas de influencia. Existen diversas razones para este comportamiento, pero una de las más importantes es la necesidad de expansión de la capacidad productiva. Los pequeños municipios

¹ El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (dane), al realizar la Encuesta Anual Manufacturera (eam), considera al Resto del País como una categoría estadística, correcta y válida para propósitos de comparación.

también suelen ofrecer tarifas impositivas más bajas. Autores como Manrique (1974) y Moncayo (2002) aducen que el espacio limitado de las zonas urbanas y los procesos de metropolización que generan entornos atractivos en materia de prestación de servicios, hacen posible que simultáneamente se dé la relocalización industrial desconcentradora y concentradora, pues las empresas siguen dentro del radio de influencia de las grandes ciudades.

Cuervo y Gouëset tienen aproximaciones divergentes a la desconcentración concentrada. Gouëset la ve como el resultado de la importancia relativa que ha ganado el sector terciario en las ciudades colombianas (desindustrialización). Cuervo descubre una ventaja en esta situación, con el aprovechamiento de las zonas que rodean a las ciudades, lo que resuelve la limitación de espacio industrial y permite aumentar la producción. También es palpable una desconcentración pura, es decir, la localización de actividades económicas en zonas distintas y alejadas de los radios de influencia de los núcleos o centros de producción ya consolidados. Por medio de este proceso de desconcentración pura se ha generado una nueva clase de ciudades intermedias que intentan ganar participación en el sector industrial. Medellín, Cali y, principalmente, Barranquilla están cediendo puntos en su participación en la industria manufacturera colombiana debido a la competencia de estos *centros nacionales diversificados secundarios* (Bucaramanga, Manizales, Pereira, Cartagena, etc.), como se les suele llamar. Bogotá es un caso aparte, según Gouëset, porque se encuentra en un proceso de consolidación como gran metrópoli colombiana.

Otro factor generador de desconcentración pura es la actividad petrolera (y un poco menos, la petroquímica). Lo anterior, según Echavarría y Villamizar (2006), se debe a que las actividades relacionadas con el petróleo deben localizarse cerca a los pozos o a las refinerías.

3. Las externalidades de aglomeración en la literatura económica

Aunque fueron los antiguos griegos los primeros que intentaron explicar la distribución espacial de las actividades económicas, solamente se puede hablar de Geografía Económica a partir del siglo xix.

La Geografía Económica de este siglo se caracteriza porque las condiciones de demanda y las fuentes de insumos necesarias para el proceso productivo están dadas por un proceso determinístico muy ligado a las condiciones naturales. Los mayores exponentes de esta rama del conocimiento en el siglo xix y comienzos del siglo xx fueron Johann Heinrich von Thünen, Walter Christaller y Alfred Weber.

Thünen (1826) propone los centros económicos como zonas aisladas de la actividad que las rodea, de tal forma que concibe a las ciudades como estados separados entre sí, rodeadas por una naturaleza sin modificar, y en territorios planos. Además, les fija un clima constante, pero no interviene en las decisiones de producción; los individuos transportan sus mercancías por medio primitivos, son perfectamente racionales y maximizan sus beneficios. Esta estructura de ciudad se traduce en círculos concéntricos que se especializan de acuerdo a los costos de cada actividad, teniendo en cuenta que los cultivos de las zonas más alejadas deben ser capaces de equiparar el gasto del transporte hacia el centro económico. Fuera de dichos círculos, la actividad económica (agrícola) no es rentable.

Weber (1909) enfoca la localización industrial como la búsqueda de zonas menos costosas. Por ello propone su Teoría de los Menores Costos, donde la ubicación de las empresas depende de la relación existente entre los factores de producción y el costo total que enfrentan. Según su teoría, las industrias se localizarán en aquellas zonas en las que existan materias primas perdedoras de peso², o bien mano de obra altamente calificada, ya que al ubicarse cerca de este tipo de fuente de insumos, reducen significativamente los costos de producción.

Christaller (1933), plantea que las condiciones naturales no son determinantes exclusivas de la actividad económica como Thünen. El determinismo sociológico (orden que deben seguir los asentamientos humanos) a través de la Teoría del Lugar Central, es lo que determina la localización de las firmas. Esta teoría predice la ubicación del mercado en formas geométricas diversas en los cuales sus centros o núcleos económicos son equidistantes entre sí, de tal forma que no existe un lugar con más de un centro de influencia.

El tiempo ha demostrado que las ciudades no tienen por qué seguir los patrones formulados por estos tres autores, debido a que la competencia y la heterogeneidad socio-económica de los agentes y las actividades productivas, genera interacciones dinámicas que impulsan el crecimiento de la ciudad en todas las direcciones.

Al vislumbrarse el siglo xx en el horizonte, otros autores estuvieron intentando construir un enfoque teórico que reemplazara la visión determinista de la Geografía Económica original. Esta situación fue revisada por Krugman (1992), que en una

² Se conocen como insumos perdedores de peso aquellos cuyo transporte es costoso, a tal punto que es preferible ubicar las plantas de producción cerca de ellos. El calificativo “perdedores de peso” se debe a que su creciente costo de transporte es equivalente a una reducción en la carga transportada.

brillante analogía compara la situación de la Geografía Económica con “quien empieza la casa desde el tejado”, pues durante la evolución de esta rama de la ciencia económica se le ha dado más importancia a la distribución geográfica y formas geométricas de la aglomeración, que a la misma modelación de los mercados.

La introducción de la idea según la cual las decisiones de localización están en función de las ventajas que en términos de beneficios ofrecen las ciudades como aglomeraciones de personas y actividades económicas, puede atribuírsele a Alfred Marshall (1890,1920). En estos trabajos, Marshall muestra que los rendimientos crecientes presentes en una industria son el resultado de externalidades inherentes al proceso de aglomeración.

Estas externalidades generan y necesitan de: 1) un mercado de trabajo conjunto, 2) especialización del mercado de insumos y 3) los derrames tecnológicos, factores que se caracterizan por ser estáticos en el tiempo.

Estos factores se pueden manifestar de dos maneras distintas. La primera es la externalidad por localización, en la cual la ubicación de empresas de un mismo sector industrial se convierte en motor del crecimiento de la producción y en un incentivo para empresas del mismo tipo. En segundo lugar, la externalidad por urbanización permite que la actividad económica variada se constituya en el eje fundamental del crecimiento de la industria. Si bien estos factores son endógenos al proceso de localización en un centro industrial, no se constituyen en elementos que tendrán siempre el mismo efecto en las decisiones productivas. Es posible que al aumentar los niveles de aglomeración aparezcan limitantes al crecimiento de las ciudades como la congestión y la contaminación.

Después de los aportes de Marshall a la hora de explicar cómo la aglomeración de la actividad económica genera externalidades, se hizo importante demostrar que aun los procesos estáticos pueden variar a lo largo del tiempo.

Estas externalidades positivas pueden ser originadas por diversas condiciones del entorno económico inherentes al sistema, que ocasionalmente pueden ser opuestas entre sí (i.e monopolio y competencia) y que no siempre tienen el mismo efecto. Por la capacidad de reforzarse o debilitarse a lo largo del tiempo, estas ventajas (o desventajas) se conocen como externalidades dinámicas de aglomeración. Dichas externalidades son el resultado de los procesos de localización industrial en una zona geográfica determinada y su núcleo es el contacto humano a través de la aglomeración demográfica urbana.

La interacción de seres humanos capacitados permite la generación de derramamientos de conocimientos o *spillovers*, como se les conoce en la literatura económica. Si no fuera por los beneficios de relacionarse con la cantidad suficiente de personas, carecería de sentido exponerse al sinnúmero de problemas que conlleva vivir en las grandes ciudades modernas. Es precisamente la baja densidad poblacional de las zonas rurales y la escasa capacitación de sus habitantes, lo que impide que las zonas rurales sean atractivas para la mayor parte de las industrias. Como lo dice Glaeser et al. (1992): “La frecuencia de la interacción con otras personas está asegurada por su proximidad. Como esta proximidad es mayor en la ciudad, todos los modelos predicen que las ciudades crecen con más rapidez que las áreas rurales, donde las externalidades son menos importantes porque la gente interactúa menos”. Aunque no se puede negar que la gente en las zonas rurales también interactúa, es indiscutible que su valor económico en las zonas urbanas es mayor.

