

Una red económica norteamericana

Fidel Aroche Reyes*

Marco Antonio Marquez Mendoza*

Fecha de recepción: 04 VI 2015

Fecha de aceptación: 25 II 2016

Resumen

Las estructuras económicas pueden entenderse como redes de ramas, vinculadas entre sí mediante el intercambio de bienes producidos. El modelo de Insumo-Producto analiza la interdependencia sectorial en tales estructuras. En este trabajo, identificamos una red económica en una tabla IP trilateral norteamericana. Utilizamos una medida de densidad como indicador de la integración regional. Nuestros resultados muestran que la economía de los Estados Unidos determina el perfil de la estructura de Norteamérica. Canadá y México mantienen escasas relaciones directas y su pertenencia a la región ayuda a entender sus economías.

Clasificación JEL: C65, C67, O51, O54, R15.

Palabras Clave: Modelo de Insumo-Producto. Teoría de gráficas. Redes económicas. América del Norte.

* Profesor de tiempo completo de la Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección: División de Estudios de Postgrado, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, Zona Cultural, Ciudad Universitaria, C.P. 04510. México, D. F. México. Teléfono + (52 55) 56 22 0555 – 48 982 Fax + (52 55) 56 16 0834. Correo electrónico: aroche@unam.mx.

* Profesor Titular de la Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección: División de Estudios de Postgrado, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, Zona Cultural, Ciudad Universitaria, C.P. 04510. México, D. F. México. Correo electrónico: antoniomrqz@gmail.com.

Abstract

An economic structure can be understood as a network of industries related by the exchange of produced goods. The Input-Output model analyses sectoral interdependence in such structures. In this paper we identify a North American network in a trilateral IO table. We use a density measure as an indicator of the degree of integration. Results show that the US economy determines the profile of the North American structure. Canada and Mexico maintain scarce direct relationships and their regional integration determine their economic structures.

Clasificación JEL: C65, C67, O51, O54, R15.

Keywords: Input –output model. Graph Theory. Economics Networks. North America.

Introducción

El análisis cualitativo Insumo-Producto (IP) ofrece una perspectiva metodológica de estudio de las estructuras económicas que permite obtener una imagen gráfica de la manera en que las ramas interactúan en el sistema económico (Czamanski y Ablas, 1979; Huriot, 1974; Campbell, 1975; Holub y Schnabl, 1985; Aroche, 1996). Más recientemente, este análisis se ha ampliado para incorporar el concepto de “redes económicas”, retomando conceptos y métodos originalmente desarrollados por otras ciencias sociales como la antropología o la sociología (García y Ramos, 2003; Semitel, 2006; Fuentes, Cárdenas y Brugués, 2013). Tanto el modelo IP como la teoría de las redes centran su atención principalmente en el estudio de las conexiones entre los agentes que forman parte del fenómeno objeto de estudio (Leontief, 1951). De este modo, el modelo IP puede traducirse al marco teórico de las redes, ya que la matriz de coeficientes técnicos (A) proporciona información sobre los patrones de relaciones entre los miembros de la estructura económica (Aroche, 1996). No obstante, es importante subrayar que a pesar de las similitudes formales, algunos supuestos particulares válidos para un modelo, no son siempre adecuados para el otro, debido a las premisas específicas a partir de las cuales se construye cada uno. Por ejemplo, una red social puede ser simétrica, pero en un modelo interindustrial, las relaciones de intercambio tienen siempre una dirección y no son necesariamente recíprocas; por ejemplo, una rama i puede demandar insumos de otra j , sin que j adquiera bienes de i , además de que en general estos flujos tampoco serán de igual valor.

A menudo los modelos económicos suponen que la demanda es un determinante principal del funcionamiento del sistema, de suerte que los

consumidores influyen en el comportamiento de los productores (por ejemplo, la demanda determina el nivel de producción); a su vez, los consumidores demandan a las empresas bienes producidos y los productores demandan mercancías para emplearlas como insumos en sus propios procesos de producción. Dicha interdependencia entre los agentes se profundiza en la medida en que estos se especializan en la producción de algún bien, hasta el punto en que cada rama mantiene relaciones directas e indirectas con todas las restantes, así como con cada unidad de consumo que forma parte del sistema económico. De este modo, el sistema es más complejo a medida que la división del trabajo avanza.

El modelo IP se refiere siempre a algún área geográfica particular; originalmente el modelo se ocupó de las economías nacionales (Leontief, 1951), pero pronto se extendió al estudio de los sistemas regionales (Isard, 1951). Una región puede definirse como un estado, una provincia o una ciudad, como un grupo de estados o provincias o, por último, como un país dentro de un área económica internacional integrada. Como consecuencia de la naturaleza lineal del modelo, es posible ensamblar varias matrices regionales en una matriz suprarregional o -de otra manera- particionar una matriz IP, de modo que refleje la interacción de las regiones, por ejemplo, cuando las diferentes ramas se localizan en distintas regiones de un país (Isard, 1951; Miller y Blair, 2009). Las características del modelo IP no cambian cuando se construyen modelos regionales e, incluso, los multiplicadores y los coeficientes serán iguales, siempre y cuando las proporciones entre las ramas sean las mismas (Miller y Blair, 2009). En cualquier caso, el modelo IP será útil para analizar tanto las relaciones entre las ramas dentro de una región, como también las conexiones entre las ramas ubicadas en diferentes regiones.

En el caso de un espacio económico constituido por países que mantienen relaciones económicas estrechas, cada uno de ellos puede considerarse como un subsistema de ramas relacionadas a través de flujos de demanda intermedia. Al mismo tiempo, cada rama en cualquier país demanda insumos de las ramas de la supra-región, así como de los productores situados más allá de dicho espacio económico, si importan mercancías procedentes del resto del mundo.

