

# Evolución y determinantes de la especialización vertical en Colombia 1990 - 2001\*

ANDRÉS CARDONA JARAMILLO\*\*

## Resumen

La separación geográfica de los procesos productivos que se extienden a más de un país de la mano del comercio internacional es un notable aspecto de la dinámica reciente de la economía mundial. Utilizando la especialización vertical (EV) —insumos importados incorporados en las exportaciones— como una forma de capturar esta tendencia a la fragmentación de la producción, este trabajo extiende a Colombia la evidencia ya recogida en otros países sobre la existencia de este fenómeno y explora empíricamente sus determinantes. Entre 1990 y 2001 el aumento de la EV en Colombia fue significativo y particularmente importante en los sectores industriales. Los resultados sugieren además que la EV en Colombia está asociada a una caída en los costos de los servicios, aranceles, costos de transporte y costos de los factores productivos. Está ligada además a un mayor tamaño del mercado, mayores flujos de inversión extranjera directa y mayor productividad laboral manufacturera.

**Palabras clave:** integración vertical, fragmentación de la producción, comercio internacional en Colombia.

## Abstract

Geographical dispersion of production processes that spread to more than one country side by side with international trade is one of the main features of the recent dynamics of world economy. Using vertical specialization (VE) – imported inputs used in the production of exported goods - as a way of capturing this tendency to the fragmentation of the production, the evidence already gathered in other countries on the existence of this phenomenon is here extended to Colombia exploring also its determinants. Between 1990 and 2001 the growth of VS in Colombia was significant and particularly important in the industrial sectors. Results suggest that VS in Colombia is associated with a fall in the costs of services, tariffs, transport costs and costs of the productive factors. It is tied also to a larger market size, greater flows of foreign direct investment and greater labor manufacturing productivity.

**Key words:** vertical specialization, fragmentation of production, international trade in Colombia.

**Clasificación JEL:** F1, F14, L6

\* Mención especial Premio Ulpiano Ayala a la mejor memoria de grado 2005. Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Concurso en el que participan todas las tesis de pregrado presentadas en el año.

\*\* Economista de la Universidad de Los Andes. Asistente curso Comercio Internacional y Asistente de Investigación, Facultad de Economía. Universidad de los Andes. E-mail: [an-card1@uniandes.edu.co](mailto:an-card1@uniandes.edu.co)

Fecha de recepción: mayo 10 de 2006 / Fecha de aceptación: julio 06 de 2006

## 1. Introducción

Según HART y RUDMAN (2002) cerca del 27% del comercio entre Estados Unidos y Canadá (unos 250 millones de dólares diarios) cruza por el *Ambassador Bridge* que conecta Detroit y Windsor. Luego de los ataques terroristas del 11 de septiembre, Estados Unidos cerró el puente y con ello durante las siguientes 48 horas varias ensambladoras de automóviles tuvieron que parar su producción debido a la falta de insumos. Las pérdidas de muchos productores crecieron a tasas de aproximadamente de 1 millón de dólares por hora. Ford, por ejemplo, tuvo que cerrar una planta de motores en Windsor y una de automóviles en Detroit (ANDREAS, 2003).

La fragmentación de la producción, entendida como la dispersión geográfica de etapas de un proceso productivo que antes se encontraban integradas verticalmente, como en el caso de la industria automotriz de Canadá y Estados Unidos, es uno de los fenómenos más notables de la globalización de la economía mundial y es propia de niveles más avanzados de integración comercial. El debate teórico sobre distintas aproximaciones a esta dinámica de la producción muestra su importancia en la reflexión sobre la economía global y refuerza el argumento acerca de las ganancias del comercio internacional que pueden obtener los países si alcanzan mayores niveles de especialización.

Existe mucha evidencia recogida en diferentes regiones y sectores que señala el crecimiento de cadenas internacionales de producción que se extienden a más de un país y abarcan múltiples procesos necesarios para la producción de un mismo bien bajo distintas modalidades que pueden ir desde el *outsourcing* con firmas extranjeras hasta la inversión extranjera y las multinacionales. Entre las diversas definiciones y formas de medir la fragmentación de la producción se encuentra la especialización vertical mediante la cual se captura la cantidad de insumos importados incluidos en las exportaciones.

Colombia sin ser ajena a estos cambios en la economía mundial ha mostrado un notable aumento en sus niveles de especialización vertical durante la década de los noventa particularmente en los sectores industriales aunque sigue estando por detrás de varios países donde se ha hecho la misma medición. El principal aporte de este trabajo es extender la evidencia sobre la existencia de fragmentación de la producción al caso colombiano, donde hasta el momento no existen estudios previos en este sentido, calculando la especialización vertical de los sectores de bienes con base en la matriz insumo-producto del DANE entre 1990 y 2001, describiendo su comportamiento y explorando además empíricamente sus determinantes a partir de un panel compuesto por 35 sectores de bienes a lo largo de este período que abarca un total de 12 años. Las variables asociadas a la fragmentación de la producción en general y en particular a la especialización vertical pueden agruparse en

aquellas relacionadas con diferencias en la productividad y el precio de los factores productivos, tamaño del mercado, inversión extranjera y todos los costos que se desprenden de un proceso fragmentado y separado geográficamente como pueden ser los costos de comercio o el costo de diferentes tipos de servicios.

Utilizando variables que capturan cada uno de estos aspectos las estimaciones muestran una relación negativa de la especialización vertical en Colombia con los costos de comercio (aranceles y costos de transporte nacional e internacional), el costo de los servicios y los salarios relativos de los trabajadores menos calificados respecto a los más calificados, así como una relación positiva con el tamaño del mercado, los flujos de inversión extranjera hacia el país y la productividad laboral.

Otro aporte del estudio además del cálculo de la especialización vertical en Colombia y la exploración de sus determinantes, es la construcción de un índice del “tamaño percibido” del sector de servicios en cada uno de los sectores de bienes. Este índice permite aproximarse de una manera más precisa al costo de los servicios del país teniendo en cuenta las características propias de cada uno de los sectores productivos bajo el supuesto de rendimientos crecientes a escala en la producción de servicios.

Luego de esta introducción, la sección 2 hace un recorrido por la teoría relacionada con la fragmentación de la producción. La sección 3 muestra las distintas formas de medir la fragmentación de la producción recogiendo la evidencia empírica encontrada en otros países y regiones y las variables que pueden asociarse a ésta. En esta sección se presenta además la especialización vertical que será la definición de fragmentación de la producción utilizada para el caso colombiano. La sección 4 profundiza en la forma en que se calculó la especialización vertical en Colombia describiendo su comportamiento entre 1990 y 2001 y delimitando las variables que se utilizan en la parte empírica. Finalmente la sección 5 presenta los resultados encontrados sobre los determinantes de la especialización vertical en Colombia y la sección 6 concluye.

## 2. Marco teórico: fragmentación de la producción

Pese a la existencia de gran cantidad de evidencia, la discusión teórica no ha encontrado aún un punto común para hablar sobre la fragmentación de la producción y en muchos casos cada autor utiliza su propio marco teórico y su propio método para aproximarse a esta dinámica de la economía mundial (JONES y KIERZKOWSKI, 2002). Muestra de esto es la gran cantidad de términos que se encuentran en la literatura para referirse a la fragmentación de la producción como lo son *delocalization*, *slicing up the value chain*, *kaleidoscope comparative advantage*, *intra-mediate trade*, *vertical specialization*, *trade in middle products*, *outsourcing*, *product sharing* y *superspecialization*.

Pese a la heterogeneidad en los enfoques utilizados, a grandes rasgos la aproximación teórica a la fragmentación de la producción podría dividirse, por un lado, entre los modelos de ventaja comparativa Ricardiana y dotación de factores de la lógica Heckscher-Ohlin y por otro lado, en los modelos de la *nueva teoría del comercio internacional* donde el análisis tiene como base la organización industrial y la competencia imperfecta. Aunque los argumentos cambian dependiendo de la base teórica utilizada, en todos los casos el motor que lleva a la fragmentación de la producción es la reducción de los costos que pueden asociarse a un proceso productivo disperso geográficamente y la existencia de diferencias en el precio o la productividad de los factores que pueden variar entre países e incluso entre regiones dentro de un mismo país.

### 2.1. Algunas aproximaciones teóricas a la fragmentación de la producción

La condición esencial para la existencia de fragmentación de la producción, aunque parezca trivial, es la posibilidad de separar un proceso productivo modularmente en etapas autocontenidas que puedan trasladarse de un sitio a otro manteniéndose ligadas en una cadena secuencial de procesos que tiene como resultado un bien final. Superada esta condición esencial, la fragmentación será más probable si además cada etapa del proceso productivo está caracterizada por diferencias en la intensidad factorial. Es por esto que la fragmentación de la producción es más común en sectores de bienes semidurables como pueden ser los textiles y las confecciones, el calzado, los aparatos electrónicos y los juguetes los cuales cumplen con estas condiciones (FEENSTRA y HANSON, 1996). La evidencia empírica ha encontrado gran fragmentación en otros sectores como automotor y autopartes, químicos, artículos de cuero, muebles y maquinaria de todo tipo.

Desde una óptica Ricardiana, la fragmentación de la producción es el resultado de las diferencias en la productividad relativa del trabajo en diferentes regiones. Si cada una de las etapas de la producción de un bien requiere de un tipo de trabajo distinto, las diferencias en la cantidad y productividad del trabajo disponible en determinada región son suficiente razón para producir alguna etapa del proceso productivo allí donde la combinación de costos y productividad del trabajo sea más favorable. En este mismo sentido, siguiendo el modelo Heckscher-Ohlin, las diferentes etapas de un proceso productivo deberían ubicarse en regiones con abundancia relativa de factores de acuerdo con su intensidad factorial específica. En consecuencia, las etapas de la producción intensivas en trabajo migrarán a regiones relativamente abundantes en trabajo mientras que las etapas de la producción intensivas en capital se ubicarán en regiones relativamente más abundantes en capital.

Varios autores han tratado de modelar la fragmentación de la producción utilizando este enfoque de dotación y productividad de factores incluyendo

además los costos asociados a la fragmentación de la producción que generalmente toman la forma de algún tipo de servicio. Partiendo del supuesto de diferencias en la productividad y el costo de factores entre países, JONES y KIERZKOWSKI (2002 y 2003) explican la fragmentación de la producción apoyándose en la noción de *servicios de enlace* como el grupo de servicios necesario para operar un proceso productivo separado geográficamente tales como servicios de transporte, comunicaciones o finanzas. Para estos dos autores la producción de *servicios de enlace* presenta grandes rendimientos crecientes a escala con lo cual se asegura que en la medida que aumente la fragmentación del proceso productivo los costos adicionales de estos servicios serán cada vez más fácilmente compensados por los menores costos marginales de producción de cada una de sus etapas una vez reubicadas en las regiones donde el precio y la productividad de los factores de producción sean más adecuados.

En la misma línea de dotación y productividad de factores, VAN LONG, RIEZMAN y SOUBEYRAN (2005) profundizan en la relación existente entre servicios y fragmentación, utilizando un modelo de equilibrio general donde el sector de servicios se encarga de suplir las necesidades del sector manufacturero que produce bienes intermedios. El número de servicios que una economía puede ofrecer depende de su estado de desarrollo y del tamaño de su mercado mientras la eficiencia en la producción manufacturera depende de los salarios y de la variedad y costos de los servicios disponibles. La localización de la producción de manufacturas entre dos países con distintos niveles de desarrollo no depende exclusivamente del costo del factor trabajo sino además de la naturaleza transable o no transable de los servicios, de la intensidad en la utilización de servicios en el proceso productivo y el *trade off* entre disponibilidad y costos de estos servicios.

Más allá de Ricardo y Heckscher-Ohlin, se encuentra la *nueva teoría del comercio internacional*. Siguiendo a KRUGMAN y VENABLES (1995), la aglomeración de la industria trae beneficios tanto para los productores de bienes intermedios como para productores de bienes finales en la medida que cada uno está cerca de su propia demanda y existan enlaces hacia delante y hacia atrás que ahorran costos a ambos. A partir de este concepto de enlaces hacia delante y hacia atrás y utilizando un modelo de equilibrio general donde multinacionales integradas verticalmente escogen su estructura de producción óptima entre integración y fragmentación, GAO (1999) muestra el punto de inflexión entre ambas alternativas de producción. Si se consideran distintas intensidades factoriales en el proceso productivo existen incentivos para buscar diferenciales en los costos de factores y distribuir la producción en distintas regiones. El balance entre las ventajas de la aglomeración y el costo de los factores de producción en un centro manufacturero puede romperse ante una caída en los costos de transporte y cambios en la demanda que se traduzcan en mayores diferenciales salariales entre distintas regiones

socavando los beneficios que obtienen las firmas por estar una cerca de la otra y llevando a la fragmentación de la producción<sup>1</sup>.