Las teorías que intentan explicar el origen y evolución de estas externalidades dinámicas difieren en la influencia que le atribuyen a cada una de las estructuras de mercado, que puede ser monopolístico o competitivo. Además, dichas teorías también difieren en cuanto al origen del conocimiento y de las innovaciones. Estas pueden generarse más fácilmente, ya sea en ciudades con alta concentración industrial o en ciudades diversificadas. Según las características anteriores, las externalidades dinámicas de aglomeración pueden clasificarse en tres tipos:

1. Externalidades tipo mar (Marshall-Arrow-Romer).
2. Externalidades tipo Jacobs.
3. Externalidades tipo Porter.

Aunque el primer aporte de Marshall tiene más de un siglo, su pensamiento es el núcleo fundamental de la teoría mar. Marshall (1890, 1920) plantea que la concentración de una industria en una ciudad hace que los derramamientos de conocimiento se distribuyan de manera rápida y efectiva entre sus firmas; esa misma fuerza aglutinante lleva a que el crecimiento propio de esa industria se convierta en el crecimiento económico general de la ciudad. Con Arrow (1962) se intenta la primera formalización de los aportes de Marshall, mientras que Romer (1986) expone la influencia de esta teoría en los análisis macroeconómicos.

La teoría mar predice que las ciudades donde predomina una industria específica tienden a crecer más rápidamente que aquellas en las que existe una gran diversidad de actividad industrial. Es cierto que las innovaciones son más fáciles de desarrollar al interior de la industria, pues la aglomeración de un gran número de empleados

que se dediquen a lo mismo y que se comuniquen entre sí, permite aumentar la probabilidad de mejorar los procesos productivos de todas las firmas del sector a través de los *spillovers* de conocimiento. Este tipo de ambiente hace necesario que la mayor parte de los métodos de producción e innovación sean protegidos por derechos de propiedad. Sin esta garantía, los procesos de innovación y, por ende, las posibilidades de crecimiento disminuyen, pues nada asegura que los beneficios generados por la inversión destinada a investigación y desarrollo, sean internalizados únicamente por la empresa en cuestión.

Si bien pueden existir industrias concentradas con un gran número de firmas, es innegable que las innovaciones están más protegidas en los mercados monopolísticos. Tal como lo dicen Barro y Sala-i-Martin (1995), refiriéndose a los modelos de adquisición de conocimiento tecnológico por *learning by invest* de Romer (1986) y Arrow (1962), “el conocimiento no tiene un carácter antagonico: si una firma usa una idea, eso no impide que otras firmas la usen. Por otra parte, las firmas tienen incentivos para mantener en secreto sus descubrimientos en forma de patentes para sus inventos”. Dichas conocimientos protegidos sólo se degradan gradualmente lo que mantiene por un tiempo la ventaja competitiva. Según Barro, este desarrollo descentralizado con ventajas individuales no es posible en ambientes competitivos³.

Las externalidades tipo Porter comparten con las de mar la defensa de la concentración industrial como factor generador de crecimiento. Al igual que los teóricos de la teoría mar, Porter (1990) señala que al interior de las industrias el proceso de derrame tecnológico posee una velocidad superior al que se puede presentar entre empresas de sectores industriales diferentes.

A diferencia de la teoría mar, la teoría de Porter propone que la competencia es un medio para forzar a las industrias a innovar en sus procesos productivos. Aunque a largo plazo el beneficio económico de las empresas en ambientes competitivos es nulo, la única forma de mantenerse en el mercado es innovar más que el resto de los competidores. Por esta razón, Porter plantea que las ciudades en las que predominan las estructuras de mercado competitivas tienden a crecer más rápidamente.

Uniando las dos visiones de Porter sobre las características que definen el crecimiento industrial de una ciudad (concentración y competencia), queda claro que

³ Lo anterior no significa que la replicación de experiencias ajenas sea la única fuente de conocimiento. También existen fuentes de conocimiento como el “*learning by doing*”, de Arocena y Sutz (2001).

las ciudades con más dinamismo serán aquellas en las cuales predomine un sector industrial cuyas firmas sean feroces competidoras entresí.

Jacobs (1969, 1984) defiende a las ciudades como lugares que se diferencian de las zonas rurales, precisamente en la capacidad para resolver, por medio de estructuras de mercado, las crecientes incomodidades que acarrea vivir en zonas urbanas. Es más, puede decirse que una ciudad con problemas es una ciudad que se ve forzada a encontrar de forma industrial una solución a sus dificultades. Con esta aclaración, es fácil comprender porqué Jacobs es partidaria de la diversificación en las ciudades: permite que un sector industrial se complemente con la producción y los avances del resto de industrias. Es técnicamente imposible que una sola industria sea capaz de resolver sus propios problemas, tal como es imposible que una persona pueda autosuministrarse todos los bienes que necesita para vivir con comodidad. En la medida que cada sector individualmente busque maneras de mejorar su productividad, todos los demás se verán beneficiados y, a la larga, la ciudad como un todo también mejora su desempeño productivo.

Jacobs también deja entrever que las estructuras monopólicas corrompen los sistemas de precios, elevando los costos del resto de sectores industriales de la ciudad. Lo anterior implica que los ambientes competitivos son garantía para la difusión de los derramamientos tecnológicos entre las empresas, ya que permiten el acceso justo de todos los agentes. En conclusión, para Jacobs las ciudades con sectores industriales diversificados y mercados competitivos deben presentar una dinámica de producción más fuerte que aquellas en las cuales no se cumplen estas características.

Cuadro 6: Tipos de externalidades dinámicas de aglomeración

		Generación de conocimiento (spillovers)	
		Intraindustrial	Interindustrial
Tipo de mercado	Monopolio	MAR (1890-1920,1962, 1990)	
	Competencia	Porter (1990)	Jacobs (1969, 1984)

Fuente: Lucio et al. (2002).

El cuadro 6 resume los tipos de mercado y las fuentes de conocimiento que propone cada una de las teorías como factores generadores de crecimiento industrial en una ciudad.

Si bien los aportes anteriores fueron teóricos, es importante resaltar que sus conceptos y lineamientos han servido como base a una gran cantidad de formulaciones

empíricas de reciente data que intentan demostrar la existencia de las externalidades dinámicas de aglomeración. Además, estos acercamientos a la práctica buscan determinar a cuál de los tres tipos de externalidades antes mencionadas pertenecen las que se encontraron en cada estudio.

Cada uno de esos intentos de demostrar la existencia de las externalidades y su impacto en los procesos productivos de las ciudades ha permitido comprender que sus efectos no son los mismos en todas las ciudades y países. De tal forma que es posible encontrar, por ejemplo, ciudades beneficiadas con el monopolio y otras que no.

En estos trabajos se busca la relación entre las variables industriales (producción, salarios, empleo) con las externalidades dinámicas de aglomeración. Glaeser et al. (1992), Vernon Henderson (1998) y De Lucio et al. (2002) se han convertido en los trabajos de referencia para quienes intentan medirlas, puesto que fueron pioneros en la utilización de indicadores industriales fácilmente calculables como variables explicativas de la influencia que las externalidades de aglomeración han tenido en sus países.

Otro trabajo con un propósito similar para México es el de Mendoza (2003), mientras que en el ámbito colombiano los trabajos de Maldonado (2004) y Toro (2005) son referentes importantes.