Este trabajo analiza la estructura económica de América del Norte en 1996 en el marco del modelo IP regional y desde el punto de vista cualitativo, extendido mediante planteamientos propios de las teorías de las redes y de los gráficos. En particular, buscaremos una red dentro de la estructura económica de América del Norte, cuyo análisis ulterior permitirá caracterizar a la economía norteamericana. Como se sabe, México se incorporó formalmente al espacio económico norteamericano en 1994 por medio de un Tratado de

Libre Comercio (TLCAN), que formalizó a los procesos de integración con los EE.UU., procurados por la política económica a partir de la liberalización de la economía en la década de los años de 1980. Por otra parte, este país y Canadá habían ya establecido diversas formas de integración bilateral por largo tiempo, inicialmente alrededor de la construcción de coches y después extendidas a otros sectores. Así, este artículo analiza el estado de la integración entre las tres economías norteamericanas hacia el inicio de las relaciones formales en el marco del TLCAN, que para México es un hito en su proceso de apertura comercial y financiera. Este trabajo supone entonces, que las estructuras productivas de Canadá y de México habían ya experimentado transformaciones importantes hacia 1994, como resultado de la estrategia de integración con los EE.UU. (Aroche, 1996; Curzio, 2009; Cuevas, 2012). Por otro lado, la base de datos empleada en este trabajo es novedosa, en el sentido que ensambla las tablas IP nacionales, dando lugar a una matriz norteamericana, tratada aquí como un espacio económico único. La metodología de análisis asimismo supone un aporte al análisis multisectorial desde el punto de vista regional.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera: La sección 1 presenta el modelo regional para América del Norte; la 2, discute sobre los "coeficientes importantes" como indicadores de la integración entre las regiones. La sección 3 presenta la base de datos, algunos aspectos del intercambio de bienes norteamericanos, como antecedente del análisis de la red económica, comparando también los tres países de la zona. Finalmente, la sección 4 describe la red definida por las relaciones comerciales entre los tres países de América del Norte y, por último, ofrece algunas consideraciones concluyentes.

1. América del Norte como un área económica

Canadá y EE.UU. -por un lado- y EE.UU. y México -por otro- han sido socios económicos desde fines del siglo XIX. El intercambio de mercancías y factores, las políticas económicas de cada país, así como la puesta en marcha de un Acuerdo de Libre Comercio (TLC) en 1994, junto a otros factores, han servido para formar una zona económica trilateral (Curzio, 2009), al tiempo que los sectores productivos nacionales se han acoplado entre sí, de modo que se han integrado de modo creciente, constituyendo una estructura productiva única.

El vector del producto de América del Norte (AN) será:

$$x^{AN} = \begin{bmatrix} x^C \\ x^U \\ x^M \end{bmatrix} \quad (1)$$

donde x^C , x^U y x^M son los vectores del producto de cada país, Canadá (C), Estados Unidos (U) y México (M). Estos vectores serán del mismo orden si se emplea una clasificación industrial uniforme para los tres países. El producto sectorial en cada país puede expresarse como la suma de las ventas de bienes producidos en cada uno, empleados en la producción como insumos intermedios, más los producidos por los socios, más los del resto del mundo y por último, las ventas de bienes finales. Por tanto, el sistema puede representarse, como:

$$x^{AN} = Z^{AN} i' + f^{AN} \quad (2)$$

en donde, Z^{AN} es la matriz de las transacciones entre los sectores en América del Norte (que incluye las importaciones del resto del mundo), la cual se dividirá entre los tres países; mientras, f^{AN} es el vector de la demanda final suprarregional, e i' es un vector unitario transpuesto, que permite la adición de las filas de la matriz que postmultiplica. Los arreglos Z^{AN} y f^{AN} particionados, se escriben:

$$Z^{AN} = \begin{bmatrix} Z_{ij}^{CC} & Z_{il}^{CU} & Z_{in}^{CM} \\ Z_{kj}^{UC} & Z_{kl}^{UU} & Z_{kn}^{UM} \\ Z_{mj}^{MC} & Z_{ml}^{MU} & Z_{mn}^{MM} \end{bmatrix} \quad (3)$$

y

$$f^{AN} = \begin{bmatrix} f^C \\ f^U \\ f^M \end{bmatrix} \quad (4)$$

Tanto la matriz de coeficientes técnicos América del Norte (A^{AN}) como la inversa de Leontief (L^{NA}) se definen de la manera usual y pueden expresarse, como:

$$A^{AN} = \begin{bmatrix} A_{ij}^{CC} & A_{il}^{CU} & A_{in}^{CM} \\ A_{kj}^{UC} & A_{kl}^{UU} & A_{kn}^{CM} \\ A_{mj}^{MC} & A_{ml}^{MU} & A_{mn}^{MM} \end{bmatrix} \quad (5)$$

y

$$L^{AN} = \begin{bmatrix} L_{ij}^{CC} & L_{il}^{CU} & L_{in}^{CM} \\ L_{kj}^{UC} & L_{kl}^{UU} & L_{kn}^{CM} \\ L_{mj}^{MC} & L_{ml}^{MU} & L_{mn}^{MM} \end{bmatrix} \quad (6)$$

La solución al modelo es:

$$\mathbf{x}^{AN} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{AN})^{-1} \cdot \mathbf{f}^{AN} = \mathbf{L}^{AN} \cdot \mathbf{f}^{AN} \quad (7)$$

Como se ha indicado anteriormente, en un modelo regional, los sectores pueden demandar insumos ya sea dentro o fuera de su propia región. Así, el crecimiento en el producto de una región puede provocar crecimiento en el producto de otra región, debido a los derrames directos e indirectos provocados por las demandas de bienes producidos en cada región, empleados como insumos, más las demandas derivadas por la producción misma de aquellos bienes (Marquez, 2012). Parte de esos cambios puede extenderse a continuación a otras regiones e incluso volver a la que inició todo el proceso. El crecimiento, así, puede reforzarse de región en región. Isard (1951) propuso estudiar los multiplicadores interregionales con el fin de medir tales efectos, sin embargo, ello está más allá del alcance del presente trabajo.