De forma similar, FUJITA y THISSE (2004) explican mediante una dinámica de centro y periferia las decisiones de aglomeración y *outsourcing* en función de los costos de comercio (aranceles y costos de transporte) y los costos de comunicación que faciliten la coordinación de procesos separados geográficamente. En el caso extremo donde estos costos son cero, sólo la parte estratégica de las firmas que requieren mano de obra calificada quedará aglomerada en el centro y todo el proceso de producción restante se irá a la periferia.

BURDA y DLUHOSCH (2002), argumentan utilizando un modelo de equilibrio general, que para firmas que minimizan sus costos, la fragmentación de la producción es asimilable a un cambio tecnológico que reduce los costos variables de producción y se convierte en el paso lógico para explotar las economías a escala y profundizar la división del trabajo ante un mercado ampliado por el comercio internacional y la movilidad de factores. La fragmentación está limitada por el costo de lo que el autor define como *servicios de negocios* los cuales toman la forma de costos de coordinación, comunicación, gerencia y demás recursos necesarios para administrar una producción fragmentada.

## 2.2. ¿Qué relevancia tiene pensar en la fragmentación de la producción?

Antes de presentar la evidencia empírica es pertinente ilustrar algunos efectos de la fragmentación de la producción en la economía anticipados por la teoría para dimensionar de cierta forma su alcance e importancia.

Para JONES y KIERZKOWSKI (2002 y 2003) y CHEN y YI (2003), la fragmentación de la producción permite una especialización mucho mayor que se traduce en mayores ganancias para países que tengan ventajas en la producción de etapas específicas de un bien. Un país exitoso en la producción de bien con un proceso integrado verticalmente tiene, por llamarlo de alguna forma, un buen promedio de eficiencia en cada una de sus etapas de producción. No obstante, es posible que en algún eslabón en particular, exista un país productor que sea mucho más eficiente. En un escenario hipotético donde cada país se

---

1 Según JONES y KIERZKOWSKI (2003), aunque la fragmentación de la producción implica la disolución de la aglomeración, nuevas formas de aglomeración pueden surgir si se tiene en cuenta que en muchos casos las etapas de producción de un bien en particular son más parecidas a las etapas de producción de otros bienes que a las etapas posteriores del mismo bien. Esto llevaría a una aglomeración "horizontal" de la producción donde etapas de la producción similares de distintas cadenas productivas se aglomeran geográficamente incluso cuando el proceso productivo al cual pertenece cada una de ellas está fragmentado. Los autores ilustran este concepto con el ejemplo de los microchips utilizados en todo tipo de electrodoméstico y aparatos electrónicos o en el caso de los servicios de contabilidad vendidos a todo tipo de empresas

dedique a producir una etapa en particular, la balanza se inclinará a favor de otros países distintos a aquel que inicialmente era eficiente con su producción integrada.

En este sentido, la fragmentación de la producción es una oportunidad para los países en desarrollo que antes no podían competir en todo el proceso productivo y ahora encuentran alternativas para especializarse y ser eficientes en una o varias etapas de la producción. A diferencia del comercio intraindustria que muchas veces ocurre entre países con el mismo nivel de desarrollo, la fragmentación de la producción abre un espacio para el comercio entre países en desarrollo y países desarrollados.

Yi (2003) afirma que la naturaleza de un proceso productivo fragmentado en varios países implica además un mayor crecimiento del comercio internacional si se compara a un escenario donde la producción está integrada en un solo país. Por cada etapa del proceso productivo que se encuentre en un país distinto, el bien en proceso tendrá que cruzar un mayor número de fronteras hasta llegar a su estado final. En consecuencia, cualquier factor que favorezca la fragmentación de la producción tendrá un efecto muy positivo sobre el crecimiento del comercio internacional.

Estos beneficios han sido mostrados formalmente por varios autores. Entre los modelos más sencillos<sup>2</sup> se encuentra el de SANYAL (1983) quien utiliza un modelo Ricardiano para mostrar las ganancias de la especialización al abrirse al comercio internacional cuando un proceso productivo está dividido en varias etapas. La producción total conjunta del bien como consecuencia del comercio internacional y la especialización de cada país en una etapa específica del proceso es mayor al nivel de producción de autarquía de cada uno de los países.

ARNDT (1997) señala la posibilidad de una expansión en la frontera de posibilidades de producción del país importador y un mayor bienestar cuando algunos insumos se obtienen por *outsourcing*<sup>3</sup>. El *outsourcing* no sólo permite mayores ganancias del comercio llevando la especialización a un nivel mayor sino que además fortalece a los productores para competir en el mercado del bien final.

El mismo autor, ARNDT (1998), analiza el impacto de la fragmentación de la producción sobre los salarios, el empleo, la producción y el bienestar de un

---

2 Sobre la incorporación del comercio de bienes intermedios en modelos simples de comercio internacional (Ricardo y Heckscher-Ohlin) ver DEARDORFF (1998, 2001 y 2003), SANYAL y JONES (1982). Sobre modelos más elaborados (competencia monopolística y economías a escala) que incluyen comercio de bienes intermedios véase ETHIER (1982) y MARKUSEN (1998).

3 El *outsourcing* puede definirse como la relocalización de una etapa específica del proceso de producción en un país extranjero. HUMMELS, ISHII y YI (2001).

país. En países con altos ingresos, las ganancias en eficiencia luego de la fragmentación de la producción en el eslabón donde existe una desventaja para un productor originalmente integrado en un sector intensivo en mano de obra que compite con importaciones son suficientes para expandir la frontera de posibilidades de producción, elevar los salarios, el nivel de empleo y el bienestar del país. Adicionalmente, si el país es grande relativo a la economía mundial, este incremento de la producción puede mejorar sus términos de intercambio y llevar a mayores ganancias en el bienestar.

Al hablar de las consecuencias de la fragmentación de la producción, uno de los más importantes debates es el impacto que genera en el mercado laboral, la distribución del ingreso y el salario de los trabajadores menos calificados. Aunque discutir los distintos resultados encontrados en este sentido supera el alcance de este trabajo, cabe mencionar que los efectos encontrados en el mercado laboral tanto en países desarrollados como en países en desarrollo dependen de las características de los sectores que intervienen en este proceso<sup>4</sup>. De la heterogeneidad en la intensidad factorial y la tecnología empleadas en cada sector y de las características propias de cada país se desprenden efectos completamente distintos que pueden favorecer o perjudicar a trabajadores calificados y no calificados (GEISHECKER y GÖRG, 2005; HELG, 2004). Tal y como afirman JONES y KIERZKOWSKI (2002) la frase “*almost anything can happen*” es la más apropiada para referirse a los efectos distributivos de la fragmentación de la producción.

Aunque es posible que se generen pérdidas de bienestar por cuenta de la fragmentación de la producción a través del mercado laboral, otros modelos como el de OLIVIER y GOH (2003) predicen pérdidas en el bienestar a través de otros mecanismos de transmisión distintos a menores salarios o menor empleo. Estos autores muestran como los beneficios de la reducción de costos por la fragmentación de la producción puede repartirse de forma desigual entre las firmas en función de su nivel inicial de eficiencia llevando a una salida del mercado de algunas de ellas con un impacto negativo en el bienestar del país.

### **3. Especialización vertical: una aproximación empírica a la fragmentación de la producción**

Luego de este recorrido por la teoría, y antes de discutir el caso colombiano, a continuación se presenta la evidencia empírica recogida sobre la existencia de fragmentación de la producción en distintos países y regiones del mundo. Además de las diferentes mediciones, se presentarán las variables asociadas

---

4 Sobre los efectos de la fragmentación en el mercado laboral, los salarios y la distribución del ingreso véase ARNDT (1997 y 1998), HANSON (1996), FEENSTRA y HANSON (1996), FEENSTRA (1998), HELG (2004), SHELBURNE (2004), FUJITA y THISSE (2004) y KOHLER (2004).



a este fenómeno encontradas por diversos autores haciendo especial énfasis en la especialización vertical que será la definición utilizada para caracterizar este fenómeno en los sectores de bienes de Colombia y explorar sus determinantes más adelante en las secciones 4 y 5.

### 3.1. Distintas formas de medir la fragmentación de la producción

Siendo la fragmentación de la producción un fenómeno que puede tomar diversas formas, su medición sistemática ha sido una de las barreras para estudiarla no sólo por las diferentes definiciones utilizadas sino también por la falta de información detallada disponible<sup>5</sup>. Cada método de medición de la fragmentación de la producción captura algunos aspectos del fenómeno sin agotarlo por completo. En realidad, tal y como afirma FEENSTRA (1998), ninguna medición recoge la fragmentación de la producción en todas sus posibles determinaciones.

Partiendo de la premisa de que la fragmentación de la producción se refleja necesariamente en algún tipo de intercambio comercial de bienes en proceso, una alternativa para medirla es utilizar las estadísticas de comercio de partes y componentes<sup>6</sup>. Adoptando esta definición, YEATS (1998) encuentra para los países de la OECD, que el comercio total de partes y componentes (importaciones y exportaciones) ascendió en 1995 a un poco más de 800 mil millones de dólares. Igualmente señala la creciente participación en este tipo de comercio de los países en desarrollo. De hecho, en 1995 de los 30 mercados más grandes de partes y componentes 11 fueron países en desarrollo.

Usando esta misma forma de medir la fragmentación de la producción, JONES y KIERZKOWSKI (2004) encuentran que el comercio de partes y componentes del mundo creció entre 1990 y 2000 a una tasa anual promedio de 9,1%. Esto contrasta con el crecimiento anual promedio del comercio mundial total (6,5%) y del PIB mundial (3,7%) durante el mismo período.

Aunque el comercio de partes y componentes está asociado con la fragmentación de la producción, no todo el comercio de este tipo de bienes implica la existencia de procesos productivos fragmentados internacionalmente. De hecho, CHEN, KONDRATOWICZ y YI (2005) afirman que aunque la participación del comercio de bienes intermedios en el comercio total de los países de la OECD ha caído los últimos 30 años, otros indicadores de fragmentación de la

---

5 De hecho sólo hasta el sistema de clasificación SITC Rev 2 de la Naciones Unidas (Standard International Trade Classification; en español Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional - CUCI) se incluyeron las estadísticas de comercio de partes y componentes de distintas industrias manufactureras.

6 Otra forma de aproximarse al comercio de partes y componentes utilizado para medir la fragmentación de la producción es a partir de la información de los distintos programas preferenciales de países desarrollados como Estados Unidos o la Unión Europea con países en desarrollo donde las materias primas se exportan para luego reimportarse en una etapa más elaborada del proceso.

producción como la especialización vertical muestran que este fenómeno está aumentando. Para evitar este inconveniente, algunos autores han profundizado un poco más en la medición definiendo la fragmentación de la producción como la participación de los insumos importados en la producción o en el total de insumos consumidos por determinada industria. Por ejemplo, FEENSTRA y HANSON (1996) utilizan la participación de los bienes intermedios importados en el total de insumos no energéticos consumidos en la industria manufacturera de Estados Unidos durante el período 1972 - 1990 y muestran un aumento de su participación de 5,3% en 1972 a 11,6% en 1990 en una muestra de 435 sectores.

CAMPA y GOLDBERG (1997) elaboran más esta medición y amplían la definición a todos los bienes intermedios importados comparándolos no con el total de bienes intermedios consumidos por la industria sino con el valor de su producción<sup>7</sup>. Con este indicador y partiendo de la matriz insumo-producto de Estados Unidos, Reino Unido, Canadá y Japón, encuentran que a excepción de Japón la participación de los bienes intermedios importados como porcentaje del valor de la producción aumentó. En el caso de Estados Unidos la participación de los bienes intermedios importados en el valor de la producción industrial subió de 4,8% en 1974 a 8,2% en 1995, mientras en Canadá y Reino Unido creció de 15,9 a 20,2% y 13,4 a 21,7% respectivamente (estos últimos dos países entre 1974 y 2003), sólo en el caso de Japón la participación de los bienes intermedios importados en la producción cayó de 8,24% en 1974 a 4,1% en 1993. Utilizando un indicador idéntico, GEISHECKER y GÖRG<sup>8</sup> (2005) calculan el peso de los bienes intermedios importados en la producción de 21 industrias en Alemania apoyándose igualmente en la matriz insumo-producto. Los resultados muestran un aumento de cerca de 50% de la participación de los bienes intermedios importados en el valor de la producción industrial entre 1991 y 2000 elevándose de 10,6 a 15,4%.