4. Especificación del modelo

La teoría de las externalidades dinámicas de aglomeración establece las bases para analizar su impacto en la industria manufacturera colombiana. Teniendo como apoyo la especificación de Glaeser et al. (1992), se puede construir un modelo econométrico que permite explicar la influencia de la aglomeración de las firmas en el desarrollo de la industria manufacturera colombiana, a través de indicadores industriales que se obtienen de la Encuesta Anual Manufacturera.

Antes de diseñar y estimar un modelo econométrico, es necesario conocer el comportamiento de las variables a estudiar. En la cuarta sección se analizará la estadística descriptiva de todas las variables del modelo; de esta manera se puede observar el comportamiento de las variables de aglomeración en Colombia.

Suponiendo que todas las firmas de una industria se comportan bajo la misma función de producción y buscan maximizar sus beneficios, tenemos que:

- 1) $A_t f_t(l_t) - w_t l_t$
- 2) $A_t f'(l_t) - w_t$

Donde A es la productividad, l es el trabajo y w es salario.

Es posible reescribir la ecuación 2 en términos de tasas de crecimiento y despejar la productividad:

$$3) 1 \log\left(\frac{A_{t+1}}{A_t}\right) = \log\left(\frac{w_{t+1}}{w_t}\right) - \log\left[\frac{f'(l_{t+1})}{f'(l_t)}\right]$$

Además, el nivel de tecnología en una ciudad determinada tiene un origen nacional y otro local:

$$4) A = A_{local} A_{nacional}$$

Entonces, es de esperar que el crecimiento total de la tecnología, sea la suma del incremento en los niveles de tecnología local y nacional. El crecimiento local de la tecnología es una función de las externalidades de aglomeración que se generan en un territorio determinado:

$$5) \log\left(\frac{A_{local,t+1}}{A_{local,t}}\right) = g(\text{especialización, monopolio, diversidad, cond. iniciales}) + e_{t+1}$$

La significancia de las variables de aglomeración, según lo visto en la sección anterior, permite establecer qué tipo de externalidad predomina en la industria de las ciudades.

Se parte de una función de producción en la que sólo interviene el trabajo y tiene la forma funcional establecida en la ecuación 6:

$$6) f(l) = l^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1,$$

donde el condicional implica productividad marginal del trabajo decreciente se pueden combinar 3, 5 y 6 para obtener:

$$7) \alpha \log\left(\frac{l_{t+1}}{l_t}\right) = -\log\left(\frac{w_{t+1}}{w_t}\right) + \log\left(\frac{A_{nacional,t+1}}{A_{nacional,t}}\right) +$$

$$g(\text{especialización, monopolio, diversidad, cond. iniciales}) + e_{t+1}$$

De la ecuación 7 se deduce que el crecimiento del empleo es una función negativa de los salarios y positiva de la productividad, que tiene orígenes local y nacional. La productividad local es una función de las variables de aglomeración de cada territorio.

Precisamente, el objetivo de este trabajo es exponer el impacto que tienen las variables de aglomeración en el empleo manufacturero, mientras que se mantienen constantes las demás variables (salarios y productividad nacional).

Como variable dependiente se ha escogido el crecimiento del empleo y como variables explicativas, el crecimiento de la producción (efecto demanda) y las variables de aglomeración. El crecimiento del empleo y el de la producción manufacturera son utilizados en su forma logarítmica:

$$\Delta \text{empleo} = \log \left(\frac{\text{empleo}_{t+1}}{\text{empleo}_t} \right)$$

$$\Delta \text{producción} = \log \left(\frac{\text{producción}_{t+1}}{\text{producción}_t} \right)$$

Los indicadores de aglomeración son:

- **Diversificación:** este indicador en los trabajos de Glaeser et al., Maldonado, y Lucio et al., es el porcentaje del empleo de la ciudad de las cinco industrias más grandes. En el estudio se opta por modificar la variable, pues es posible que el tamaño de la industria en cuestión sea tal que, al no incluirla dentro del porcentaje se estaría, al menos, sesgando el indicador en algunas ocasiones. Por ello es que se define como diversificación el cociente entre la participación de la producción de la industria en la producción de la ciudad y la participación de la producción de las cinco industrias más grandes en la producción de la ciudad.

Sean los subíndices i (industria), j (ciudad) y la variable Y la producción:

$$DIV = \frac{Y_{ij} / Y_j}{\sum_{i=1}^5 Y_{ij} / Y_j}$$

$$DIV = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^5 Y_{ij}}$$

A medida que el valor de este indicador sea más elevado, el grado de diversificación es menor.

- **Especialización:** a diferencia de Glaeser et al. y Maldonado, este trabajo adopta el enfoque de Lucio et al. que, al intentar de manera algebraica construir un modelo de las eda, pudo definir dos tipos de especialización. La especialización puede presentarse al existir concentración de una industria específica en una urbe (especialización por ciudad) o al existir pocos establecimientos que concentran toda o la mayor parte de la producción de una industria en todo el país (especialización por industria). Sea $espp$ la especialización por ciudad y $espi$ la especialización por industria:

$$ESPP = \frac{Y_{ij}}{Y_j}$$

$$ESPI = \frac{Y_{ij}}{Y_i}$$

Los indicadores de especialización como proporciones, se encuentran entre cero y uno. De aquellas industrias que posean un valor de este indicador cercano a uno, puede decirse que son más especializadas, ya sea en la ciudad o en su agregado nacional.

- **Competencia:** el indicador de competencia busca medir la desviación de los establecimientos per cápita en cada industria entre las ciudades y el total del país. Sean Q el número de establecimientos y N el número de empleados:

$$COMP = \frac{Q_{ij} / N_{ij}}{Q_i / N_i}$$

A medida que el valor de este indicador tienda a uno, el número de empresas por trabajador de cada industria-ciudad se comporta cada vez más como el del país. Si es mayor que 1, la industria es más competitiva. Análogamente, si es menor que 1, la industria no es tan competitiva.

La combinación de resultados posibles a obtenerse tienen como base la teoría de las externalidades dinámicas de aglomeración, y los resultados econométricos que se presentan están resumidos en el cuadro 7.

Cuadro 7: Clasificación de las externalidades de aglomeración según el impacto que ejercen en el sector manufacturero

	IMPACTo		
Competencia	Negativo	Positivo	Positivo
Diversificación	Negativo	Negativo	Positivo
Especialización	Positivo	Positivo	Negativo
EDA	MAR	PORTER	JACOBS

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los aportes más importantes de este trabajo es la utilización de modelos de datos en panel para las estimaciones econométricas. Para construir el panel de datos, se escogieron las ciudades que incluye el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en su Encuesta Anual Manufactura (EAM). Dicha encuesta incluye a Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Manizales, Medellín, Pereira y la categoría Resto del País.

A diferencia de los demás trabajos realizados en el campo de las externalidades dinámicas a nivel nacional, este es el primero en dividir el tiempo de estudio. Es necesario señalar que los estudios de Garrido (2002) se caracterizan porque realizaron esta división del período de estudio.

Es posible que las variaciones de la coyuntura económica (apertura, crisis del 99, recuperación económica, etc.) con el paso del tiempo modifiquen la forma en que las estructuras industriales interactúan con su entorno y, de esa manera, cambien el impacto que en ellas tiene la aglomeración de los establecimientos.

El período estudiado se dividió en tres subperíodos: 1992-1995, 1996-1999 y 2000-2003. Las industrias seleccionadas para cada subperíodo son las diez industrias con mayor producción en cada ciudad. El objetivo para utilizar esta muestra del total de industrias de cada ciudad es enfocar el comportamiento de los sectores industriales que más inciden en el desarrollo de cada ciudad. De esta forma se construye un panel (agrupación por categorías) para cada subperíodo, que consta de 90 observaciones, nueve ciudades (incluyendo Resto del País) y diez industrias para cada ciudad.