2. Redes y coeficientes importantes

La teoría de las redes ha sido ampliamente utilizada en diversas aplicaciones del análisis cualitativo IP, que se orientan al estudio de los patrones de conexiones entre sectores, antes que a su intensidad y mucho menos al comportamiento de los agentes. La estructura económica se representa entonces como un gráfico \mathbf{G} , donde las ramas aparecen como nodos de \mathbf{G} y los coeficientes positivos a_{ij} en la matriz \mathbf{A} se representan como arcos (aristas dirigidas), emanando desde los sectores consumidores i hacia los proveedores

j. **G** es entonces un gráfico dirigido o -propiamente- un digrafo. En otras palabras, **G** está asociado a una matriz no simétrica de adyacencias **W**, donde se dice que si el sector *i* demanda insumos de *j*, *i* es adyacente a *j* y cada $w_{ij} \in \mathbf{W}$ no nulo iguala a 1; de otro modo, $w_{ij} \in \mathbf{W}$ será nulo. La matriz **A** se transforma así en un arreglo Booleano o binario **W** que muestra la existencia de conexiones entre las ramas y, para analizarla, pueden emplearse diversas herramientas desarrolladas en la teoría de gráficas (Harary, 1969).

Cualquier tabla IP desagregada en un número significativo de sectores contendrá una gran cantidad de coeficientes no nulos, por lo que el gráfico asociado a una matriz mostrará un gran número de conexiones entre los nodos, hasta el punto de producir figuras de difícil interpretación (en un gráfico de dimensión *n*, con *n* nodos, habrán hasta n^2 arcos). Con el fin de producir gráfico legible, es aconsejable entonces elegir un subconjunto de conexiones intersectoriales, tales que cumplan con algún criterio que permita caracterizar a la economía sujeta a estudio. En la literatura sobre el tema se han propuesto diversas metodologías para seleccionar tal subgrupo de relaciones (e.g., Czamanski y Ablas, 1979; Defourny, 1982; Schnabl, 1995; Aroche, 1996). Estos algoritmos sugieren que aquellos coeficientes que cumplan con ciertas condiciones se igualan a 1, mientras que el resto se aproximan a cero. Czamanski y Ablas (1979) seleccionan aquellas entradas de **A** mayores que un escalar ϕ -tomado como filtro. Tal procedimiento ha sido criticado porque "los mayores" coeficientes no son siempre "los más significativos". Otros algoritmos más sofisticados siguen diferentes criterios, de acuerdo con algún concepto de "relevancia". Sin embargo, todos ellos eliminan información contenida en la matriz original; es decir, cuando un coeficiente $a_{ij} > 0$ se convierte en $w_{ij} = 0$, dos ramas realmente adyacentes en **A** pueden aparecer separadas en **W**; además, el valor de los coeficientes positivos de **W** son todos iguales. Así, la estructura que representa **W** será diferente de la original, asociada con **A**, lo cual puede incluso inducir a resultados incorrectos (de Mesnard, 1995).

Schnabl (1995) ha propuesto un método conocido como "Análisis de Flujo Mínimo" (AFM), usando la aproximación de la serie de potencias de la matriz $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$, como aparece arriba. A continuación, Schnabl sugiere construir un filtro ϕ utilizando los datos dentro del modelo, por lo cual llama ϕ "endógeno" y cuando $t \in (\mathbf{A}^k \hat{\mathbf{t}}) < \phi$, $t = 0$, en caso contrario $t = 1$. Las matrices binarias **W** muestran el subconjunto de entradas para las que $t \neq 0$, sobre las que se realiza el análisis de la subestructura relevante de la economía en cada etapa. El modelo queda entonces, como:

$$\chi = (\mathbf{I} - \mathbf{W})^{-1} f \quad (8)$$

Sin embargo, el vector \mathbf{f} puede sustituirse por cualquier otra variable relevante para el fenómeno en estudio, por ejemplo, algún componente de la demanda final como las exportaciones o el consumo privado.

En el modelo, es común aproximar a la matriz inversa de Leontief $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ mediante una serie de potencias de \mathbf{A} , lo cual es útil también para comprender la construcción del modelo desde el punto de vista cualitativo:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \approx \mathbf{A}^0 + \mathbf{A}^1 + \mathbf{A}^2 + \dots + \mathbf{A}^n + \dots \quad (9)$$

En términos de los enlaces entre las ramas de la estructura, \mathbf{A}^0 muestra que cada sector está relacionado consigo mismo, igualando así la matriz identidad. Las entradas positivas en \mathbf{A}^1 muestran las conexiones directas entre las ramas, o las sendas de longitud 1 entre dos ramas cualesquiera; \mathbf{A}^2 contendrá las conexiones indirectas entre dos sectores mediadas por alguna otra rama (sendas de longitud 2) y así sucesivamente. Por lo tanto, la adición de la serie de potencias produce una matriz que muestra el número de conexiones directas y sendas indirectas de cualquier longitud entre dos ramas ($\alpha_{ij} \in \mathbf{L}$). Siguiendo esta idea, la matriz $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ puede aproximarse en términos gráficos como una serie de potencias en el álgebra de Boole (Aroche, 1996):

$$(\mathbf{I} - \mathbf{W})^{-1} \approx \#\mathbf{W}^0 + \#\mathbf{W}^1 + \#\mathbf{W}^2 + \dots + \#\mathbf{W}^n + \dots \quad (10)$$

de modo que $(\mathbf{I} - \mathbf{W})^{-1}$ será un arreglo binario con entradas positivas w_{ij} si los sectores están conectados directa o indirectamente. Haciendo esta álgebra a un lado, \mathbf{W}^k resulta en números naturales que muestran la cantidad de senderos indirectos de longitud k , que existen entre dos sectores cualesquiera y $(\mathbf{I} - \mathbf{W})^{-1}$ mostrará el número total de sendas entre pares de ramas.