Otra forma similar de medir la fragmentación de la producción es la especialización vertical. Este indicador construido por HUMMELS, ISHII y YI (2001) utiliza también los bienes intermedios importados pero introduce una condición adicional que exige que éstos sean incorporados en las exportaciones. Si bien la especialización vertical está muy cerca de los cálculos de GEISHECKER y GÖRG (2005) y al de CAMPA y GOLDBERG (1997), no considera cualquier tipo de bienes intermedios importados sino exclusivamente aquellos utilizados en la

7 
$$\alpha_i^j = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} m_j^i p_j^i q_j^i}{VP_i^i}$$
 donde  $\alpha^i$  es la proporción de la producción correspondiente a insumos importados,  $p^i q^i$  el valor de los insumos de la industria  $i$  consumidos por la industria  $j$ ,  $m^i$  el porcentaje de consumo intermedio de la industria  $j$  que es importado y  $VP^i$  el valor total de la producción del sector  $i$ ...

8 
$$FRAG_{ji} = \frac{\sum_{j=1}^J IMP_{ji}}{Y_{ji}}$$
 Donde  $FRAG_j$  es la participación de los bienes intermedio importados en la producción de un sector  $j$ ;  $IMP$  es el valor de los insumos importados y  $Y$  la producción de cada sector  $j$ .

producción de bienes que luego son exportados. No obstante, a nivel sectorial, y aunque conceptualmente son distintos, los cálculos de la especialización vertical (al ajustarse como porcentaje de las exportaciones) son exactamente iguales a la definición utilizada en estos otros trabajos (véase anexo 1).

Con base en este indicador, HUMMELS *et al.* (2001) calculan la especialización vertical para 10 países de la OECD y 4 economías emergentes en todos los sectores de bienes mostrando un notable aumento en el crecimiento y la participación de las exportaciones que incorporan bienes intermedios importados en las exportaciones totales. En 1990 la especialización vertical, o en otras palabras el porcentaje de las exportaciones que contiene insumos importados de este grupo de países fue 21,1% y entre 1970 y 1990 aumentó 28,4% explicando el 30,1% del crecimiento de las exportaciones totales. En los países más grandes de la muestra como Estados Unidos o Japón, el índice de especialización vertical en 1990 estuvo alrededor de 11%, mientras que en países más pequeños como Holanda el índice tuvo un valor de 40% (1986). Países como Dinamarca, Francia, Canadá y Reino Unido registraron un índice de especialización vertical entre 20 y 30%.

CHEN *et al.* (2005)<sup>9</sup> actualizan los cálculos de especialización vertical de HUMMELS *et al.* (2001) con la información disponible hasta 1998 y encuentran, a excepción de Japón y Dinamarca, una tendencia claramente creciente en la participación de los bienes intermedios incorporados en las exportaciones de todos los países de la muestra<sup>10</sup>.

Al acotar la utilización de los bienes intermedios importados a las exportaciones, la especialización vertical captura de forma más precisa la pertenencia de un país a un proceso productivo fragmentado pues no se limita únicamente a la parte importada de bienes intermedios sino que además la combina con la parte exportada del bien que consume estas importaciones en su proceso productivo. La especialización vertical definida por HUMMELS *et al.* (2001) será la forma de medir la fragmentación de la producción que se utilizará en la parte empírica de este estudio no sólo por la viabilidad de su medición en Colombia sino además por ser comparable con la evidencia encontrada en otros países.

### **3.2. Evidencia empírica: variables asociadas a la fragmentación de la producción**

A pesar de las dificultades en la medición sistemática de la fragmentación de la producción, varios autores han explorado empíricamente las variables asociadas a este fenómeno. ¿Qué muestra entonces la evidencia empírica?

---

9 Véase también CHEN y YI (2003).

10 Los países estudiados incluyeron Alemania, Canadá, Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Japón, Holanda, Reino Unido y Estados Unidos.

Los costos adicionales que trae consigo la fragmentación de la producción abarcan un amplio espectro. Entre las diversas formas que pueden tomar se encuentran los costos de transporte, comunicación o seguros, costos de coordinación o control de calidad, costos de aprendizaje del mercado extranjero, costos de búsqueda de proveedores y diseño de los contratos, y en general, cualquier actividad o información adicional que sea necesario realizar o adquirir para que un proceso productivo fragmentado sea viable. En la medida que los costos de fragmentación sean menores por distintas razones, será más rentable fragmentar la producción y las ganancias de ubicarse allí donde la mezcla de factores de producción sea más favorable superarán los costos incurridos en fragmentar la producción.

Según JONES y KIERZKOWSKI (2002 y 2003), una mayor fragmentación de la producción puede ser el resultado de diversas variables que afecten los costos de llevarla a cabo como, por ejemplo, avances tecnológicos que se traduzcan en menores tarifas de conexión telefónica, transacciones financieras o acceso a internet, menores costos de transporte y menores tiempos de entrega, mayor conocimiento de los mercados extranjeros (cultura, marco legal, proveedores), menor regulación en el sector servicios y liberalización del comercio de bienes.

Refiriéndose al proceso de integración de Europa central al mercado global, KAMINSKI y FRANCIS (2005) asocian la fragmentación de la producción con avances tecnológicos, un sector de servicios eficiente, un ambiente de negocios amigable, inversión extranjera, presencia de multinacionales, normas de origen flexibles, facilitación al comercio y pocas barreras al mismo. Para FEENSTRA (1998) en cambio, las razones para fragmentar la producción van desde ventajas en la regulación de un país extranjero hasta avances en las telecomunicaciones y los computadores. Los avances tecnológicos facilitan la coordinación de procesos a distancia permitiendo realizar diversas actividades sin la necesidad de estar cerca al sitio de producción como pueden ser control de calidad, diseño de productos y control de inventarios.

En la misma dirección, pero concentrándose en el *outsourcing*, YEATS (1998) considera que las variables que explican la fragmentación de la producción son los menores aranceles que se desprenden de acuerdos comerciales, los programas preferenciales de reimportación de productos elaborados con insumos previamente exportados, los diferenciales en los salarios y demás costos laborales, las diferencias en la calificación de la mano de obra, la infraestructura de transporte, financiera y de telecomunicaciones, la proximidad a los mercados, la estabilidad política, la promoción de exportaciones y las exenciones tributarias.

A esta lista de variables que afectan la fragmentación de la producción en general y el *outsourcing* en particular, GROSSMAN y HELPMAN (2002) adicionan

otras variables que para ellos determinan las decisiones de *outsourcing* como son: cantidad de proveedores extranjeros<sup>11</sup>, un ambiente adecuado para realizar un contrato, la tecnología de producción del proveedor y su *expertise* para cumplir las necesidades específicas del comprador.

Además de los factores de producción y los costos de separar el proceso productivo en etapas distantes geográficamente, siguiendo la idea clásica de ADAM SMITH donde la especialización del trabajo y los retornos crecientes a escala asociados a ella están limitados por el tamaño del mercado, la fragmentación de la producción es mucho más probable en la medida que el mercado sea más grande. Aunque la fragmentación puede ocurrir dentro de un mismo país, existen incentivos para extenderse a varios países. En este sentido, el comercio internacional abre la oportunidad de conectar regiones permitiendo aprovechar las distintas características de cada país en cuanto productividad y costos de sus factores con lo cual se tiene acceso a un mayor número de potenciales proveedores que cumplan las características específicas de alguna de las etapas de la producción fragmentada.

Un mercado más grande favorece la especialización y determina hasta dónde la reducción de costos y el aumento de la productividad compensan los mayores costos que implica fragmentar la producción<sup>12</sup>. Igualmente, tal y como lo señalan CHEN, ISHIKAWA y |ZU (2004) el comercio internacional no sólo agranda el mercado sino que además eleva la competencia y la presión a los productores por contar con insumos a menor precio y de mejor calidad. Sobre este último punto, FEENSTRA y HANSON (1996) encuentran que durante el periodo 1979-1990 en 435 sectores industriales de Estados Unidos el coeficiente de correlación del valor y las tasas de crecimiento de las manufacturas importadas respecto al total de insumos importados para la industria aumentó de 0.15 a 0.35 y de 0.59 a 0.72 respectivamente. Esto muestra que los sectores con mayores importaciones de bienes finales son grandes importadores de insumos, y según los autores, este comportamiento refuerza la hipótesis de que un aumento en el *outsourcing* es una respuesta a la mayor competencia de las importaciones en el bien final.

A partir de algunas de estas variables, JONES y KIERZKOWSKI (2004) utilizan el valor promedio de una llamada telefónica como *proxy* del costo de los servicios necesarios para la fragmentación de la producción y el PIB de distintas regiones para mostrar la relación que existe entre la fragmentación de la producción con el tamaño del mercado y con el costo de los servicios de

---

11 Según el autor la cantidad de proveedores extranjeros aumenta la probabilidad de encontrar el proveedor adecuado, reduce los costos de búsqueda, el riesgo de quedarse sin insumos y la incertidumbre de tener o no los insumos a tiempo.

12 Cabe anotar que si bien el comercio internacional puede generar una mayor dispersión global de la producción también puede llevar a una mayor concentración y aglomeración de la producción a nivel regional al interior de cada país en función de las características propias de cada una de sus regiones.

conexión entre distintas etapas de producción. La definición de fragmentación de la producción utilizada fue el comercio intra y extrarregional de partes y componentes a partir de la clasificación SITC Rev. 2 de NAFTA, Unión Europea (15) y el este de Asia. Las estimaciones para cada región (por separado y todas en conjunto) muestran una relación positiva del comercio de partes y componentes con el PIB y una relación negativa con el precio de las llamadas locales. Aunque los autores encuentran que estas mismas variables están asociadas al comercio total, afectan en mayor medida al comercio de partes y componentes.

### 3.3. Evidencia empírica: variables asociadas a la especialización vertical

Dado que será la especialización vertical la definición de fragmentación a utilizar en la parte empírica del trabajo, se presenta a continuación la evidencia empírica de las variables asociadas a ésta de forma independiente a la evidencia recogida para los determinantes de la fragmentación de la producción en general.

El primer resultado relevante encontrado sobre los factores asociados con la especialización vertical es su relación con el tamaño de la economía. HUMMELS *et al.* (2001) encuentran una correlación negativa de -0.65 entre el índice de especialización vertical y el PIB de su muestra de 14 países, es decir, que entre más pequeña es la economía de un país más alta es su especialización vertical o más alto es el contenido importado de sus exportaciones. Guiándose únicamente por este resultado, es de esperarse que la especialización vertical en Colombia sea alta.

Utilizando el índice propuesto por HUMMELS *et al.* (2001), NORDÅS (2004) analizó los determinantes de la especialización vertical de un panel compuesto por 52 países para los años 1997 y 2001 bajo la premisa de que las cadenas internacionales de producción exigen insumos de calidad y donde la calidad está determinada por el tiempo de entrega del proveedor y las condiciones de transporte (ambas en función de la calidad de la infraestructura). Las variables que utilizó el autor fueron: infraestructura (densidad de carreteras, vías férreas, aeropuertos y líneas telefónicas, eficiencia portuaria y en aduanas), geografía (distancia a grandes mercados y salida al mar), aranceles, control de corrupción, PIB y PIB per cápita. Los resultados mostraron una relación positiva del índice de especialización vertical con el PIB per cápita y las variables de infraestructura (en particular la eficiencia de los puertos) y una relación negativa con el PIB y las dos variables geográficas. El autor asocia estas mismas variables al comercio total y encuentra que las exportaciones totales son más elásticas al PIB y la especialización vertical es más elástica a la infraestructura y a los aranceles.