5. Datos y resultados

En el cuadro 8, se encuentra la estadística descriptiva de las variables utilizadas en cada subperíodo. Es importante anotar que las diez industrias manufactureras más

grandes en cada ciudad se pueden considerar como competitivas para cada uno de los subperíodos estudiados. En algunas ocasiones, la diferencia entre los valores máximos y mínimos es amplia, lo que la convierte en una muestra de la variedad existente en la estructura de la industria manufacturera colombiana.

El período 1996-1999 se caracteriza por un retroceso en la producción que afectó fuertemente a las diez industrias más importantes de cada ciudad. Además, el empleo en las industrias seleccionadas para este estudio disminuyó en cada uno de los subperíodos (aunque menos después del año 2000). Si se tiene en cuenta que en los períodos 1992-1995 y 2000-2003 el empleo manufacturero total creció, puede inferirse que la disminución de esta variable en las industrias más grandes, se atribuye a la reducción de la mano de obra⁴, ya sea por una mejora en la productividad de los trabajadores o por la introducción de maquinaria en el proceso productivo.

Cuadro 8: Estadística descriptiva de las variables en los subperíodos 1992-1995, 1996-1999 y 2000-2003

1992-1995	Empleo	Producción	Diversificación	Competenci	Esp. Territoria	Esp. Industria
Media	-0,068	0,036	0,13	0,988	0,085	0,175
Máximo	0,691	1,062	0,501	4,002	0,393	0,922
Mínimo	-2,653	-2,796	0,007	0,171	0,007	0,006
Desv. estándar	0,472	0,612	0,102	0,579	0,076	0,192
Observaciones	90	90	90	90	90	90
1996-1999	Empleo	Producción	Diversificación	Competenci	Esp. Territoria	Esp. Industria
Media	-0,201	-0,253	0,129	1,06	0,086	0,176
Máximo	1,435	0,765	0,606	3,888	0,459	0,591
Mínimo	-2,83	-4,334	0,007	0,177	0,006	0,004
Desv. estándar	0,459	0,567	0,111	0,659	0,083	0,162
Observaciones	90	90	90	90	90	90
2000-2003	Empleo	Producción	Diversificación	Competenci	Esp. Territoria	Esp. Industria
Media	-0,038	0,097	0,124	1,026	0,072	0,2
Máximo	0,352	1,005	0,462	3,342	0,356	1
Mínimo	-1,504	-2,253	0,001	0,266	0	0,002
Desv. estándar	0,266	0,394	0,098	0,599	0,065	0,226
Observaciones	90	90	90	90	90	90

Fuente:Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

⁴Tomando como base la Ley de Engel, a Echavarría y Villamizar (2002) y al hecho de que una gran parte de la

La evolución de las variables empleo y producción en las ciudades durante el período de estudio se encuentra en los cuadros 9 y 10, respectivamente. En ellos se muestra el impacto negativo que en el empleo manufacturero tuvo la fuerte recesión del final del siglo xx. Además, es importante anotar que, por lo general, los incrementos del empleo son menores a los incrementos de la producción en cada una de las ciudades.

Cuadro 9: Promedios de la variable empleo en las ciudades

	1992-1995	1996-1999	2000-2003
Barranquilla	-0,026	-0,321	0,017
Bogotá	-0,008	-0,237	0,097
Bucaramanga	-0,454	-0,465	0,044
Cali	-0,031	-0,392	0,036
Cartagena	0,161	-0,090	-0,142
Manizales	0,014	-0,153	0,116
Medellín	0,111	-0,205	0,022
Pereira	-0,066	-0,129	-0,121
Resto	0,170	-0,117	0,031

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Cuadro 10: Promedios de la variable producción en las ciudades

	1992-1995	1996-1999	2000-2003
Barranquilla	0,063	-0,380	0,144
Bogotá	0,250	-0,408	0,274
Bucaramanga	-0,437	-0,291	0,192
Cali	0,129	-0,395	0,155
Cartagena	0,414	-0,134	0,265
Manizales	0,192	0,139	0,268
Medellín	0,352	-0,315	0,161
Pereira	0,147	-0,127	-0,050
Resto	0,301	-0,016	0,161

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

industria manufacturera es intensiva en mano de obra, puede decirse que Colombia se encuentra en un nivel inferior de desarrollo económico. A medida que un país se desarrolla, la elasticidad ingreso de la demanda de bienes intensivos en mano de obra decrece; mientras que la de los bienes intensivos en capital, aumenta. A mayores niveles de desarrollo, los servicios se vuelven imprescindibles para la sociedad. Lo anterior no implica que la producción y el valor agregado decrezcan.

Tal como se observa en el cuadro 11, en la década de los noventa la diversificación del sector manufacturero aumentó en Colombia pues, a excepción de Medellín, el valor de este indicador se incrementó en todas las ciudades. Lo anterior pudo ser el resultado del proceso de apertura económica. Así mismo, después de la crisis de 1999 los indicadores de diversificación en cada una de las ciudades, exceptuando nuevamente a Medellín, disminuyeron.

Cuadro 11: Promedios de la variable diversificación en las ciudades

	1992-1995	1996-1999	2000-2003
Barranquilla	0,086	0,101	0,080
Bogotá	0,096	0,101	0,076
Bucaramanga	0,077	0,094	0,069
Cali	0,089	0,089	0,089
Cartagena	0,084	0,092	0,091
Manizales	0,108	0,116	0,074
Medellín	0,096	0,087	0,102
Pereira	0,074	0,081	0,077
Resto	0,067	0,085	0,078

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Cuadro 12: Promedios de la variable especialización territorial en las ciudades

	1992-1995	1996-1999	2000-2003
Barranquilla	0,052	0,053	0,043
Bogotá	0,050	0,050	0,032
Bucaramanga	0,053	0,052	0,045
Cali	0,053	0,056	0,051
Cartagena	0,077	0,070	0,079
Manizales	0,067	0,065	0,047
Medellín	0,050	0,051	0,039
Pereira	0,060	0,060	0,055
Resto	0,053	0,054	0,041

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Los valores de la especialización territorial han descendido en todas las ciudades de Colombia salvo en Cartagena (ver cuadro 12). Esta última ciudad es un caso excepcional, pues la ubicación de la refinería de petróleo en la zona industrial

de Mamonal, la ha convertido en un *cluster* especializado en el procesamiento de hidrocarburos y fabricación de derivados del petróleo.

La especialización industrial, entendida como la concentración de una industria en una o pocas ciudades, se caracteriza por tener indicadores relativamente bajos. Excepto la producción y ensamble de vehículos y equipo, que se encuentra concentrada en Bogotá, son escasas las industrias que reúnen toda su producción en una sola unidad geográfica.

Cuadro 13: Promedios de la variable especialización industrial en las ciudades

	1992-1995	1996-1999	2000-2003
Barranquilla	0,108	0,094	0,124
Bogotá	0,400	0,305	0,304
Bucaramanga	0,024	0,026	0,029
Cali	0,191	0,184	0,228
Cartagena	0,121	0,113	0,123
Manizales	0,040	0,042	0,107
Medellín	0,194	0,212	0,224
Pereira	0,027	0,029	0,078
Resto	0,221	0,243	0,388

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

Cuadro 14: Promedios de la variable competencia en las ciudades

	1992-1995	1996-1999	2000-2003
Barranquilla	1,147	1,112	1,406
Bogotá	1,270	1,383	1,315
Bucaramanga	2,479	2,836	2,835
Cali	0,998	1,220	0,970
Cartagena	1,791	1,564	1,792
Manizales	1,208	1,203	1,541
Medellín	1,075	1,069	0,936
Pereira	1,505	1,772	1,756
Resto	1,070	1,162	0,914

Fuente: Elaboración propia a partir de la Encuesta Anual Manufacturera del DANE.

El valor del indicador de competencia se ha reducido en ciudades como Cali, Medellín y en la categoría Resto del País, mientras que en las otras ciudades ha aumentado considerablemente (ver cuadro 14).