La serie de aproximación de la matriz $(\mathbf{I} - \mathbf{W})^{-1}$ muestra la manera en la que se propagan los impactos que se transmiten desde esa variable al resto de la estructura. Sin embargo, de Mesnard (1995 y 2001) critica esta propuesta, con el argumento de que la técnica no proporciona ninguna información adicional a la contenida en la tabla original de coeficientes técnicos o la matriz de multiplicadores. Además, puede también demostrarse que, dado que \mathbf{A} se filtra en cada paso, el método de Schnabl recoge solo los coeficientes mayores.

Los coeficientes importantes (CI) han sido también utilizados para construir una subestructura relevante de la economía (Aroche, 1996). De hecho, los CI aparecen cuando un coeficiente técnico a_{ij} que conecta los sectores i y j directamente es, al mismo tiempo, un elemento de un gran número de sendas (de cualquier longitud) que unen a los sectores i y j , indirectamente (e.g. $a_{gh}, a_{hi}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{jk}, a_{kl}$). La importancia de un coeficiente está directamente relacionada con la cantidad de sendas indirectas que implica, lo que tiene que ver con la posición estructural del coeficiente, más que con su tamaño (Schinkte y Stäglin, 1988). La proporción de CI en el total también ha sido utilizada como un indicador de la complejidad de la estructura, y se espera que cuánto más complejas estas, mayores proporciones de CI, porque las ramas se especializan crecientemente y, por lo tanto, cada una intercambiará mercancías más intensamente con el resto de las ramas, de modo que habrán más conexiones indirectas entre dos ramas cualesquiera (Carter, 1970; Forsell, 1983).

En el modelo IP es posible simular los efectos del cambio en la demanda final, mientras la matriz de coeficientes está dada. Schinkte y Stäglin (1988) sugieren simular el efecto de cambiar los coeficientes técnicos $a_{ij} \in \mathbf{A}$, dejando a la demanda final como un dato:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{f} \quad (11)$$

Sin embargo, aun suponiendo que cada coeficiente cambie en una proporción uniforme, los efectos sobre el producto serán diferentes, debido a las relaciones indirectas entre los sectores que cada coeficiente implica. Será posible clasificar a los coeficientes por el efecto que causen sobre el producto y, cuánto “más importante” sea un coeficiente, se observarán mayores variaciones en la producción de al menos una rama. Tal potencialidad se mide por el índice de sensibilidad (Forsell, 1983; Skolka, 1983) que se expresa, como:

$$r_{ij} = \frac{1}{a_{ij} \left[\alpha_{ji} + \left(\frac{\alpha_{ii}}{X_i} \right) X_j \right]} \quad (12)$$

donde $a_{ij} \in \mathbf{A}$, α_{ji} y $\alpha_{ii} \in \mathbf{L}$; x_i , x_j son los productos brutos de los sectores i y j . Se acostumbra tomar como CI aquellos coeficientes que, cuando cambian en un 20%, provocan cambios en la producción de al menos un sector en 1%. Como se ha explicado anteriormente, si cada coeficiente importante en \mathbf{A} se iguala a 1 y el resto a cero, la matriz \mathbf{A} se convierte en \mathbf{W} , que se asociará a

un gráfico \mathbf{G} que muestra el corazón de la estructura económica a partir de las conexiones entre sectores más complejas. El análisis de \mathbf{G} se puede realizar a través de indicadores de la teoría de grafos.

Harary (1969) y Gould (1988) miden la densidad en una red, como el número de arcos que conectan los nodos en \mathbf{G} . Es una medición absoluta, pero un gráfico con más nodos puede mostrar una mayor densidad en comparación con un diagrama más pequeño, incluso si los nodos están más dispersos. Por el contrario, se puede sugerir que la relación de esa suma con el tamaño del grafo y con el máximo potencial de complejidad en un grafo completo, produce una medida que permite comparaciones directas entre diversos grafos, incluso de diferente tamaño. Para la matriz \mathbf{W} , la densidad total (δ) en una red puede medirse, como:

$$\delta = \kappa (n^2 - n)^{-1} \quad (13)$$

$$\kappa = \mathbf{t} \mathbf{W} \mathbf{t}' \quad (14)$$

\mathbf{t} el vector suma, \mathbf{W} es la matriz de adyacencias, n expresa el orden de la matriz (y por ende, el tamaño de \mathbf{G}), κ es un escalar igual a la suma de las entradas positivas en \mathbf{W} , que es también el número de arcos en \mathbf{G} .

El análisis cualitativo no considera a los bucles (arcos que van de un sector a sí mismo), debido a que el análisis tiene por objetivo las conexiones intersectoriales, de modo que las entradas sobre la diagonal principal de \mathbf{W} se aproximan a 0. Por tanto, $(n^2 - n)$ es el número máximo de arcos posibles en un gráfico completo. Si hay n nodos perfectamente interconectados en un grafo dirigido, habrá n^2 arcos y habrá n entradas en la diagonal principal nula. Si \mathbf{G} es completa, δ será igual a 1.