Utilizando la definición de especialización vertical de HUMMELS *et al.* (2001), Yi (2003) explica la elasticidad de la especialización vertical a los aranceles mostrando un efecto multiplicador positivo que sería imposible de obtener con el comercio convencional de bienes finales. Usando un modelo que incorpora este fenómeno es capaz de explicar el 50% del crecimiento del comercio mundial desde 1960; sin incluir la especialización vertical en el modelo su capacidad de predicción cae hasta la mitad e incluso la tercera parte. Según el autor, el hecho particular de que el comercio después de la década de los ochenta haya crecido más que en las décadas anteriores aunque la mayor reducción de los aranceles fuera en los sesenta y setenta, sólo puede explicarse si se incluye una relación no lineal entre los aranceles y las exportaciones. Esta relación no lineal tiene como base la especialización vertical<sup>13</sup>.

Utilizando información micro de las multinacionales de Estados Unidos, HANSON, MATALONI y SLAUGHTER (2003) exploran los determinantes del comercio de bienes intermedios entre las filiales y su casa matriz y llegan a conclusiones que pueden ser asimilables bajo el concepto de especialización vertical. Los resultados muestran que las importaciones de bienes intermedios por parte de las filiales a su casa matriz están relacionadas negativamente con los costos de comercio (costos de transporte, barreras arancelarias y no arancelarias), con el salario de los trabajadores menos calificados relativo a los más calificados y con los impuestos corporativos (todas las variables hacen referencia al país donde se encuentran las filiales). El comercio de bienes intermedios está además relacionado con otras características de la economía donde opera la filial como son el tamaño del mercado, los programas de promoción de las exportaciones y la calidad de las instituciones financieras, legales y políticas.

Del comportamiento de las multinacionales<sup>14</sup> se desprende la posibilidad de que el comercio internacional aumente a la vez con la inversión extranjera si los países están ligados verticalmente y si cada uno se especializa en la producción de un eslabón específico de una cadena internacional. Tal como afirman HUMMELS y RAPOPORT (1998), aunque la inversión extranjera directa

---

13 En el momento que los aranceles caen por debajo de un nivel crítico puede resultar rentable producir en varios países y exportar el bien en proceso varias veces (lo cual resultaría muy costoso con altos aranceles). En el momento que este nivel de aranceles se alcanza, el crecimiento de las exportaciones no reacciona una vez sino varias veces por efecto de la reducción acumulativa de costos en cada transacción. Este efecto multiplicador lo explica la especialización vertical y la fragmentación de la producción en varios países (Yi, 2003).

14 Aunque no existe una forma precisa de calcular la participación de las multinacionales en el comercio mundial por la falta de información detallada en todos los países, es posible aproximarse a una cifra a partir de los datos que recogen los países desarrollados que son, en general, la base de operaciones de las mayores multinacionales. Según la UNCTAD, en la segunda mitad de la década de los noventa, entre 66 y 75% del total de las exportaciones mundiales estuvo en manos de multinacionales. De esto, un poco más de 33% corresponde a comercio intra-firma (entre la casa matriz y sus filiales) donde además gran parte son bienes en proceso. De hecho, en 1999 el 93% de las exportaciones de las casas matriz de Estados Unidos a sus filiales fueron bienes en proceso (US Bureau of Economic Analysis 2002; tomado de HANSON *et al.* (2003)).

(IED) y la presencia de multinacionales no garantizan necesariamente el aumento en la especialización vertical, pueden entenderse como fenómenos complementarios<sup>15</sup>.

Sobre esta última afirmación, HANSON *et al.* (2003) resaltan el hecho de que aquellas filiales que dependen en mayor medida de insumos importados tienden a exportar más. Esto implica que los bajos aranceles y costos de transporte, bajos salarios de trabajadores menos calificados en términos absolutos y relativos a trabajadores calificados y bajos impuestos corporativos a las empresas están asociados simultáneamente con la importación de insumos y la exportación de bienes finales entre las filiales y su casa matriz, es decir, están asociados a la especialización vertical de las filiales.

CHEN *et al.* (2005) llegan a una conclusión similar al estudiar las características del comercio de las multinacionales de Estados Unidos con sus filiales. Mientras las exportaciones de Estados Unidos de manufacturas para posterior elaboración o bienes intermedios dirigidos a filiales extranjeras pasaron de 15,7% del total de exportaciones en 1977 a 22% en 1999, el porcentaje de la producción de las filiales que es exportado se elevó de 31% en 1977 a 41% en 1999. El aumento simultáneo de las exportaciones de Estados Unidos dirigidas a sus filiales y las ventas de éstas últimas sugieren cierto grado de complementariedad entre ambos (exportaciones y actividad de las filiales) que podría estar explicado por mayores niveles de especialización vertical, de forma que las exportaciones de Estados Unidos pasan primero por sus filiales extranjeras quienes se encargan de terminar el proceso y venderlo en el destino final (que bien puede ser Estados Unidos). Esto implica que las filiales cada vez exportan más y dependen en mayor medida de importaciones de bienes intermedios.

De la evidencia presentada queda claro que la lista de variables que cada autor considera relevantes para explicar la fragmentación de la producción y la especialización vertical puede extenderse muchas más líneas y tomar diversas formas. Sin embargo, haciendo una síntesis general de la teoría y de las ideas que los distintos autores tienen al respecto, los factores que afectan la fragmentación de la producción podrían dividirse en los siguientes grupos: diferencias en la productividad y el precio de los factores productivos, tamaño del mercado, inversión extranjera y costos asociados a la fragmentación de la producción como los costos de comercio o el costo de diferentes tipos de servicios. Para cada uno de estos grupos en la sección 4 se definen variables específicas que se utilizarán en las estimaciones para el caso de Colombia.

---

15 HUMMELS y RAPOPORT (1998).



#### 4. Determinantes de la especialización vertical en Colombia 1990 - 2001

Una vez presentado el marco teórico general y la evidencia empírica recogida en otros países, a continuación se presentan los resultados sobre la existencia de fragmentación de la producción en Colombia utilizando como definición y medición la especialización vertical. Se explica primero en detalle la forma de calcular el indicador, y posteriormente, los resultados de los cálculos así como las variables definidas para realizar las estimaciones que permitirán en la sección 5 explorar los determinantes de este fenómeno en Colombia entre 1990 y 2001.

##### 4.1. Cálculo de la especialización vertical en Colombia 1990 - 2001

Para calcular la especialización vertical es necesario acudir a la matriz insumo-producto<sup>16</sup>. En el caso de Colombia, esta información está a cargo del DANE quien separa analíticamente la matriz insumo-producto en dos matrices: la matriz de oferta de productos y la matriz de utilización de productos. De cada una de estas dos matrices se obtiene la información sobre producción, exportaciones, importaciones y consumo intermedio de los distintos sectores o ramas de producción necesaria para calcular la especialización vertical. Tal y como lo definen HUMMELS *et al.* (2001), la especialización vertical mide el valor importado incorporado<sup>17</sup> en la producción (Y) destinada al mercado externo. En cada período y en cada uno de los sectores la especialización vertical (EV) se define como:

$$EV_{i,t} = \left( \frac{BII_{i,t}}{Y_{i,t}} \right) \cdot X_{i,t} = \left( \frac{X_{i,t}}{Y_{i,t}} \right) \cdot BII_{i,t} \text{ donde } i = \text{sector } 1 \dots \text{sector}$$

Tomando la especialización vertical como porcentaje de las exportaciones totales (X) y extendiéndola a toda la economía, llegamos a la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de } EV = \frac{\sum_i EV_{i,t}}{\sum_i X_{i,t}} = \frac{\sum_i \left( \frac{EV_{i,t}}{X_{i,t}} \right) \cdot X_{i,t}}{\sum_i X_{i,t}} = \sum_i \left[ \left( \frac{X_{i,t}}{X_{i,t}} \right) \cdot \left( \frac{EV_{i,t}}{X_{i,t}} \right) \right] = \sum_i \left[ \left( \frac{X_{i,t}}{X_{i,t}} \right) \cdot \left( \frac{BII_{i,t}}{Y_{i,t}} \right) \right]$$

Esta última ecuación nos muestra que la especialización vertical de toda la economía equivale al valor de los bienes intermedios importados por cada

<sup>16</sup> Utilizar la matriz insumo-producto evita la clasificación arbitraria de bienes como intermedios o finales. HUMMELS *et al.* (2001).

<sup>17</sup> Este valor importado incorporado en la producción se denomina consumo intermedio importado o bienes intermedios importados (BII).

sector como porcentaje de su producción y ajustado por la participación de ese sector en las exportaciones totales. A partir de esta definición se realizaron los cálculos a precios constantes de 1994 para los 36 sectores de bienes incluidos en cuentas nacionales según la metodología de 1994<sup>18</sup>.

Sobre la definición de cada una de las variables, hay algunos detalles que hay que precisar. La información tal y como se encuentra en la matriz de oferta y utilización<sup>19</sup> requiere de una manipulación adicional. Aunque se registra el consumo intermedio (o consumo de bienes intermedios) por sector de cada uno de los productos y las importaciones por producto, no se conoce exactamente la proporción importada de dicho consumo pues en ninguna parte se discrimina entre consumo intermedio importado y doméstico. Adicionalmente, aunque se conoce cuanto de cada producto se produce en cada sector, no se registra la proporción de cada uno de los productos que se exporta en cada uno de los sectores, es decir, las exportaciones están por producto sin especificar qué sector las realiza.

Para resolver esto y llegar a las variables de bienes intermedios importados y exportaciones por sector se asumió un supuesto de coeficientes fijos en ambos casos. Este supuesto implica que si, por ejemplo, el sector de *equipo de transporte* consume lubricantes en su proceso productivo y el 50% del total de lubricantes en la economía se importa, se asume que el 50% de los lubricantes consumidos por este sector será importado. Análogamente, en el caso de las exportaciones, si el sector de *otros productos agrícolas* produce café y el 50% del total de la producción de café en la economía se exporta, se asume que el 50% del café producido en este sector se exportará. El utilizar coeficientes fijos nos lleva inevitablemente a un sesgo en el valor del consumo intermedio importado y de las exportaciones por sector y en consecuencia podemos subestimar o sobrestimar el valor real de la especialización vertical. Volviendo a los ejemplos, no necesariamente el 50% de los lubricantes consumidos por el sector de *equipo de transporte* serán importados ni el 50% del café producido por el sector de *otros productos agrícolas* será exportado y por el contrario el 100% del consumo intermedio de lubricantes o el 100% de la producción de café puede provenir o destinarse al mercado doméstico o ser 100% importado o exportado según el caso<sup>20</sup>. Para corregir este supuesto de coeficientes fijos,

---

18 La presentación general del índice de especialización vertical se encuentra en el anexo 1.

19 La matriz de oferta registra para cada producto principal (un sector produce un producto principal y varios productos secundarios) el valor de la producción realizado en los distintos sectores de la economía así como el valor de las importaciones totales de ese producto. Por su parte, la matriz de utilización muestra para cada una de los sectores de la economía el valor del consumo intermedio de los distintos productos principales y las exportaciones de cada uno de estos productos.

20 Este mismo problema se discute en HUMMELS y RAPOPORT (1998) y HUMMELS *et al.* (2001). De hecho, la metodología de cuentas nacionales de la OECD lo considera un criterio válido y la aplica en sus cálculos. "The OECD Secretariat asked participating countries to provide a matrix of imported intermediate inputs in current and constant prices for each year of data. Techniques used to construct the import matrix data vary between countries, but every country in the OECD database more or less made use of the import proportionality assumption in the construction of their import matrices."

la única alternativa sería realizar un estudio detallado en cada uno de los sectores para identificar la procedencia de su consumo intermedio y el uso de su producción; esto desborda el alcance de este trabajo.

#### 4.2. Evolución de la especialización vertical en Colombia: 1990 - 2001

Los resultados muestran que la EV<sup>21</sup> en Colombia durante el período 1990-2001 ha crecido considerablemente sobre todo en los sectores industriales aunque sigue siendo baja de acuerdo a la evidencia encontrada en otros países y la relación negativa estimada por HUMMELS *et al.* (2001) entre el tamaño de la economía y su nivel de EV. Este bajo nivel de EV podría atribuirse a la alta concentración de la oferta exportable colombiana en petróleo y bienes primarios agrícolas y mineros que en 2001 representaron el 54,6% de las exportaciones totales del país según las estadísticas de la matriz insumo-producto.