5.1 Resultados

En la mayor parte de los trabajos que explican fenómenos urbanos y regionales se espera que la diversidad entre las regiones y/o ciudades genere heterocedasticidad en los modelos.

Uno de los errores más frecuentes en que se incurre en este tipo de trabajos es el descuido al evaluar la presencia de heterocedasticidad. Por lo anterior, en este trabajo para cada subperíodo se partió de una regresión inicial con todas las variables a través del método de mínimos cuadrados ordinarios (OLS). A esta regresión se le aplicó la prueba de White para comprobar la falta de varianzas idénticas.

En los subperíodos en los cuales se comprobó la violación de este supuesto, se intentó corregir el problema a través de los mínimos cuadrados ponderados. Para estas estimaciones es necesario contar con una estructura de datos en panel (datos agrupados por categorías), pues el elemento ponderador son los elementos de corte transversal, es decir, las ciudades.

Con o sin heterocedasticidad, es importante conocer si el hecho mismo de ubicarse en una determinada ciudad se convierte en un elemento que mejora los indicadores de una industria. Una forma de resolver este problema es incluir una variable ficticia regional. Otro método es el de los efectos fijos por ciudades. La elección del modelo fijo se justifica, en la medida que es posible encontrar diferencias significativas entre las ciudades.

Siguiendo a Lucio et al., en este trabajo se incluyen los términos de especialización al cuadrado. La intención de incluir los términos cuadráticos de estas variables es determinar si existen efectos no lineales entre las variables. En este caso, se presentaría una no linealidad entre las variables del modelo si la producción como variable dependiente responde de forma diversa a los distintos grados de intensidad de las variables de especialización y de tal manera que, con bajos niveles de especialización, la economía de una ciudad se podría ver favorecida. Pero, si dicha especialización excede un límite determinado, los efectos se vuelven negativos.

Cuadro 15: Resultados econométricos (1992-1995)

VARIABLE DEPENDIENTE:	VARIACIÓN DEL EMPLEO EN LOGARITMOS			
MÉTODO DE ESTIMACIÓN:	(1) MCO	(2) MCP	(3) PANEL MCP	(4) PANEL MCP
VARIABLES EXPLICATIVAS:				
CONSTANTE	-0,277 0,009	-0,274 0,033	-0,271 0,001	-0,255 0,007
VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LOGARITMOS	0,600 0,000	0,592 0,000	0,520 0,000	0,497 0,000
COMPETENCIA	-0,021 0,674	-0,033 0,561	0,006 0,896	0,003 0,957
DIVERSIFICACIÓN	-0,970 0,499	-0,258 0,829	-1,553 0,112	-3,138 0,045
ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL	0,524 0,255	0,744 0,066	0,865 0,008	0,362 0,416
ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL AL CUADRADO	-0,517 0,405	-0,692 0,240	-1,124 0,018	-0,548 0,325
ESPECIALIZACIÓN TERRITORIAL	4,976 0,096	3,121 0,171	5,117 0,018	8,112 0,010
ESPECIALIZACIÓN TERRITORIAL AL CUADRADO	-11,34 0,007	-8,509 0,006	-9,353 0,002	-11,340 0,001
EFFECTOS FIJOS:				
Barranquilla	n.a	n.a	n.a	0,120
Bogotá	n.a	n.a	n.a	0,097
Bucaramanga	n.a	n.a	n.a	-0,069
Cali	n.a	n.a	n.a	0,044
Cartagena	n.a	n.a	n.a	-0,140
Manizales	n.a	n.a	n.a	-0,055
Medellín	n.a	n.a	n.a	0,117
Pereira	n.a	n.a	n.a	-0,158
Resto del País	n.a	n.a	n.a	0,044

Continúa...

ESTADÍSTICOS:				
R ²	0,714	0,703	0,617	0,644
R ² ajustado	0,689	0,677	0,585	0,571
F	29,293	27,775	18,930	8,928
Probabilidad (F)	0,000	0,000	0,000	0,000
Durbin Watson	2,543	2,608	2,335	2,600
Probabilidad (estadístico White)	0,001	0,083	n.a	n.a
Heterocedasticidad	Sí	No	No	No

Nota: Los valores en letras cursivas y negritas corresponden al valor p de los coeficientes.

Fuente: Elaboración propia.

En la primera ecuación del cuadro 15 se encuentra la estimación del modelo inicial a través de OLS, que muestra con claridad que el efecto demanda es fuertemente significativo y de un valor elevado. Un aumento de 1% en la producción⁵ se traduce en un incremento en el empleo de 0.6%. Ni la competencia ni la diversificación son significativas. En cambio, de las cuatro variables de especialización que han sido incluidas en el modelo, dos son significativas. Estas variables son la especialización regional o territorial (al 10%) y su valor al cuadrado (al 1%).

La interpretación de los resultados de las variables de especialización es clara. Al ser positivo el valor lineal y negativo, el cuadrado (la parábola abre hacia abajo), hay evidencia de que la especialización de una ciudad en una industria específica, se convirtió en una influencia positiva para el desempeño industrial colombiano, que se revertía en la medida que la especialización territorial se hacía muy fuerte.

La no existencia de homocedasticidad⁶, hizo que fuera necesario estimar el modelo a través de mínimos cuadrados ponderados (MCP) con el propósito de eliminar o al menos reducir la presencia de heterocedasticidad. En la ecuación 2 se encuentra el resultado de esta estimación. Los principales cambios con respecto a la regresión anterior consisten en que ahora el valor de la especialización territorial ya no es significativo, sino que ahora lo es el de la especialización industrial y que el modelo ya es homocedástico.

Para probar la existencia de efectos fijos en las categorías de corte transversal es necesario hacer estimaciones de datos agrupados⁷. Sabiendo que es necesario realizar

⁵ En este trabajo se utilizó la producción de los establecimientos manufactureros como variable de control.

⁶ El valor del estadístico de White fue altamente significativo ($p=0.001221$).

⁷ En las estimaciones con estructuras de datos por agrupación, el problema de la autocorrelación no es dramático

la ponderación debido al problema antes mencionado, se estimó un modelo por mínimos cuadrados con corrección por heterocedasticidad en panel (agrupación) sin efectos fijos.

La ecuación 4 es una estimación por MCP en panel (agrupación) con efectos fijos. Como puede observarse se mantienen las conclusiones de las estimaciones 1 y 3, pero el R^2 es mayor y el R^2 ajustado es menor que en la estimación sin efectos fijos. Si se tiene en cuenta que una estimación con efectos fijos aumenta el número de variables, es de esperar que el aumento del coeficiente de determinación y la disminución del coeficiente de determinación ajustado, tengan su origen en esta situación. También, el índice de diversidad es significativo y negativo (a más diversificación, mejor desempeño), lo que constituye un resultado ambiguo si se tiene en cuenta el resultado de las variables de especialización.

Analizando los resultados de estos efectos fijos para el período 1992-1995, puede decirse que ciudades como Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín ofrecían una posibilidad de obtener un mejor desempeño a las industrias localizadas allí. Lo anterior es comprensible, pues estas ciudades fueron y siguen siendo las principales aglomeraciones urbanas del país, lo que las constituye en centros de consumo y logística industrial. Por el contrario, ciudades más pequeñas como Bucaramanga, Cartagena, Manizales y Pereira presentaron efectos fijos negativos.

Para el período 1992-1995 puede concluirse que la especialización fue positiva para el desempeño industrial, al menos hasta cierto nivel; pero si dicho nivel se excedía se evidenciaba un retroceso en los indicadores de la industria por cuenta de la concentración de las estructuras industriales.