La densidad puede también dividirse por la dirección de los arcos en \mathbf{G} ; es decir, es posible definir la densidad de la demanda intermedia, que en el lenguaje de la teoría de los grafos es llamada “grado de salida” (para los arcos de demanda que emanan de un vértice) o “grado de entrada” (para los arcos incidentes a un vértice) de cada nodo (Harary, 1969). El vector de densidad del grado de salida de \mathbf{G} muestra la cantidad de arcos a través de los cuales cada sector demanda insumos a la economía, y por lo tanto influye en otros sectores. Es el número de arcos que se encuentran en las columnas de la matriz \mathbf{W} ($\mathbf{t} \mathbf{W}$), respecto a la cantidad máxima posible de arcos en las columnas de \mathbf{W} , a condición de que la diagonal principal de \mathbf{W} sea nula:

$$\mathbf{d}^S = \mathbf{t} \mathbf{W} (\mathbf{n} - \mathbf{1})^{-1} \quad (15)$$

Por el contrario, el vector del grado de entrada será:

$$\mathbf{d}^E = \mathbf{W} \mathbf{t}' (\mathbf{n} - \mathbf{1})^{-1} \quad (16)$$

y muestra la complejidad de la estructura, teniendo en cuenta la cantidad de arcos que incide en cada nodo del grafo; es decir, muestra cómo cada sector se ve influenciado por la demanda intermedia. \mathbf{D}^S y \mathbf{d}^E son también proporciones de la densidad potencial total; debe notarse que δ , \mathbf{d}^S y \mathbf{d}^E son vectores de orden (n) y que la adición de cada uno de ellos produce el mismo escalar¹, pero el significado de cada uno es diferente. Un sector que muestra mayor densidad, está mejor conectado a la red o más integrado a la economía, mientras que puede haber sectores vinculados principalmente por la demanda intermedia que ejercen o por la demanda intermedia que suministran.

3. Una red económica en América del Norte

3.1. El intercambio comercial en los años 1990²

En síntesis, desde el punto de vista del modelo IP, se define una red en una economía a partir de las relaciones de intercambio de bienes entre las ramas. En una red internacional, a las relaciones entre las ramas en cada país se añadirán los intercambios entre las ramas en cada país; es decir, el comercio entre las ramas ubicadas en distintos países, de modo que posibilita construir una red de intercambios de bienes al interior del espacio económico. Como introducción, en esta sección, se presentan algunos datos acerca del comercio de bienes entre los tres países norteamericanos desagregados por cinco sectores.

La tabla 1 muestra la composición del comercio exterior de América del Norte, dividido por exportaciones (tabla 1.A) e importaciones (tabla 1.B).

¹ $\sum d^O = \sum d^I = \delta$

² Hemos agregado esta sección a sugerencia de un árbitro anónimo. Agradecemos esta sugerencia.

Tabla 1.A

Composición de las exportaciones por origen en América del Norte

Exportador/Importador	Canadá		EE.UU.		México		Resto del mundo		América del Norte	
	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000
Total	0	0	78.0	84.5	0.5	0.5	21.5	15.0	100	100
Actividades										
primarias	0	0	34.2	42.2	1.8	3.3	63.9	54.5	100	100
Minería	0	0	72.9	83.2	0.3	0.2	26.8	16.5	100	100
Manufactura	0	0	81.3	86.1	0.4	0.4	18.3	13.5	100	100
Electricidad y gas	0	0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100	100
Otras actividades	0	0	84.1	91.5	0.3	0.1	15.6	8.3	100	100
Total	21.2	22.4	0	0	8.6	11.7	70.3	65.8	100	100
Actividades										
primarias	10.4	12.4	0	0	6.7	11.0	82.9	76.6	100	100
Minería	17.4	25.8	0	0	2.9	3.9	79.7	70.3	100	100
Manufactura	21.8	22.9	0	0	8.8	11.9	69.4	65.3	100	100
Electricidad y gas	92.9	99.2	0	0	0.0	0.0	7.0	0.7	100	100
Otras actividades	26.1	26.5	0	0	3.6	3.9	70.3	69.7	100	100
Total	2.3	2.1	81.6	86.7	0.0	0.0	16.1	11.2	100	100
Actividades										
primarias	0.5	0.8	88.8	84.5	0.0	0.0	10.7	14.8	100	100
Minería	1.0	1.9	67.8	77.1	0.0	0.0	31.3	21.1	100	100
Manufactura	2.8	2.2	84.0	87.9	0.0	0.0	13.2	10.0	100	100
Electricidad y gas*	0.0	2.5	100.0	82.9	0.0	0.0	0.0	14.6	100	100
Otras actividades	0.2	0.3	77.2	76.0	0.0	0.0	22.5	23.7	100	100
Total	15.3	15.1	22.8	28.8	6.2	7.9	55.8	48.3	100	100
Actividades										
primarias	7.6	8.7	12.9	16.6	5.3	8.4	74.1	66.3	100	100
Minería	4.4	5.1	54.2	66.7	0.8	0.8	40.6	27.4	100	100
Manufactura	16.0	15.8	22.5	27.8	6.5	8.1	55.0	48.3	100	100
Electricidad y gas	14.0	12.2	84.9	87.6	0.0	0.0	1.1	0.2	100	100
Otras actividades	23.4	22.7	8.4	12.4	3.3	3.3	64.9	61.5	100	100

Fuente: elaboración propia con base en Stam, OCDE.