A pesar de esta concentración de las exportaciones en bienes primarios, durante la última década los bienes agroindustriales y sobre todo los industriales han aumentado su consumo de bienes intermedios importados y al mismo tiempo han elevado su participación en las exportaciones totales de Colombia. Mientras la participación de las exportaciones de petróleo, minería y agricultura cayó de 73,2% en 1990 a 54,6% en 2001, durante el mismo período la participación de las exportaciones agroindustriales aumentó de 4,5 a 7,9% y la participación de las exportaciones industriales de 22,3 a 37,5%. Esta dinámica de las exportaciones industriales y su mayor consumo de bienes intermedios importados podrían explicar el aumento de la EV del país. Sin embargo, indagar sobre las causas de la baja EV en Colombia amerita una investigación completa adicional. Los resultados más importantes encontrados se resaltan a continuación. La información detallada de la EV de cada sector se encuentra en el anexo 3.

- Entre 1990 y 2001, la EV de las exportaciones de bienes en Colombia, o el valor importado incorporado en las exportaciones como porcentaje de su valor total, aumentó 4,09% pasando de 3,75% en 1990 a 7,83% en 2001 con grandes diferencias entre sectores.
- La EV de 7,83% en Colombia contrasta con los resultados de la actualización de los cálculos de HUMMELS *et al.* (2001) hecha por CHEN *et al.* (2005) que muestran una EV mucho más alta en países como Holanda (40,7% - 1998), Dinamarca (28,2% - 1997), Francia (27,1% - 1995), Alemania (22,4% -

---

*This technique assumes that an industry uses an import of a particular product in proportion to its total use of that product. For example if an industry such as motor vehicles uses steel in its production processes and 10 per cent of all steel is imported, it is assumed that 10 per cent of the steel used by the motor vehicle industry is imported." (OECD, 2005).*

21 Al hablar de especialización vertical en este aparte se hace referencia al índice de especialización vertical (Índice de EV), es decir, el contenido importado incorporado en las exportaciones como porcentaje del valor de las exportaciones.

1995), Reino Unido (27,2% - 1998), Australia (15,7% - 1995), Estados Unidos (12,3% - 1997) y Japón (11,3% - 1997).

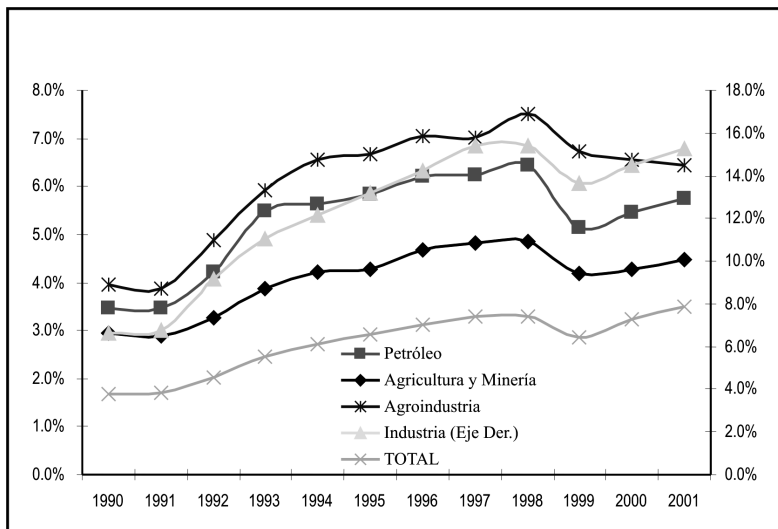
- Comparando los resultados de 1990 con los de 2001, mientras los sectores agrícolas y mineros, agroindustriales y petróleo (crudo y refinado) aumentaron su índice de EV 2,1, 2,5 y 2,3% respectivamente, el aumento fue notable en los sectores industriales donde la EV creció 8,6% pasando de 6,6% en 1990 a 15,3% en 2001.
- De los 36 sectores de bienes incluidos en las cuentas nacionales, todos menos el sector de desechos y desperdicios (cuyo índice se mantuvo en 0%) mostraron cambios en el índice de EV. De estos 35 sectores, el 97% (34 sectores) registró un aumento en el índice de EV; sólo el sector de café transformado lo redujo.
- En orden descendente los sectores que elevaron en mayor medida su índice de EV fueron el sector de prendas de vestir (10,1%), el sector de productos de cuero y calzado (9,6%), el sector de equipo de transporte (9,1%), el sector de artículos textiles (8,9%) y el sector de productos de silvicultura y extracción de madera 7,9%. Hay que resaltar que dentro del grupo de 7 sectores con un mayor aumento en la EV se encuentra toda la cadena textil-confecciones a excepción del algodón. (hilos, telas y prendas de vestir).
- Descomponiendo el crecimiento de la participación de las exportaciones totales en la producción entre exportaciones con contenido importado y exportaciones con contenido doméstico<sup>22</sup>, encontramos que de un aumento de 4,64% de la participación de las exportaciones en la producción de los sectores de bienes considerados, 0,92% está explicado por el aumento de las exportaciones con contenido importado mientras que el restante 3,72% corresponde al aumento de las exportaciones con contenido doméstico.
- Los sectores con una alta EV son en muchos casos sectores que han aumentado sus exportaciones y la participación de éstas en su producción. Entre los sectores con crecimientos importantes en sus exportaciones y altos índices de EV se encuentran el sector de equipos de transporte, el sector de artículos textiles y el sector de productos de caucho y plástico.
- Descomponiendo el crecimiento de la EV entre dos fuentes distintas, el aumento en la intensidad sectorial en el consumo intermedio importado y el aumento en la participación de un sector en las exportaciones totales,

22  $\Delta \frac{X_t}{Y_t} = \Delta \frac{EV_t}{Y_t} + \Delta \frac{(X_t - EV_t)}{Y_t}$  donde  $\Delta = \alpha_t - \alpha_{t-1}$

los resultados muestran que de un crecimiento de 4,09% de la EV durante el período 1990-2001, el 35% se explica por un aumento en la participación de los sectores con determinado grado de EV en las exportaciones mientras que el 65% restante se atribuye a un aumento en la intensidad sectorial de la EV<sup>23</sup>.

- Los sectores de bienes que sumaron a la EV de Colombia fueron 30. De estos 30 sectores con un aporte positivo a la EV, sólo en 12 de ellos el aumento de su EV se explica sobre todo por una mayor intensidad en el consumo intermedio importado incorporado en sus exportaciones. En el restante grupo de 18 sectores, el aumento de su aporte a la EV del país se debe principalmente a una mayor participación sectorial en las exportaciones totales.
- Entre los sectores con un aporte positivo en la EV del país y un crecimiento explicado por una mayor intensidad en el consumo intermedio importado resaltan sectores como el de productos químicos básicos, el sector de prendas de vestir, el sector de cuero y calzado, el sector productos de silvicultura y madera, el sector de hilos y el sector de impresos.

### Evolución del Índice de Especialización Vertical en Colombia



Fuente: DANE - Cuentas nacionales, cálculos propios.

23  $\Delta \frac{EV_t}{X_t} = \sum_i \left[ \Delta \frac{EV_{i,t}}{X_{i,t}} \cdot 0.5 \cdot (w_{i,t} + w_{i,t-1}) + \Delta w_{i,t} \cdot 0.5 \cdot \left( \frac{EV_{i,t}}{X_{i,t}} + \frac{EV_{i,t-1}}{X_{i,t-1}} \right) \right]$  donde  $w_i = \frac{X_i}{X}$   $i =$  sector 1..sector n

### 4.3. Definición de las variables para la exploración empírica de los determinantes de la especialización vertical en Colombia

De la teoría y la evidencia empírica expuesta a lo largo de la investigación, para estimar los determinantes de la especialización vertical en Colombia y tal como se esbozó al final de la sección 3 sobre las variables asociadas a este fenómeno, se utilizaron 5 grupos de variables: costos de comercio, costos de servicios, costos y productividad de factores productivos, tamaño del mercado y flujos de inversión externa hacia Colombia.

De los 36 sectores de bienes se excluyó el sector de *desechos y desperdicios* por su naturaleza no transable. Para los 35 sectores restantes se utilizó el índice de especialización vertical sectorial ( $INDICE_{EV}_i$ , véase anexo 1) durante 12 años que abarcan el período 1990 - 2001. Todas las variables a excepción de los salarios relativos, la productividad laboral y algunas variables asociadas a las telecomunicaciones y los servicios financieros, se especificaron a nivel sectorial para cada uno de los años de referencia. A continuación se describen las fuentes de la información, la forma en que se construyó cada una de las variables y los signos esperados en las estimaciones.

#### 4.3.1. Costos de comercio

**Aranceles nominales (ARAN\_N\_BII):** Signo esperado (-)

$$ARAN\_N\_BII_{i,t} = \sum_j \frac{BII_{i,j,t} \cdot ARAN_{j,t}}{BII_{i,t}}$$

donde  $i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } 35$ ;  $j = \text{producto } 1 \dots \text{producto } n$ .

Con la idea de poder aproximarse a los aranceles que efectivamente enfrenta cada sector se ajustaron los aranceles nominales según clasificación CIIU en función del valor de los bienes intermedios importados por cada uno. En cada caso, los aranceles percibidos por un determinado sector equivalen al arancel nominal respectivo de cada uno de sus bienes intermedios importados consumidos un determinado año ponderado por la importancia de ese bien intermedio particular en el valor total de su consumo intermedio importado. Sobre el cálculo del valor de los bienes intermedios importados véase el anexo 1. La fuente de los aranceles nominales es el DNP; la clasificación CIIU se agrupó para reflejar los sectores de cuentas nacionales.

**Costos de transporte internacional (CIF\_FOB\_BII):** Signo esperado (-)

Para estimar el costo de transporte internacional se construyó una variable que captura la diferencia entre el valor CIF y FOB de las importaciones de bienes intermedios de cada sector. La diferencia entre el valor CIF y el valor

FOB de las importaciones permite cuantificar el costo de los fletes y los seguros pagados por el importador.

$$CIF\_FOB\_BII_{i,t} = \sum_j \frac{BII_{i,j,t} \cdot \left( \frac{CIF_{j,t}}{FOB_{j,t}} - 1 \right)}{BII_{i,t}}$$

donde  $i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } 35$ ;  $j = \text{producto } 1 \dots \text{producto } n$ .

Para calcular esta variable primero se agruparon las importaciones de Colombia en valores CIF y FOB entre los años 1990 y 2001 en CIU a 4 dígitos y partir de esta nomenclatura se reagruparon en los sectores de cuentas nacionales. En el caso del sector de *Café sin tostar no descafeinado* y *Café transformado*, al no existir un número específico en CIU 4 dígitos al que correspondan estos productos se realizaron los cálculos con cada una de las partidas arancelarias respectivas a 10 dígitos. Una vez clasificada la información, se calculó la diferencia en el valor CIF/FOB por producto y se realizó un ajuste adicional similar a los aranceles nominales para obtener el verdadero costo percibido por cada sector en función de sus bienes intermedios importados. Sobre el cálculo del valor de los bienes intermedios importados véase el anexo 1. La fuente de las cifras de comercio en CIUU 4 dígitos fue el DNP.

### **Costos de transporte doméstico (TRANSP\_D):** Signo esperado (-)

Además del costo de transporte internacional, se incluyó una variable que captura el costo de transporte interno que enfrentan las importaciones una vez entran al país. Para esto se utilizó como fuente los márgenes de transporte incluidos en la matriz insumo-producto del DANE.

$$TRANSP\_D_{i,t} = \sum_j \frac{BII_{i,j,t} \cdot \left( \frac{MRG - TRANSP_{j,t}}{O_{j,t}^{P.Comprador}} \right)}{BII_{i,t}}$$

donde  $i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } 35$ ;  $j = \text{producto } 1 \dots \text{producto } n$ .

Dentro de la matriz de oferta del DANE se realizan varios ajustes adicionales para que la producción a precios básicos llegue a precios de comprador. Dentro de los ajustes, que incluyen los márgenes de comercialización y los impuestos, se encuentran los *márgenes de transporte* que miden el costo de transporte interno para un producto particular entre el lugar de producción al lugar de consumo. Dado que estos márgenes hacen referencia a productos, la forma de extenderlos a todo un sector y acotarlos a los bienes intermedios importados fue calculando un coeficiente de costos de transporte equivalente al margen de transporte de un producto como porcentaje de su precio al comprador.

Mediante este coeficiente, se obtiene el valor de cada uno de los bienes intermedios importados imputables a sus costos de transporte. El valor total del costo de transporte de cada sector para cada uno de sus bienes intermedios importados se ajusta con el consumo intermedio importado de ese producto y de allí se obtiene el costo de transporte (el indicador es un porcentaje). Sobre el cálculo del valor de los bienes intermedios importados véase el anexo 1.