Para el período 1996-1999, el impacto del crecimiento de la producción incide fuertemente en el crecimiento de la variable empleo. En la primera estimación del cuadro 16 puede observarse que las únicas variables significativas son la producción y el índice de competencia. De mantenerse estos resultados, significarían un vuelco a las conclusiones obtenidas para el período anterior. Al no encontrarse evidencia de heterocedasticidad⁸, no es necesario realizar estimaciones a través de métodos como los mínimos cuadrados ponderados.

como en las series de tiempo. Además, los valores del estadístico de Durbin-Watson deben ser tomados con cautela, pues ahora son las observaciones de cada unidad de corte transversal y no el número de observaciones totales, las que se tienen en cuenta a la hora de usar la tabla de este estadístico. De tal forma, que el intervalo en el cual no existe autocorrelación es, por mucho, más grande que en una regresión ordinaria (o de series de tiempo).

⁸ A través de la prueba de White se pudo comprobar que no existe heterocedasticidad a un nivel de significancia del 5% (valor p del estadístico=0.1325).

Cuadro 16: Resultados econométricos (1996-1999)

VARIABLE DEPENDIENTE:	VARIACIÓN DEL EMPLEO EN LOGARITMOS	
	(1)	(2)
MÉTODO DE ESTIMACIÓN:	MCO	PANEL MCO
VARIABLES EXPLICATIVAS:		
CONSTANTE	-0,245 0,018	-0,218 0,048
VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LOGARITMOS	0,691 0,000	0,646 0,000
COMPETENCIA	0,184 0,000	0,181 0,000
DIVERSIFICACIÓN	-1,173 0,333	0,424 0,832
ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL	0,228 0,714	-0,726 0,393
ESPECIALIZACIÓN INDUSTRIAL AL CUADRADO	-0,170 0,884	1,045 0,457
ESPECIALIZACIÓN TERRITORIAL	1,749 0,451	0,183 0,957
ESPECIALIZACIÓN TERRITORIAL AL CUADRADO	-0,764 0,792	-1,654 0,595
EFFECTOS FIJOS:		
Barranquilla	n.a	0.016
Bogotá	n.a	-0.031
Bucaramanga	n.a	-0,197
Cali	n.a	0,047
Cartagena	n.a	0,162
Manizales	n.a	-0.237
Medellín	n.a	0,053
Pereira	n.a	0,040
Resto del País	n.a	0,077

Continúa...

ESTADÍSTICOS:		
R ²	0,719	0,768
R ² ajustado	0,696	0,721
F	30,109	16,338
Probabilidad (F)	0,000	0,000
Durbin Watson	2,051	2,388
Probabilidad (estadístico White)	0,132	n.a
Heterocedasticidad	No	No

Nota: Los valores en letras cursivas y negritas corresponden a la probabilidad de los coeficientes.

Fuente: Elaboración propia.

La regresión con efectos fijos, que es la estimación número 2, muestra que la competencia y la producción tuvieron una fuerte influencia positiva en el desempeño de las actividades industriales manufactureras. Tanto el coeficiente de determinación (R^2) como el R^2 ajustado, son mayores en la regresión con efectos fijos y señalan la existencia de una influencia positiva (o negativa) para el sector manufacturero inherente a cada ciudad. Los efectos fijos muestran que, a diferencia del subperíodo anterior, tres ciudades presentaron efectos fijos negativos entre 1996 y 1999: Bogotá, Bucaramanga y Manizales. También es importante anotar que en ciudades como Barranquilla y Medellín, el valor de los efectos fijos se redujo considerablemente, mientras que en Cartagena y en la categoría Resto del País aumentó el valor de dichos efectos. Lo anterior puede explicarlo, al menos en esta última, la desconcentración concentrada expuesta en la sección sobre la distribución de la actividad manufacturera en Colombia.

Con base en las regresiones para el período 1996-1999, se concluye que la estructura industrial manufacturera sufrió un cambio a mediados de la década de los noventa. Este cambio hizo que la competencia, y no la especialización, se constituyera en el pilar fundamental del crecimiento del empleo en la manufactura colombiana. Las posibles causas y las consecuencias de la variación se tratarán más adelante.

La estimación inicial para el subperíodo 2000-2003 es la primera del cuadro 17. En esta regresión son significativos los coeficientes de intersección y los de la producción y la competencia. De nuevo, al igual que en el período (1996-1999), la competencia ejerce una influencia positiva en el desempeño del empleo manufacturero⁹.

⁹ No hay evidencia de heterocedasticidad, pues el estadístico de la prueba White presenta un valor p de 0.40. Por esta razón, se puede seguir utilizando el método de los mínimos cuadrados ordinarios para estimar las siguientes regresiones.

El modelo sin efectos fijos no es más que la regresión inicial. El modelo con efectos fijos (ecuación 2), posee un R^2 más elevado y un R^2 ajustado, más pequeño, que el modelo sin estos efectos. En el modelo anterior, además de la intersección y la producción, la competencia también presenta un coeficiente altamente significativo y positivo. Este resultado coincide con la regresión inicial para este período y con los resultados obtenidos en los modelos del período 1996-1999. En este último, Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cartagena y la categoría Resto del País presentaron efectos fijos negativos¹⁰.

Cuadro 17: Resultados econométricos (2000-2003)

VARIABLE DEPENDIENTE:	Variación del empleo en logaritmos	
MÉTODO DE ESTIMACIÓN:	(1)	(2)
	MCO	Panel MCO
VARIABLES EXPLICATIVAS:		
Constante	-0,166 0,036	-0,217 0,016
Variación de la producción en logaritmos	0,532 0,000	0,574 0,000
Competencia	0,076 0,041	0,099 0,022
Diversificación	0,010 0,988	0,171 0,881
Especialización Industrial	0,026 0,931	0,190 0,673
Especialización industrial al	0,008 0,980	-0,109 0,812

Continúa...

¹⁰ Lo anterior no implica que no se hayan localizado nuevos establecimientos en estas ciudades. Lo que pone de manifiesto este resultado, y el hecho de que en algunas de estas ciudades el empleo se haya incrementado (ver cuadro 9), es que sin la presencia de las externalidades dinámicas de aglomeración estas ciudades serían menos atractivas para la localización industrial.

Especialización territorial	0,022 0,990	-0,027 0,917
Especialización territorial al	-1,212 0,741	-0,983 0,813
EFFECTOS FIJOS:		
Barranquilla	n.a	-0,039
Bogotá	n.a	-0,038
Bucaramanga	n.a	-0,058
Cali	n.a	0,033
Cartagena	n.a	-0,034
Manizales	n.a	0,060
Medellín	n.a	0,017
Pereira	n.a	0,126
Resto del País	n.a	-0,066
ESTADÍSTICOS:		
R2	0,550	0,593
R2 ajustado	0,512	0,510
F	14,339	7,188
Probabilidad (F)	0,000	0,000
Durbin Watson	1,943	2,208
Probabilidad (estadístico White)	0,409	n.a
Heterocedasticidad	No	No

Nota: Los valores letras en cursivas y negritas corresponden al valor p de los coeficientes.

Fuente: Elaboración propia.

Para el período 2000-2003, se concluye que la competencia es un factor necesario para garantizar un buen desempeño de la industria manufacturera, si tomamos como referencia el número de empleos industriales. Las afirmaciones sobre las otras variables (especialización y diversificación) no son concluyentes. Pero es innegable que la competencia fue una influencia positiva para el sector manufacturero colombiano.

5.2 Inferencias

Después de realizadas las estimaciones necesarias en todos los subperíodos es posible el intento de definir la evolución de las economías de aglomeración en la industria manufacturera de Colombia.

Para el período 1992-1995, los resultados indican que la industria manufacturera no puede encuadrarse en uno u otro tipo de economía de aglomeración, pues la presencia del efecto cuadrático de la especialización territorial hace que su impacto varíe según la intensidad. En el caso de este período puede decirse que la especialización territorial ejerce una influencia positiva; pero a medida que se va incrementando su magnitud, el efecto se vuelve negativo.