Tabla 1.B
Composición de las importaciones por destino en América del Norte

Exportador/importador	Canadá		EE.UU.		México		Resto del mundo		América del Norte	
	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000	1990-1995	1996-2000
Total	0	0	73.5	63.9	1.6	1.3	ND	ND	21.4	21.7
Actividades										
primarias	0	0	51.4	53.9	6.8	8.3	ND	ND	19.4	21.3
Minería	0	0	65.6	67.3	18.9	15.2	ND	ND	48.7	53.9
Manufactura	0	0	74.9	62.2	1.3	0.9	ND	ND	20.7	20.1
Electricidad y gas	0	0	89.6	99.0	0.0	0.0	ND	ND	76.1	86.7
Otras actividades	0	0	73.6	79.4	0.6	0.3	ND	ND	7.3	10.8
Total	98.9	98.3	0.0	0.0	98.4	98.7	ND	ND	71.2	66.3
Actividades										
primarias	99.5	99.2	0.0	0.0	93.2	91.7	ND	ND	73.5	69.7
Minería	93.9	89.7	0.0	0.0	81.1	84.8	ND	ND	23.8	17.7
Manufactura	98.8	98.4	0.0	0.0	98.7	99.1	ND	ND	72.6	67.9
Electricidad y gas	100.0	99.8	0.0	0.0	100.0	100.0	ND	ND	15.1	12.3
Otras actividades	100.0	99.9	0.0	0.0	99.4	99.7	ND	ND	89.8	85.9
Total	1.1	1.7	26.5	36.1	0.0	0.0	ND	ND	7.4	12.0
Actividades										
primarias	0.5	0.8	48.6	46.1	0.0	0.0	ND	ND	7.1	9.1
Minería	6.1	10.3	34.4	32.7	0.0	0.0	ND	ND	27.5	28.3
Manufactura	1.2	1.6	25.1	37.8	0.0	0.0	ND	ND	6.7	12.0
Electricidad y gas*	0.0	0.2	10.4	1.0	0.0	0.0	ND	ND	8.8	1.0
Otras actividades	0.0	0.1	26.4	20.6	0.0	0.0	ND	ND	2.9	3.4
Total	100	100	100	100	100	100	ND	ND	100	100
Actividades										
primarias	100	100	100	100	100	100	ND	ND	100	100
Minería	100	100	100	100	100	100	ND	ND	100	100
Manufactura	100	100	100	100	100	100	ND	ND	100	100
Electricidad y gas	100	100	100	100	100	100	ND	ND	100	100
Otras actividades	100	100	100	100	100	100	ND	ND	100	100

Fuente: elaboración propia con base en Stan, OCDE.

Como se sabe (Aroche, 2015; Aroche y Marquez, 2016), el producto de la economía de los EE.UU. representa unas siete veces del de sus socios comerciales norteamericanos juntos; asimismo, el volumen de comercio internacional que mantiene esta economía es también mucho mayor. De este modo, el proceso de integración de América del Norte se caracteriza por sus asimetrías; por ejemplo, durante los años 1990, más del 80% de las exportaciones tanto canadienses como mexicanas se destinaron a los EE.UU. (y en ambos casos, las proporciones tendieron a aumentar durante la década). En contraste, un poco más del 20% de las exportaciones de este se destinaron a Canadá y alrededor del 10% a México; los EE.UU. mantienen también lazos comerciales más importantes fuera del espacio norteamericano; mientras que México es el país más intensamente volcado a este espacio, puesto que Canadá exporta proporciones mayores al resto del mundo. Por otro lado, al analizar las exportaciones por sector (cinco sectores, excluyendo servicios) el panorama no cambia grandemente, es decir, tanto Canadá como México orientan sus exportaciones sectoriales principalmente hacia EE.UU., mientras que este tiene mercados más diversificados. Por supuesto, el mismo tamaño imposibilita que las exportaciones de los EE.UU. se concentraran en economías sensiblemente más pequeñas, por lo menos no desagregadas por ramas o sectores.

En términos de las importaciones (tabla 1B), aparece un panorama similar; es decir, la principal fuente de importaciones totales y por sector para Canadá y México, es EE.UU., mientras que este país adquiere bienes en otros países en proporciones mayores. Es interesante considerar también que las proporciones tanto de las exportaciones como de las importaciones hayan sido estables en los años 1990, por país, al igual que por sector. Asimismo, los sectores que representan las mayores fuentes de las importaciones para América del Norte, en total, son igualmente las mayores fuentes para cada país.

Los resultados tanto para la composición de las exportaciones, como para la composición de las importaciones, sugieren que a lo largo de la década de 1990 las relaciones comerciales entre los tres países se expandieron, siendo los EE.UU. quienes se mantuvieron como el país más autárquico. Ello implica que el intercambio de bienes empleados como insumos se incrementó también, de modo que la producción nacional de bienes intermedios en Canadá y en México fue desplazada por las importaciones (Aroche, 2003), para hacer posible la mayor integración internacional. Los efectos de derrama y retroalimentación que suponen las relaciones interindustriales, se internacionalizaron también (Marquez, 2012); pero si la producción disminuyó en estos países en mayor proporción que en los EE.UU., los efectos de derrama y retroalimentación disminuyeron proporcionalmente. De este modo, si la mayor integración internacional abate la interna, el sector

productivo puede contraer su capacidad de sostener y propagar procesos de crecimiento internos, exportando los efectos de una demanda final expandida. Otro efecto indeseado es el retroceso en la división del trabajo al interior del país, en la medida en que desaparecen algunas actividades productivas, que a su vez disminuye las capacidades de la economía para demandar empleo.