### 4.3.2. Costo de servicios

#### Índice del tamaño de servicios en Colombia (**SERVICIOS**) Signo esperado (+)

Aunque muchas veces se utilizan variables generales de infraestructura para aproximarse al costo de los servicios en un país (número de líneas telefónicas por habitante o densidad de carreteras pavimentadas), en este caso se aprovechó la información de la matriz insumo-producto para construir un índice de servicios más cercano a la realidad de cada sector.

Asumiendo economías crecientes a escala en la producción de servicios, el crecimiento del sector de servicios deberá ser inversamente proporcional al precio que se paga por ellos. Si partimos de este supuesto el precio de los servicios dependerá de su tamaño en la economía y en consecuencia entre mayor sea su participación en el PIB menores serán sus precios. Ahora bien, puesto que no todos los sectores de servicios son igualmente importantes en la economía ni igualmente importantes en el consumo de cada uno de los sectores de bienes y como adicionalmente las necesidades de cada sector de bienes en materia de servicios varía, se diseñó un índice que capturara las características particulares de cada sector de servicios y cada sector de bienes que los consume. Para esto, el índice combina el tamaño de cada sector de servicios en el PIB con la importancia de ese sector en el consumo intermedio de servicios para un determinado sector de bienes. Con estas características en mente, el índice de servicios es el siguiente:

$$SERVICIOS_{i,t} = \left[ \sum_j \frac{PIB_{j,t}}{PIB_t} \right] \cdot \left( \frac{CIS_{i,t}}{CI_{i,t}} \right)$$

donde  $i$  = sector bienes 1.....sector bienes 35;  $j$  = sector servicios 1...sector servicios  $n$  consumidos por el sector  $i$ .

El primer término de izquierda a derecha es la participación de un sector de servicios  $j$  en el PIB total y puede leerse como el "tamaño percibido" del sector servicios por un sector de bienes específico. Esta sumatoria agrega todos los sectores de servicios que consume el sector de bienes  $i$ . Entre más grande sea el sector de servicios en el PIB, partiendo del supuesto de rendimientos crecientes a escala, menor será el precio pagado por el sector  $i$ . El segundo término es una ponderación del primero y mide la participación del consumo intermedio total de servicios en el consumo intermedio total del sector  $i$  y con ello la intensidad en el uso de servicios del proceso productivo de ese sector



de bienes. Entre mayor sea el uso de servicios más se beneficiará el sector de bienes de los menores precios.

El resultado del índice refleja entonces el costo de los servicios consumidos por un sector de bienes en función de su intensidad en el consumo de servicios en su proceso productivo y del tamaño del sector de servicios en la economía, reflejando de esta forma las características de cada sector. Entre más grande sea el valor del índice menor será el costo de servicios percibido por un sector.

**Tarifa llamadas locales (TARIFA\_TEL) y tasa de interés activa (TASA\_ACTIVA):** Signo esperado (-)

Como medidas alternativas al costo de los servicios, en particular de servicios de telecomunicaciones y financieros, se utilizó el costo de una llamada promedio local, el número de líneas telefónicas por cada 100 mil habitantes y la tasa de interés activa de préstamos del sistema financiero. En el primer caso la tarifa de teléfono corresponde al valor nominal de un impulso de 3 minutos obtenida de los indicadores de la International Telecommunications Union (ITU) y complementada en dos de los años con la información del Banco Mundial (2003). Las tarifas están a precios corrientes y fueron ajustadas a precios constantes de 1998 como segunda alternativa de medición. Por su parte, la información de líneas telefónicas por habitante también se obtuvo de los indicadores del Banco Mundial (2003). Finalmente, la tasa de interés activa fue obtenida directamente del Banco de la República proveniente de la encuesta semanal de la Superintendencia Bancaria y corresponde a su promedio mensual y anual ajustado por la inflación para reflejar su valor real. Tanto las variables de telecomunicaciones como las de servicios financieros son generales para todos los sectores y fue imposible obtenerlas o construirlas a nivel sectorial específico.

### 4.3.3. Costo y productividad de factores

**Salarios relativos (SALARIO\_R):** Signo esperado (-)

Para medir el costo de los factores productivos se utilizaron los salarios relativos de los trabajadores menos calificados (menos de 6 años de escolaridad) respecto a los más calificados (más de 14 años de escolaridad). Esta variable permite cuantificar la diferencia entre los salarios de los trabajadores más y menos calificados y determinar el costo relativo de la mano de obra.

$$SALARIO\_R_t = \frac{SALARIO\_R_t^{0-6}}{SALARIO\_R_t^{+14}}$$

Esta información viene directamente del estudio de ARANGO, POSADA y URIBE (2004) sobre la evolución de los salarios urbanos en Colombia. Los datos

corresponden a los salarios reales para empleados de tiempo completo (empleados y obreros que trabajan 40 horas o más a la semana) en las siete principales ciudades del país entre 1990 y 2000 excluyendo patronos, trabajadores por cuenta propia, empleados de tiempo parcial, subempleados y empleados informales<sup>24</sup>. Para completar la serie hasta 2001, se utilizó la información de la Encuesta Continúa de Hogares (ECH) y partir de ésta se estimó el crecimiento del salario real de cada uno de estos grupos de trabajadores entre 2000 y 2001 manteniendo los mismos rangos de edad. Con las tasas de crecimiento 2000-2001 de la ENH se proyectaron los valores de las series calculadas por los autores mencionados y de esta forma se obtuvo un valor comparable. Los datos de la ECH fueron obtenidos del DNP.

### **Índice de productividad laboral (*PROD\_L*):** Signo esperado (+)

Para aproximarse a la productividad de los factores se utilizó el índice de productividad laboral calculado mensualmente por el DANE en todos los sectores industriales de Colombia. Este índice mide para cada hora de trabajo el valor de la producción de una unidad de mano de obra. El valor utilizado en las estimaciones corresponde al promedio anual del valor mensual del índice respectivo de la productividad laboral de todos los sectores manufactureros incluyendo la trilla de café<sup>25</sup>.

#### **4.3.4. Tamaño de mercado**

##### **Tamaño del mercado doméstico y externo (*TAMAÑO\_MKDO*):** Signo esperado (+)

El tamaño del mercado se midió utilizando el Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita con paridad en el poder de compra constante (PPP) calculado por el Banco Mundial (2003). El tamaño de mercado considerado no fue únicamente el colombiano sino además el de los países que reciben sus exportaciones, capturando de esta forma el efecto del mercado ampliado como resultado del comercio internacional. Para construir este indicador se tomaron los valores del INB de Colombia y se sumaron, dependiendo del sector, a los valores correspondientes del INB de cada uno de sus destinos más importantes de exportación para luego dividirlo todo por la población agregada de Colombia y de estos últimos países y obtener así el INB per cápita total.

$$MERCADO_{i,t} = \frac{\sum_j INB_{j,t} + INB_{COL,t}}{\sum_j POB_{j,t} + POB_{COL,t}} \text{ para los principales 3 destinos } j \text{ de exportación sector } i$$

24 Para más detalles véase ARANGO, POSADA y URIBE (2004). Agradezco especialmente a LUIS EDUARDO ARANGO por entregarme muy gentilmente las series construidas de su estudio.

25 Para mayor información véase <http://www.dane.gov.co/indicadores/metodologia.htm>

Al igual que en los cálculos de la variable CIF-FOB, primero se calcularon las exportaciones de Colombia en valores FOB por país destino entre los años 1991 y 2001 en CIUU a 4 dígitos y luego se agruparon en los sectores de cuentas nacionales. También en el caso del sector de *Café sin tostar no descafeinado* y *Café transformado* se realizaron los cálculos con base en las partidas arancelarias a 10 dígitos. Con la información por país se identificaron año a año los 3 principales destinos de exportación por sector y se agregaron sus valores de Ingreso Nacional Bruto. Por falta de información para el año 1990 se asumieron que estos destinos eran los mismos a los de 1991.

La razón para incluir sólo los 3 principales destinos de exportación por sector es evitar sesgos de considerar países con un INB muy grande que tengan una pequeña participación en las exportaciones y que al ser incluidos crean un sesgo en el resultado. Este criterio no es arbitrario y se seleccionó luego de hacer pruebas tomando primero todos los países, luego ponderando cada uno con su participación en el total, también tomando sólo aquellos que participaran con más del 10% y posteriormente considerando los 5 más importantes. Adicionalmente, en cada uno de estos casos se realizaron pruebas ponderando el valor del INB del mercado externo y del colombiano con el porcentaje de la producción exportado o destinado al mercado doméstico de cada sector para capturar de alguna forma la importancia relativa de uno u otro. Esto último también llevó a grandes sesgos e inconsistencias en los resultados pues un aumento de la participación de la producción destinada al mercado doméstico generalmente se traduce en un aumento del resultado final del indicador en una menor proporción al que se obtiene si hay aumento de la participación de la producción destinada al mercado externo debido al menor tamaño del INB de Colombia respecto a la mayoría de sus destinos de exportación. Por ejemplo, de un año a otro, podría crecer simultáneamente el mercado doméstico y el externo y por un cambio en la participación de la producción destinada a cada uno de los mercados el indicador se reduciría. La fuente de las cifras de comercio en CIUU 4 dígitos fue el DNP.

#### 4.3.5. Inversión extranjera directa

##### **Flujos de IED hacia Colombia (IED):** Signo esperado (+)

La última variable es la IED en Colombia. La información a nivel sectorial de IED en Colombia proviene de los registros de inversión extranjera del Banco de la República. Sin embargo, esta información no es pública y fue imposible tener acceso a ella. Adicionalmente, los registros de inversión tienen el gran inconveniente de no corresponder necesariamente al año en el que se realiza la transacción. Por estas dos razones se utilizó la información de balanza de pagos, y aunque las estadísticas no están tan desagregadas, el flujo de inversión corresponde efectivamente al año en que se realizó. Las cifras de balanza de pagos discriminan únicamente 4 sectores: petróleo, minería,

manufacturas y agricultura, caza, silvicultura y pesca con los cuales se agruparon cada uno de los 35 sectores utilizados.

## 5. Resultados

Con las variables descritas se construyó un panel de 35 sectores de bienes y 12 años que cubren el período 1990 - 2001. Luego de hacer varios test de especificación se utilizó un modelo de efectos fijos controlando por cada uno de los sectores y corrigiendo autocorrelación de primer orden específico para cada panel. Los efectos fijos capturan las características de cada uno de los sectores omitidos en las estimaciones que no varían con el tiempo. Se incluyó además una variable de tiempo para capturar la tendencia.

De todas las variables escogidas, aquellas relacionadas con las telecomunicaciones (número de líneas por habitante y tarifas de llamadas locales) resultaron altamente correlacionadas con las variables de costos de factores y productividad laboral. Aunque esta correlación no tiene ningún sentido económico puede sesgar las estimaciones y por lo tanto, se excluyeron y no se utilizaron como medidas alternativas del costo de servicios. También los salarios relativos y la productividad también resultaron altamente correlacionados. En consecuencia se realizaron 4 estimaciones distintas utilizando dos medidas del costo de los servicios (índice de servicios y tasa activa real como proxy del costo de los servicios financieros) alternándose con los salarios relativos y la productividad laboral.

Excepto la variable del diferencial CIF/FOB que en algunos casos no fue significativa, todas las estimaciones fueron robustas a diferentes especificaciones y los coeficientes tuvieron siempre el signo esperado salvo la tasa de interés activa, utilizada en las estimaciones 3 y 4, cuyo signo fue contrario al esperado (véase anexo 2). La explicación para esto último puede estar en lo amplia de esta medida la cual posiblemente deja por fuera las características y las necesidades de cada sector en materia de servicios financieros y no captura todos los costos que se incurren al consumir este tipo de servicios.

Para presentar los resultados, entre todas las especificaciones de las estimaciones se escogieron aquellas en logaritmo natural tanto en la variable dependiente como en las variables independientes, no sólo por el buen ajuste de todos los coeficientes estimados sino además por la claridad en su interpretación. Los resultados muestran que la especialización vertical está asociada a menores costos de comercio, menores costos de servicios y menores costos de factores productivos. Está asociada además con un mercado doméstico y externo más grande, con mayores flujos de IED hacia Colombia y con una mayor productividad laboral.