Es importante mencionar que los efectos fijos fueron positivos en todas las grandes ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla). A pesar de que los resultados de los modelos indican que el empleo en las ciudades intermedias debió crecer más rápido, esto no ocurrió debido a la existencia de efectos fijos negativos en las mismas ciudades¹¹.

Los resultados de las estimaciones y los signos de los efectos fijos guardan relación con la estructura económica imperante en esos años. Antes de la década de los noventa, la economía colombiana estaba relativamente cerrada para la mayor parte de la producción extranjera. Esta situación estimuló la concentración geográfica y la especialización en la industria manufacturera. Además, las empresas buscaban satisfacer el mercado interno y por tal razón se ubicaban cerca de los grandes centros de consumo, que son las grandes ciudades. Así se dio una especialización intranacional, cimentada también en la sustitución de importaciones, que implicó el desarrollo desigual de las regiones colombianas; las ciudades principales y con un gran mercado (léase población en su zona de influencia) resultaron fuertemente beneficiadas.

Con todo lo anterior se concluye que al comienzo del período 1992-1995 todavía existían remanentes de la situación de décadas pasadas, pero a medida que la economía se adaptaba al proceso de apertura comercial y financiera, ya no era tolerante con los niveles de especialización demasiado elevados.

El hecho de que la competencia y la diversificación no fueran significativas para el análisis del período, puede responder a que el sector manufacturero colombiano no estaba sometido a la libre competencia, sino que más bien se escudaba tras un régimen proteccionista que no incentivaba la competencia ni la exploración de nuevos mercados más allá de las ciudades principales.

¹¹ Los resultados para el período 1992-1995, en los cuales el impacto de la especialización territorial es significativo y positivo, llevan a la conclusión de que estas ciudades al tener indicadores de especialización territorial más altos (ver cuadro 14), deben presentar tasas de crecimiento del empleo manufacturero más altas. Sumado a esto, se debe considerar el efecto cuadrático de la variable.

Entre 1996 y 1999, la competencia jugó un papel fundamental en el desempeño de la industria manufacturera. Indudablemente, la consolidación del proceso de apertura económica llevó a los industriales manufactureros a competir entre sí y contra la producción extranjera. Si se tiene presente que la crisis de finales de la década impactó negativamente las variables manufactureras, queda aún más claro que las empresas de los sectores competitivos tuvieron más probabilidades de sobrevivir a los efectos negativos de esa gran crisis económica, pues la competencia creó la necesidad de innovación que les permitió mantenerse en la industria.

Los efectos fijos para este período presentaron un cambio importante con respecto a los del período 1992-1995, pues ahora ciudades como Barranquilla y Medellín registraron reducciones en estos valores. Lo último no implica que en estas ciudades el empleo, la producción o el número de establecimientos hayan disminuido¹². Ciudades que experimentaron un cambio positivo fueron Cartagena y la categoría Resto del País aunque en esta última, gracias al fenómeno de la desconcentración concentrada ya explicado anteriormente.

A pesar de ser la ciudad más competitiva, Bucaramanga sufrió fuertes reveses en materia de empleo a lo largo de la década de los noventa. Con la apertura, la fabricación de alimentos (dulces) y de prendas de vestir, pieles y calzados fueron severamente golpeadas por la competencia nacional y extranjera. Si bien estas industrias eran competitivas, en términos de que nadie dominaba el mercado, su atomización no les permitió coordinar la respuesta que evitara la forzosa reducción de la producción y el empleo.

En el período 2000-2003, la capacidad explicativa de las regresiones fue sensiblemente menor que en los períodos anteriores. Es muy probable que la evolución de la economía y los cambios en una coyuntura mundial globalizada, tengan como consecuencia factores con una fuerte influencia en el desempeño de las variables de la industria manufacturera y cuya existencia se haya omitido en este estudio. La búsqueda y explicación de dichos factores deberá convertirse en objeto de estudio para futuras investigaciones.

¹² A través del análisis conjunto de los coeficientes estimados para las variables de aglomeración y los efectos fijos, se pueden hacer inferencias sobre la dinámica del sector manufacturero en cada una de las ciudades. Si la ciudad presenta el tipo de externalidad que el modelo predice acerca de su contribución positiva a la generación de empleo industrial, pero el empleo decrece, los efectos fijos que capturan factores sociales, económicos o institucionales pueden explicar las razones de este comportamiento. Por el contrario, si una ciudad mejora su indicador de empleo industrial a pesar de contar con efectos fijos negativos, entonces son las variables de aglomeración las que ayudan a mitigar esta situación.

Los resultados de la estimación para este período muestran que una de las consecuencias de la crisis del final de la década de los noventa, fue la consolidación de estructuras competitivas. En la mayor parte de las ciudades, exceptuando a Cali, Medellín y al Resto del País, el promedio de los indicadores de competencia se mantuvo o aumentó. Los efectos fijos para este período muestran que Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cartagena y el Resto del País, no serían puntos de localización atractivos si no ofrecieran las ventajas que otorga el proceso de aglomeración urbana.

Con base en los resultados de las estimaciones de este trabajo, no puede asegurarse que exista una estructura regional de la industria manufacturera, pues los efectos fijos han demostrado que ciudades de la misma región (por ejemplo, Barranquilla y Cartagena, entre otras), tienen estructuras industriales disímiles que responden de manera distinta a la coyuntura macroeconómica y a los distintos fenómenos económicos.

Es notable que después de la crisis de 1999 pareciera presentarse un fenómeno de disminución de los valores absolutos de los efectos fijos, lo que muestra que las características inherentes a cada ciudad (ubicación geográfica, clima, situación política e institucional, etc.) han perdido influencia en las decisiones de localización en un mundo global. De nuevo, esto pudo haber tenido como resultado una reducción de los coeficientes de determinación en las regresiones más recientes.

Maldonado (2004) encuentra evidencia de que en el sector manufacturero colombiano existen externalidades (tipo Jacobs) en el período 1993-2000, en las cuales la diversificación y la competencia son los motores del crecimiento del empleo. Por el contrario, el presente estudio concluye que las externalidades de aglomeración no son constantes a lo largo de grandes períodos de tiempo.

Maldonado (2004) también cita a Pombo (1998) y a Bonet y Meisel (1999), para mostrar en sus resultados que la industria manufacturera colombiana no puede beneficiarse de la especialización; sustenta lo anterior en que al no presentar rendimientos crecientes, el sector manufacturero de Colombia no puede seguir un proceso de especialización productiva. Aunque los aportes de los autores mencionados son válidos, los resultados de este trabajo muestran que a comienzos de la década de los noventa la especialización territorial generó beneficios para la industria manufacturera.

Desde la consolidación del proceso de apertura económica no existen incentivos para la especialización productiva, pues con la llegada de productos e insumos extranjeros,

son muchas las localizaciones óptimas y la sola competencia decide quién sale o se queda en el mercado. Lo anterior guarda coherencia con el hecho de que el valor de la especialización territorial en la mayor parte de las ciudades ha descendido a lo largo del período de estudio, mientras que el de la competencia ha aumentado (a excepción de Medellín y Cali).

5.3 Limitaciones

Aunque el desarrollo de este trabajo es importante para comprender mejor la dinámica de las externalidades de aglomeración en el sector manufacturero colombiano, es necesario anotar que existen limitaciones que deben ser tenidas en cuenta al realizar interpretaciones y llegar a conclusiones basadas en los resultados aquí mostrados.

El estudio de las externalidades de aglomeración ha evolucionado a lo largo de los últimos veinte años. En este período de tiempo, investigadores como Lucio et al. (2002) han agregado al análisis básico, elementos de contabilidad nacional (principalmente el valor agregado, léase productividad) con el objetivo de capturar con completa fidelidad los efectos y la dinámica de la aglomeración urbana. Por esta razón, es el valor agregado y no el empleo manufacturero la mejor variable dependiente para este tipo de modelos.