3.2. Una red económica

La base de datos utilizada en el resto de este trabajo es una tabla IP cuadrada de América del Norte, que ensambla las tablas IP de los tres países del área, haciendo explícitas las relaciones comerciales que cada rama de América del Norte mantiene dentro del área económica y con el resto del mundo. Esta matriz deriva de dos fuentes: la base de datos de IP de la OCDE, edición 2002, que proporciona las tablas de 1997 de Canadá y EE.UU., y la matriz mexicana actualizada en 1996 a partir de la original de 1980. La edición de la OCDE contiene las matrices IP desglosadas en 42 actividades; la tabla mexicana comprende 72 ramas. Las tres matrices fueron agregadas a 32 ramas uniformes; la tabla anexa muestra los criterios utilizados para su definición. Las matrices de importaciones intermedias por país de origen se han estimado a partir de las matrices originales de importación, así como de la proporción de las importaciones por producto y país de origen. Estas proporciones fueron tomadas del Atlas del Comercio Mundial (World Trade Atlas), agregando la información original por producto en los 32 sectores. Los servicios intermedios importados se estimaron utilizando promedios nacionales de importaciones intermedias por país de origen, ya que –como se sabe– los organismos internacionales no publican datos sobre el comercio de servicios.

Por otra parte, las tablas están valoradas originalmente en la divisa nacional correspondiente, de modo que ha sido necesario convertir esos datos a una moneda común, para lo que se ha elegido el dólar estadounidense, habiendo utilizando el promedio anual del tipo de cambio para el año correspondiente (1,5 dólares canadienses y 7,9 pesos mexicanos por dólar estadounidense). Desafortunadamente, la matriz resultante aparece desequilibrada, es decir, las sumas de las columnas no son iguales a las de las filas, lo que puede explicarse por la manipulación de los datos y por las discrepancias estadísticas, entre otras razones. La matriz se equilibra utilizando un algoritmo de RAS (Aroche, Frías y Torres, 2012).

La tabla 2A muestra un esquema de la matriz trinacional ensamblada. Leyendo sobre columnas, se define la matriz de intercambios internos (Z) para cada país (C, U y M, respectivamente), junto con las importaciones de bienes intermedios realizados por cada país con cada uno de sus socios y con el resto del mundo. Sumando las columnas, se encuentra el consumo de los

insumos nacionales y los importados. Más abajo, aparece una matriz de valor agregado que puede desglosarse en tres filas -compensaciones a los empleados, excedente bruto de explotación e impuestos indirectos- y 32 columnas en cada país y en el resto del mundo. Sumando los insumos totales y el valor agregado, queda entonces resuelto el valor bruto de producción (VBP) de la manera usual. En forma análoga, aparece en cada fila una tabla de intercambios internos para cada país, mostrando las ventas nacionales de productos intermedios a cada rama. Las otras cuatro matrices muestran las exportaciones por sector y país de origen (dentro de América del Norte y el resto del mundo). Estas matrices de exportaciones son, por supuesto, las mismas matrices de las importaciones que se encuentran en cada columna: se entiende que las importaciones de cada rama igualan a las exportaciones del proveedor en el extranjero. Aparece también una matriz de demanda final (que puede desglosarse por tipo de demanda, por ejemplo, consumo final privado y público y la formación bruta de capital fijo). Los intercambios nacionales y las cuentas de valor agregado sobre la columna “Resto del Mundo”, aparecen vacíos, y la suma sobre la columna corresponde a las exportaciones de cada país norteamericano con el resto del mundo. Del mismo modo, la cuenta de la demanda final es nula en cada fila. Las sumas sobre las filas igualan a los insumos totales importados del resto del mundo para cada país de América del Norte. La matriz Z^{AN} corresponde a los intercambios internos en América del Norte, como un todo: es igual a la suma de los intercambios internos en cada país, más los intercambios entre los países miembros del área económica.

Tabla 2
Una tabla trilateral IP para América del Norte, 1996

	(A) Tabla esquemática						(B) Composición del producto (%)					
	CC	EU	MM	RR	FD	VBP	CC	EU	MM	RR	FD	VBP
Canadá (C)	Z^{CC}	Z^{CU}	Z^{CM}	Z^{CW}	Y^C	X^C	29.8	0.7	0.7	22.8	4.4	8.0
EE.UU. (U)	Z^{UC}	Z^{UU}	Z^{UM}	Z^{UW}	Y^U	X^U	16.0	39.9	19.2	67.5	95.5	87.9
México (M)	Z^{MC}	Z^{MU}	Z^{MM}	Z^M_W	Y^M	X^M	0.4	0.3	28.4	9.7	0.1	4.1
Resto del Mundo (R)	Z^{WC}	Z^{WU}	Z^{WM}			M^{NA}	9.0	2.0	6.4			5.75
Total de insumos	Z^C	Z^U	Z^M			Z^{NA}	54.8	42.9	54.7			2.7
VA	VA^C	VA^U	VA^M			VA^{NA}	45.2	57.1	45.3			55.7
VBP	X^C	X^U	X^{MX}	E^{NA}	Y^{NA}	X^{AN}	100	100	100	100	100	100

La tabla 2B muestra la composición por columna de la matriz IP de América del Norte (la suma de cada columna es igual a 100). Estas cifras precisan algunas consideraciones iniciales sobre la estructura económica de América del Norte. En primer lugar, para cada país, las transacciones internas son mayores que las importaciones; en segundo lugar, las importaciones tanto de Canadá como de México representan mayores proporciones del producto total -16% para Canadá y 19% para México-, mientras que estos países mantienen sus principales relaciones comerciales dentro de América del Norte. De hecho, para EE.UU., las importaciones guardan una menor proporción sobre la producción bruta, mientras que las importaciones del resto del mundo, son mayores que las que provienen de América del Norte. Las exportaciones al resto del mundo están dominadas por EE.UU. (67,5% del total). Asimismo, la demanda final, el valor agregado y el valor bruto son enormes si se compara con el resto de los países de la zona. Volviendo a las columnas por país, Canadá y México muestran una proporción similar de valor agregado e insumos intermedios en la producción bruta; mientras que, el valor añadido es mayor en los EE.UU., y los insumos intermedios representan una proporción menor.