Utilizando como referencia los resultados de la estimación 1 donde todas las variables son significativas al 1% (véase anexo 2), una caída de 10% en los aranceles pagados por el consumo intermedio importado de cada sector, en el diferencial CIF/FOB de todos los sectores o en el costo de transporte doméstico, se traducirá en un aumento de la especialización vertical de 1,95, 1,14 y 3,42% respectivamente. Por su parte, un aumento de 10% en el índice de servicios (una caída en los costos de servicios) o en el diferencial salarial de los trabajadores menos calificados respecto a los más calificados, se reflejará en un aumento de la especialización vertical de 0,29 y 7,85% respectivamente. Sobre el tamaño del mercado doméstico y externo un aumento de 10% en esta variable se traduce en un crecimiento de la especialización vertical de 11,6%. El efecto de la IED es marginal y un aumento de 10% en los flujos de IED hacia Colombia tiene un impacto positivo de 0,12% en la especialización vertical. Finalmente, un aumento de 10% en la productividad laboral manufacturera (utilizando la estimación 2) se traduce en un aumento de la especialización vertical de 9,01%.

Aunque para cada una de las 4 estimaciones los coeficientes cambian, es posible afirmar que en todos los casos la elasticidad de la especialización vertical en Colombia al tamaño del mercado, la productividad laboral y los salarios relativos supera la elasticidad a los aranceles y costos de transporte nacional y la de éstos últimos, a la elasticidad a los costos de los servicios, los flujos de IED hacia el país y los costos de transporte internacional (las 3 variables con el menor impacto sobre la especialización vertical). Al interior de los costos de comercio, con un impacto intermedio en la especialización vertical en comparación a las otras variables, es interesante notar una mayor elasticidad de la especialización vertical a los aranceles y los costos de transporte interno que a los costos de transporte internacional.

## 6. Conclusiones

El principal aporte de este trabajo ha sido extender la evidencia sobre la existencia de fragmentación de la producción al caso colombiano a través del concepto de especialización vertical investigando además los factores que la determinan. Para este fin se utilizó un panel con todos los sectores de bienes de cuentas nacionales (a excepción del sector de desechos y desperdicios) y un período de 12 años que abarca entre 1990 y 2001 apoyándose en la información de la matriz insumo-producto del DANE para realizar los cálculos. La evolución de la especialización vertical en Colombia muestra un notable aumento durante la década de los noventa principalmente en los sectores industriales sustentado sobre todo por una mayor intensidad sectorial en el consumo de bienes intermedios importados más que por una mayor participación en las exportaciones de sectores con alta especialización vertical. Pese a este aumento, los niveles de especialización vertical de toda la economía son muy bajos (7,83% en 2001) si se comparan con los resultados encontrados en otros países.

Sobre los determinantes de este fenómeno en Colombia, las estimaciones presentadas son robustas a diferentes especificaciones y los resultados son consistentes con lo que anticipa la teoría y con la evidencia empírica recogida en otros estudios previos para otros países y regiones. La especialización vertical en Colombia está asociada a una caída en los costos necesarios para fragmentar la producción, es decir, el costo de los servicios y los costos de comercio (aranceles y costos de transporte nacional e internacional). Adicionalmente, está ligada a un mercado más grande, mayores flujos de IED, menores costos de los factores productivos medidos a través de los salarios relativos de los trabajadores menos calificados respecto a los más calificados y mayor productividad laboral manufacturera. Las variables con mayor impacto en la especialización vertical en el caso colombiano son el tamaño del mercado, los salarios relativos de los trabajadores menos calificados respecto a los más calificados y la productividad laboral, seguidas por el costo de transporte interno y los aranceles. En último lugar y no por ello menos importantes, se encuentran las variables relacionadas con el costo de servicios, la IED hacia Colombia y los costos de transporte internacional.

Todas estas variables, independientemente de su mayor o menor impacto sobre la especialización vertical, resumen los determinantes de la fragmentación de la producción encontrados en la teoría y la evidencia empírica: si bien el impulso inicial para fragmentar la producción puede ser la búsqueda de factores de producción a menor precio y más productivos, también es fundamental que exista un mercado lo suficientemente grande para que la especialización sea viable y que además, aquellos nuevos costos asociados al proceso fragmentado en la forma de costos de comercio y costos de servicios sean lo suficientemente bajos para ser compensados por los beneficios que se obtienen.

Otro aporte del trabajo fue la construcción de un índice del tamaño percibido del sector de servicios en cada uno de los sectores de bienes que permite una aproximación mucho más cercana al costo de los servicios y a la realidad de cada industria dependiendo de su intensidad en el consumo de servicios.

Como sugiere la teoría, fragmentar la producción puede ser una ventana de oportunidad para los países en desarrollo que antes no podían ser competitivos en un proceso productivo completo y ahora encuentran la oportunidad de competir en alguna de sus etapas de manera exitosa. Fortalecer las variables que faciliten la especialización vertical y la fragmentación de la producción y especializarse en aquellos sectores y procesos productivos donde Colombia tiene una ventaja mayor podrían acelerar su inserción al mercado internacional y convertirse en una oportunidad para aprovechar las ganancias del comercio internacional. Sin embargo, profundizar en las razones por las cuales Colombia tiene un bajo nivel de especialización vertical a nivel agregado y determinar las potenciales ganancias de elevarla son sin duda tareas que deberán resolver investigaciones futuras.

## Bibliografía

- ANDREAS, P.A., (2003), "Tale of two borders: the U.S. - Mexico and U.S.- Canada Lines After 9-11", en *Working Paper*, 77, The Center for Comparative Immigration Studies, University of California.
- ARANGO, L.E, POSADA C.E y URIBE J.D., (2004), "Estructura de los salarios urbanos en Colombia 1984-2000", en *Borradores de Economía*. Banco de la República.
- ARNDT W. (1997), "Globalization and the open economy", en *North American Journal of Economics and Finance*, 8 (2), 71-79.
- ARNDT, S (1998), "Super-specialization and the gains from trade", en *Contemporary Economic Policy*, vol. 16 Issue 4, 480.
- Banco Mundial (2003). *World Development Indicators*. Versión en CD-ROM.
- BURDA M, y DLUHOSCH B., (2002), "Cost competition, fragmentation and globalization", en *Review of International Economics*, vol. 10 Issue 3, 424.
- CAMPA J. y GOLDBERG L.S., (1997), "The evolving external orientation of manufacturing industries: Evidence from four countries", en *Working Paper*, n° 5919. National Bureau of Economic Research.
- CHEN H, y Yi, K.M., (2003), *Vertical specialization and trends in U.S international trade*. Federal Reserve Bank of New York.
- CHEN Y., ISHIKAWA J. y ZU Y., (2004), "Trade liberalization and strategic outsourcing", en *Journal of International Economics*, vol. 63, 419-436.
- CHEN H., KONDRATOWICZ M. y Yi K., (2005), "Vertical specialization and three facts about U.S. international trade", en *The North American Journal of Economics and Finance*, vol. 16, Issue 1, 35-59.
- Cuentas Nacionales de Colombia (1998). *Nueva base de cuentas nacionales*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE.
- DEARDORFF A.V., (1998), *Fragmentation across cones*. University of Michigan.
- DEARDORFF A.V., (2001), "Fragmentation in simple trade models", en *North American Journal of Economics and Finance*, 12, 121-137.
- DEARDORFF A.V., (2003), *Ricardian comparative advantage with intermediate inputs*. University of Michigan.
- ETHIER, WILFRED J., (1982), "National and international returns to scale in the modern theory of international trade", en *American Economic Review*, 72 (3): 389-405.
- FEENSTRA, R.C. y HAN,SON, G.H., (1996), "Globalization, outsourcing and wage inequality", en *American Economic Review*, 86, 240-245.

- FEENSTRA C., (1998), "Integration of trade and desintegration of production in the global economy", en *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, n° 4, 31-50.
- FUJITA M. y THISSE J.F., (2004), "Globalization and the evolution of the supply chain: who gains and who loses?", en *Discussion Paper*, n° 5, Institute of Developing Economics.
- GAO T., (1999), "Economic geography and the department of vertical multinational production", en *Journal of International Economics*, vol. 48, 301-320.
- GEISHECKER, I. y GÖRG H., (2005), "Do unskilled workers always lose from fragmentation?", en *The North American Journal of Economics and Finance*, vol. 16, Issue 1, p. 81-92.
- GROSSMAN G.M. y HELPMAN E., (2002), "Outsourcing in a global economy", en *NBER Working Paper*, n° 8728.
- HANSON G.H., (1996), "Localization economies, vertical organization and trade", en *The American Economic Review*, vol. 86, n° 5, 1266-1278.
- HANSON G.H, MATALONI Jr R.J. y SLAUGHTER M.J., (2003), "Vertical production networks in multinational firms", en *NBER Working Paper*, 9723.
- HART G. y RUDMAN W.B., (2002), *America Still Unprepared - America Still in Danger*. Report of an Independent Task Force Sponsored by the Council of Foreign Relations. Council of Foreign Relations.
- HELG R., (2004), "Patterns of international fragmentation of production and implications for the labor markets", en *Discussion Paper*, No. 503, Politecnico di Milano and CESPRI - Bocconi University.
- NORDÅS, H.K., (2004), *Determinants of vertical specialization*. SFN, Bergen and WTO.
- HUMMELS, D. y RAPOPORT, D., (1998), "Vertical specialization and the changing nature of world trade", en *Economic Policy Review*. Federal Reserve Bank of New York, 79-99.
- HUMMELS, ISHII D. y YI K.M., (2001), "The nature and growth of vertical specialization in world trade", en *Journal of International Economics*, vol. 54, 75-96.
- JONES R.W. y KIERZKOWSKI, H., (2002), "A framework for fragmentation", en Arndt S.W. y Jones R.W. (eds.), *Fragmentation and international trade*. Oxford University Press, Oxford and New York.
- JONES R.W. y KIERZKOWSKI, H., (2003), *International fragmentation and the new economic Geography*. University of Rochester.
- JONES R.W. y KIERZKOWSKI, H., (2004), "What does evidence tell us about fragmentation and outsourcing?". University of Rochester. Prepared for a Special Issue of International, en *Review of Economics and Finance*.



- KAMINSKI B. y FRANCIS Ng., (2005), "Production disintegration and integration of Central Europe into Global Markets", en *International Review of Economics & Finance*, vol. 14, Issue 3, 377-390.
- KOHLER W., (2004), "Aspects of international fragmentation", en *Review of International Economics*, vol. 12 Issue 5, 793.
- KRUGMAN P. y VENABLES A.J., (1995), "Globalization and inequality of nations", en *Quarterly Journal of Economics*, 4, 857-880.
- MARKUSEN, J., (1998), "Trade in producer services and in other specialized intermediate inputs", en *American Economic Review*, 85-95.
- OECD (2005), *The OECD Input-Output Database. Part 1, Sources and Methods*. Consultado el 15 de Agosto de 2005 en:  
[http://www.oecd.org/document/1/0,2340,en\\_2825\\_495684\\_34062721\\_1\\_1\\_1\\_1,00.html](http://www.oecd.org/document/1/0,2340,en_2825_495684_34062721_1_1_1_1,00.html)
- OLIVIER J. y GOH A., (2003), "International vertical specialization, imperfect competition and welfare", en *Cahier de Recherche du Groupe*, HEC No. 791.
- SANYAL K. y JONES W., (1982), "The theory of trade in middle products", en *The American Economic Review*, vol. 72, n° 1, 16-31.
- SANYAL K., (1983), "Vertical specialization in a Ricardian model with a continuum of Stages of production", en *Economica*, New Series, vol. 50, n° 197, 71-80.
- SHELburne C., (2004), "Trade and Inequality: The role of vertical specialization and outsourcing", en *Global Economy Journal*, vol. 2, Issue 4, Article 2.
- VAN LONG N., RIEZMAN R. y SOUBEYRAN A., (2005), "Fragmentation and services", en *The North American Journal of Economics and Finance*, vol. 16, Issue 1, 137-152.
- YEATS A.J., (1998), "Just how big is global production sharing?", en *World Bank Policy Research Working Paper*, n° 1871.
- Yi, K.M., (2003). "Can vertical specialization explain the growth in world trade?", en *Journal of Political Economy*, vol. 111, n° 1, 52-102.
- World Investment Report. 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004. UNCTAD [www.unctad.org](http://www.unctad.org)

## ANEXO 1

**Definición del Índice de Especialización Vertical**

Según HUMMELS *et al.* (2001), las condiciones necesarias para la existencia de especialización vertical son las siguientes:

- Un bien es producido en dos o más procesos secuenciales.
- Dos o más países agregan valor en alguna de las etapas de producción del bien.
- Al menos un país usa insumos importados en su etapa de producción y alguna porción del producto resultante es exportada.