Los estudios de Glaeser et al. (1992) y Lucio et al. (2002) se hicieron para Estados Unidos y España, respectivamente, países donde es posible realizar estimaciones con un mayor número de observaciones debido al gran número de ciudades y al nivel de detalle de la información. En Colombia, por el contrario, el bajo número de ciudades que cuentan con información detallada en la Encuesta Anual Manufacturera hace que los modelos econométricos, que la utilizan como fuente de información, carezcan de un número adecuado de observaciones. La situación anterior es aún más crítica en este tipo de trabajos, pues la inclusión de los efectos fijos disminuye sensiblemente los grados de libertad del modelo.

Suponer que la producción de un país está en función de un solo factor simplifica la aproximación a las externalidades de aglomeración. Con ese propósito, en este estudio se supone que el trabajo es el único factor presente en la función de producción de la economía; pero a medida en que se considera el papel del capital físico, los trabajos sobre externalidades de aglomeración en el sector manufacturero serán más confiables y precisos.

Como se comentó en la sección anterior, las estimaciones recientes (2000-2004) tienen una menor capacidad de explicación que aquellas que hacían referencia a los

años noventa. La inclusión de nuevas variables y conceptualizaciones que permitan consolidar una aproximación más precisa a las externalidades de aglomeración en el sector manufacturero, deberá ser la tarea inicial de quienes deseen continuar y mejorar este trabajo.

6. Conclusiones

Las teorías de las externalidades dinámicas de aglomeración intentan explicar la evolución de la actividad económica en las ciudades. El motor principal de la actividad económica es la interacción humana y de suyo las externalidades que genera el proceso de irrigación del conocimiento que cuando son internalizadas por la industria, garantizan mayores tasas de retorno de las inversiones.

Una de las conclusiones, quizás la más importante de este trabajo, es que no se deben hacer análisis en un solo período de tiempo de las externalidades de aglomeración. Suponer que las condiciones iniciales priman sobre grandes períodos de tiempo, es desconocer que las estructuras económicas, al igual que los seres vivos, cambian y reaccionan al medio (coyuntura) de cada época. Este estudio demostró que si bien durante la primera mitad de los años noventa, la especialización de la actividad manufacturera fue un factor positivo para su desempeño, ya al final de la década fue la competencia el factor relevante. En ninguno de los tres períodos se puede afirmar con plena seguridad el tipo de externalidad que se experimentó, puesto que se necesita la prueba empírica de que las otras hipótesis son falsas. Por ejemplo, se pudo hallar que la competencia es influyente y positiva en los períodos 1996-1999 y 2000-2003, pero mientras exista la duda generada por la falta de significancia de la diversidad, no puede afirmarse que exista una externalidad tipo Jacobs.

También debe mencionarse que en los intentos de demostrar la existencia de las externalidades y su impacto en los procesos productivos de las ciudades, es importante tener en cuenta los efectos fijos que priman en cada una de ellas. Dichos efectos son indispensables, pues son guías de las condiciones externas a la aglomeración urbana que pueden incidir en el sector manufacturero.

En conclusión, la evolución de la actividad económica en las ciudades no es un proceso rígido determinado sólo por las condiciones iniciales. Se deben tener en cuenta las características de cada ciudad y la estructura de mercado que rige en ellas. Para Colombia, puede decirse que la actividad manufacturera reaccionó de manera distinta en cada período a la turbulenta dinámica de final y comienzos de los siglos xx y xxi.

Referencias bibliográficas

- Arocena, R. & J. (2001). *Revisiting Nelson and Winter from the South: Learning by Solving in Underdeveloped Countries*, DRUID Summer Conference.
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, 29, pp. 155-173.
- Barro, R. & Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic Growth*. Nueva York y Singapur: McGraw Hill International Editions.
- Bonet, J. & Meisel, A. (1999). La convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo, 1926-1995. *Documentos de trabajo sobre economía regional*, 8. Bogotá: Centro de Estudios Económicos Regionales-Banco de la República.
- Buhr, W. & Woll, A. (1983). Wirtschaftstheoretische Aspekte des isolierten Staates. *Beiträge zur zweihundersten Wiederkehr des Geburtstages von Johann Heinrich von Thünen (Conmemoración de los doscientos años del nacimiento de Johann Heinrich von Thünen)*. Berlin: Duncker & Humblot.
- Crhistaller, W. (1933). Die zentralen Orte in Süddeutschland - Los lugares centrales en el sur de Alemania. Berlín: Gustav Fischer.
- Cuervo, L. & González, J. (1998). Industria y ciudades en la era de la mundialización. Un enfoque socioespacial. Bogotá: Tercer Mundo, colciencias, cider.
- De Lucio, J., Herce, J.A. & Goicolea, A. (2002). The Effects of Externalities on Productivity Growth in Spanish Industry. *Regional Science and Urban Economics*, 32. Elsevier Science.
- Echavarría, J., Villamizar, M. & González, J. (2006). El proceso colombiano de desindustrialización. *Borradores de Economía*, 361. Bogotá: Banco de la República.
- Esteban, L., Hernández, J. & Lanaspa, L. (2001) Patrones de localización de producción y efectividad de la política industrial. *Economía Industrial*, 342. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Garrido, R. (2002). Cambio estructural y desarrollo regional en España. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Glaeser, E., Kallal, H. & Scheinkman, J. A. (1992). Growth in Cities. *Journal of Political Economy*, 100, pp. 1126-1152. Chicago: The University of Chicago Press.
- Glaeser, E., Kolko, J. & Saiz, A. (2001). Consumer City. *Journal of Economic Geography*, 1, pp. 27-50.
- Gouëset, V. (1998). Bogotá: Nacimiento de una Metrópoli. La originalidad del proceso de concentración urbana en Colombia en el siglo xx. Bogotá: Tercer Mundo, Observatorio de Cultura Urbana, CENAC, IFEA, FEDEVIVIENDA.
- Henderson, V. (1995). Industrial Development in Cities. *The Journal of Political Economy*, 103 (5), pp. 1067-1090. Chicago: The University of Chicago Press.
- Jacobs, J. (1984). *Cities and Wealth of Nations*. New York: Vintage Books-Random House.
- Jacobs, J. (1969). *The Economy of the Cities*. New York: Vintage Books.
- Krugman, P. (1992). *Geografía y Comercio*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.

- Maldonado, N. (2004). "Innovación tecnológica como factor de aglomeración espacial en las regiones colombianas". *Cuadernos de Economía*, 23 (41), pp. 71-107. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Manrique, R. (1974). Localización Industrial y Proceso de Urbanización en Colombia. *Revista Eure*, 9. Santiago de Chile: PUC.
- Marshall, A. (1920). *Principles of Economics*. (8ª Ed.). Londres: McMillan.
- Mendoza, J. (2003). "Especialización manufacturera y aglomeración urbana en las grandes ciudades de México". *Economía, Sociedad y Territorio*, 4 (13), pp. 95-126 Ciudad de México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.
- Moncayo, E. (2002). "Enfoques teóricos y evidencias empíricas sobre el desarrollo regional en Colombia". *Nuevos Enfoques de la Política Regional en América Latina: El caso de Colombia en perspectiva histórica*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación bajo autorización de la CEPAL.
- Pombo, C. (1998). Scale Economies Markups on the Determinants of Technical Change in the Colombian Manufacturing Industry. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Porter, M.E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.
- Romer, P. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037. Chicago: The University of Chicago Press.
- Toro, D. (2005). "Competitividad y localización de empresas: La experiencia de Cartagena frente a la evidencia colombiana en los noventa". *Serie de estudios sobre la competitividad de Cartagena*. Cartagena de Indias: Observatorio del Caribe Colombiano, Cámara de Comercio de Cartagena y Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Weber, A. (1909). *Eine Theorie der Standorts*. Tübingen.
- (1929). *Theory of the Location of Industries*. Chicago: University of Chicago Press.