Podemos definir la especialización vertical para un sector de la economía mediante la siguiente ecuación:

$$EV_{i,t} = \left( \frac{BII_{i,t}}{Y_{i,t}} \right) \cdot X_{i,t} = \left( \frac{X_{i,t}}{Y_{i,t}} \right) \cdot BII_{i,t} \quad \text{donde } i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } n \quad (1)$$

La especialización vertical de un sector equivale entonces al valor del consumo de bienes intermedios importados ajustados a la porción de la producción que es exportada. Partiendo de la ecuación (1) definimos el índice de especialización vertical para un sector como el porcentaje de las exportaciones totales que corresponden al valor importado incorporado en ellas.

$$\text{Índice de } EV_{i,t} = \left( \frac{EV_{i,t}}{X_{i,t}} \right) = \left( \frac{BII_{i,t}}{Y_{i,t}} \right) \quad \text{donde } i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } n \quad (2)$$

De acuerdo con la ecuación (2) este índice es igual al porcentaje de la producción correspondiente al valor del consumo de bienes intermedios importados y coincide con las definiciones de fragmentación de la producción utilizadas por CAMPA y GOLDBERG (1997) y GEISHECKER y GÖRG (2005). La forma de calcular cada una de las variables que componen las ecuaciones (1) y (2) en el caso colombiano con la matriz insumo-producto del DANE se describen a continuación:

**Producción por sector (Y):** Valor de la producción por sector a precios básicos obtenida directamente de la matriz de oferta.

**Exportaciones por sector (X):** Partiendo de la matriz de utilización se obtiene el porcentaje exportado de la oferta a precios de comprador de cada uno de los productos principales. Con este porcentaje, se multiplica el valor de la producción total a precios básicos de cada producto principal realizada en cada uno de los sectores.

Si este mismo ejercicio con cada uno de los productos se llega a una matriz de oferta que en vez de registrar el valor de la producción de un producto en un sector, indica el valor de la producción exportado en un sector. Si sumamos todos los valores de exportaciones de cada uno de los productos en cada uno de los sectores, obtenemos el valor total de las exportaciones sectoriales. Las exportaciones totales de un sector determinado están descritas por la siguiente ecuación:

$$X_i = \sum_j \left( \frac{X_{j,j}^{FOB}}{O_{j,j}^{P.Comprador}} \right) \cdot X_{i,j,j}^{P.Básicos} \quad \text{donde } i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } n; j = \text{producto } 1 \dots \text{producto } n. \quad (3)$$

**Bienes intermedios importados por sector (BII):** El consumo intermedio en la matriz de utilización se encuentra por sector y no por producto principal, mientras las importaciones están por producto principal.

El consumo intermedio importado por sector puede obtenerse de una forma similar al camino utilizado para calcular las exportaciones por sector. Para esto, se calcula cuánto representa el valor importado de cada producto principal de su oferta a precios básicos. Con este porcentaje de importación por producto principal transformamos cada valor de la matriz de bienes intermedios multiplicando el consumo intermedio de cada producto en los distintos sectores por el porcentaje de dicho producto que sea importado. De esta forma obtenemos el valor importado del consumo intermedio de cada producto principal en los diferentes sectores.

El valor de los bienes intermedios importados para un sector cualquiera está dado por la siguiente ecuación:

$$BII_i = \sum_j \left( \frac{M_{j,j}^{CIF}}{O_{j,j}^{P.Básicos}} \right) \cdot CI_{i,j,j}, \quad \text{Donde } i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } n; j = \text{producto } 1 \dots \text{producto } n. \quad (4)$$

Por las limitaciones en la información, tal como se explicó, en los cálculos de las exportaciones y las importaciones sectoriales es necesario asumir una fracción fija del producto del sector que se exporta y una fracción fija de los bienes intermedios importados.

Cuando extendemos el índice a toda la economía, en este caso a todos los sectores de bienes, el índice de especialización vertical de toda la economía es la suma total del valor de la especialización vertical sectorial definida por (1) como porcentaje de la suma total de las exportaciones sectoriales y no el valor total de las importaciones de bienes intermedios como porcentaje de la producción total. Este indicador agregado puede ser escrito como el promedio del peso del valor importado de los insumos intermedios en la producción sectorial ponderado por la participación de las exportaciones del sector en las

exportaciones totales de bienes de la economía. Partiendo de la ecuación (2), el índice de especialización vertical total de la economía está descrito por la siguiente expresión:

$$\text{Índice de } EV_{i,j} = \frac{EV_{i,j}}{X_{i,j}} = \frac{\sum_i EV_{i,j}}{\sum_i X_{i,j}} \text{ donde } i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } n \quad (5)$$

Rescribiendo (5) llegamos a la siguiente expresión:

$$EV_{i,j} = \frac{\sum_i EV_{i,j}}{\sum_i X_{i,j}} = \frac{\sum_i \left( \frac{EV_{i,j}}{X_{i,j}} \right) \cdot X_{i,j}}{\sum_i X_{i,j}} = \sum_i \left[ \left( \frac{X_{i,j}}{X_{i,j}} \right) \cdot \left( \frac{EV_{i,j}}{X_{i,j}} \right) \right] = \sum_i \left[ \left( \frac{X_{i,j}}{X_{i,j}} \right) \cdot \left( \frac{BII_{i,j}}{Y_{i,j}} \right) \right]$$

Donde  $i = \text{sector } 1 \dots \text{sector } n$

## ANEXO 2 Resultados de las estimaciones

Variables en LN	(1)	(2)	(3)	(4)
<b>Año</b>	-0.03047 (0.00486)***	-0.03299 (0.00673)***	-0.02957 (0.00484)***	-0.04224 (0.00637)***
<b>ARAN_N_BII</b>	-0.19541 (0.03072)***	-0.46775 (0.03156)***	-0.21592 (0.02963)***	-0.50625 (0.02733)***
<b>CIF_FOB_BII</b>	-0.11435 (0.03838)***	-0.06820 (0.04024)*	-0.10299 (0.03913)***	-0.00243 (0.03861)
<b>TRANS_D</b>	-0.34251 (0.03365)***	-0.23251 (0.03881)***	-0.34087 (0.03303)***	-0.20739 (0.03608)***
<b>SERVICIOS</b>	0.02995 (0.00909)***	0.02619 (0.00990)***		
<b>TASA_ACTIVA</b>			0.04092 (0.01195)***	0.08799 (0.01322)***
<b>SALARIO_R</b>	-0.78596 (0.05546)***		-0.76760 (0.05790)***	
<b>PROD_L</b>		0.90177 (0.16087)***		1.19226 (0.15302)***
<b>TAMAÑO_MKDO</b>	1.16844 (0.14279)***	0.53579 (0.16497)***	1.29788 (0.14458)***	0.66100 (0.15534)***
<b>IED</b>	0.01271 (0.00395)***	0.03965 (0.00470)***	0.01517 (0.00403)***	0.03358 (0.00436)***

Errores estándar entre paréntesis; \* significativo al 10%; \*\* significativo al 5%; \*\*\* significativo al 1%

### ANEXO 3

#### Especialización vertical en Colombia por sector 1990 y 2001

(*)	Sector	INDICE EV SECTORIAL 1990	INDICE EV SECTORIAL 2001	Δ Índice EV 1990- 2001	Δ X/Y (X con valor importado incorporado en las exportaciones)	Δ X/Y (X con valor doméstico incorporado en las exportaciones)	Δ X/Y (X Totales)
	AGRICULTURA PETRÓLEO AGROINDUSTRIA INDUSTRIA						
1	Café sin tostar no descafeinado	3.1%	4.7%	1.6%	0.66%	-8.03%	-7.4%
2	Otros productos agrícolas	2.5%	3.8%	1.3%	0.35%	1.67%	2.0%
3	Animales vivos y productos animales	1.2%	2.2%	1.0%	0.09%	1.54%	1.6%
4	Productos de silvicultura y extracción de madera	4.9%	12.7%	7.9%	0.10%	-0.44%	-0.3%
5	Pescado y otros productos de la pesca	1.5%	1.8%	0.4%	0.04%	2.18%	2.2%
6	Hulla y lignito; turba	6.3%	8.0%	1.7%	3.00%	20.08%	23.1%
7	Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio	3.4%	5.9%	2.4%	1.41%	-5.54%	-4.1%
8	Minerales metálicos	2.9%	2.9%	0.1%	-0.21%	-8.58%	-8.8%
9	Otros minerales no metálicos	3.2%	3.3%	0.2%	-0.37%	-12.09%	-12.5%
10	Carne y pescado	0.3%	0.9%	0.5%	0.05%	4.43%	4.5%
11	Aceites, grasas animales y vegetales, borras y tortas	5.1%	10.8%	5.6%	0.92%	7.18%	8.1%
12	Productos lácteos	2.1%	3.2%	1.2%	0.20%	6.05%	6.3%
13	Productos de molinería y almidones y sus productos	4.9%	8.8%	3.9%	0.12%	0.89%	1.0%
14	Azúcar	6.0%	8.0%	2.0%	0.58%	4.80%	5.4%
15	Café transformado	1.7%	1.4%	-0.3%	0.02%	4.66%	4.7%
16	Cacao, chocolate y productos de confitería preparados con azúcar	3.5%	5.3%	1.7%	0.68%	10.86%	11.5%
17	Otros productos alimenticios	3.9%	6.8%	3.0%	0.28%	3.00%	3.3%
18	Bebidas	2.8%	4.8%	2.0%	0.07%	1.11%	1.2%
19	Productos de tabaco	5.2%	7.8%	2.7%	0.32%	3.48%	3.8%
20	Hilados e hilos; tejidos de fibras textiles, incluso afelpados	5.7%	11.4%	5.7%	1.11%	6.05%	7.2%
21	Artículos textiles (excepto prendas de vestir)	8.5%	17.5%	8.9%	2.76%	8.52%	11.3%
22	Tejidos de punto o ganchillo; prendas de vestir	3.5%	13.5%	10.1%	2.09%	1.23%	3.3%
23	Cuero y productos de cuero; calzado	3.2%	12.8%	9.6%	1.50%	-0.23%	1.3%
24	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	4.5%	7.3%	2.7%	0.36%	4.05%	4.4%
25	Pasta de papel, papel y cartón	8.5%	13.2%	4.8%	1.06%	6.29%	7.3%
26	Impresos y artículos análogos	6.6%	9.3%	2.8%	0.65%	2.94%	3.6%
27	Productos de petróleo refinado; combustibles nucleares y productos de horno de coque	3.6%	5.0%	1.5%	0.07%	-4.46%	-4.4%
28	Productos químicos básicos y elaborados (excepto productos de plástico y caucho)	9.9%	15.9%	6.0%	1.58%	4.99%	6.6%
29	Productos de caucho y productos plásticos	10.4%	15.1%	4.6%	1.51%	7.78%	9.3%
30	Vidrio y productos de vidrio y otros productos no metálicos	4.7%	6.8%	2.0%	0.94%	11.33%	12.3%
31	Muebles; otros bienes transportables	5.3%	9.8%	4.5%	0.68%	4.73%	5.4%
32	Desperdicios y desechos	0.0%	0.0%	0.0%	0.00%	22.92%	22.9%
33	Metales comunes y productos metálicos elaborados, excepto maquinaria y equipo	9.7%	14.9%	5.2%	1.36%	6.75%	8.1%
34	Maquinaria para usos generales y especiales	16.4%	19.0%	2.6%	1.00%	4.01%	5.0%
35	Otra maquinaria y suministro eléctrico	13.3%	18.1%	4.8%	1.04%	4.24%	5.3%
36	Equipo de transporte	27.3%	36.4%	9.1%	5.57%	9.52%	15.1%
	<b>TOTAL COLOMBIA</b>	<b>3.75%</b>	<b>7.83%</b>	<b>4.09%</b>	<b>0.92%</b>	<b>3.72%</b>	<b>4.64%</b>

(\*) Agricultura: 1-6 y 8-10  
 Petróleo: 7 y 27  
 Agroindustria: 11-19 y 32  
 Industria: 20-26, 28-31 y 33-36