Se ha transformado la tabla IP en una matriz de adyacencias \mathbf{W} , de modo que cada CI corresponde a una entrada $w_{ij} = 1$, según la ecuación (12). Tales representan los puntos en la estructura económica donde las conexiones indirectas son mayores, de modo que un cambio dado en los coeficientes, se traducirá en un cambio mayor en el nivel de producto (Aroche, 1996). Siguiendo esta metodología, se encuentran 292 CI en la tabla IP para el área de América del Norte; 253 de ellos (es decir, 3,16% del total de 9216 entradas) corresponden a las tres matrices nacionales, mientras que solo 39 ICs se ubican en matrices de comercio de bienes intermedios en América del Norte. Las estructuras productivas nacionales son más complejas que aquellas de intercambios internacionales; ningún CI corresponde a las importaciones intermedias del resto del mundo: esos vínculos son accesorios a las relaciones regionales en términos de la composición de la estructura productiva.

Las figuras 1, 2 y 3 muestran las redes internas de intercambios para cada país, de acuerdo con la distribución de los CI; cada arco corresponde a un flujo de demanda de insumos y una conexión gruesa de doble punta corresponde a una relación recíproca entre dos ramas (*vid. supra*).

Figura 1
La red económica canadiense

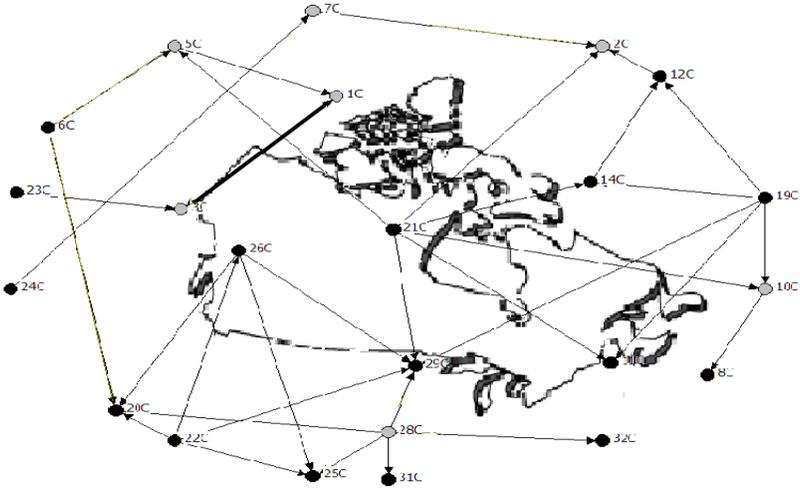


Figura 2
La red económica de los Estados Unidos

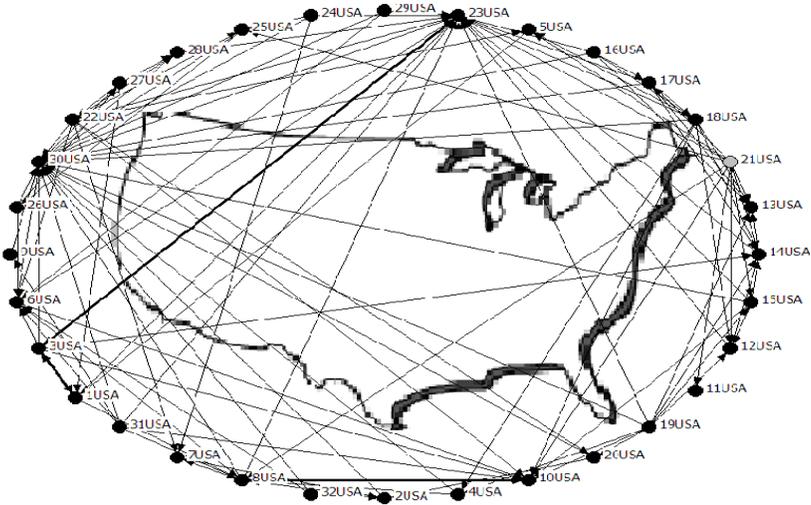
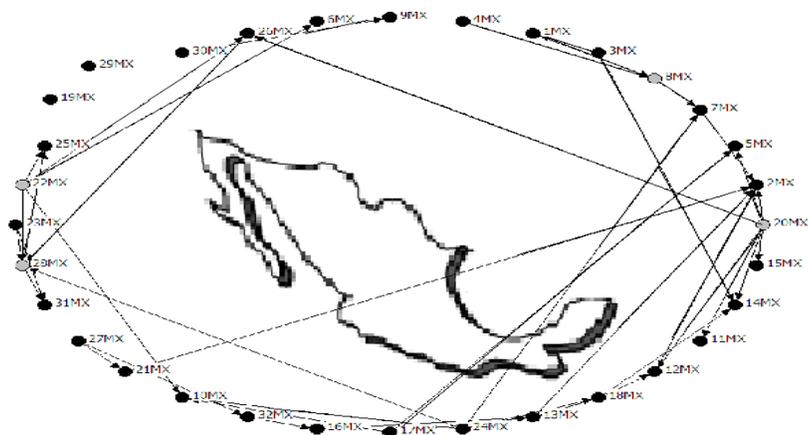


Figura 3
La red económica mexicana

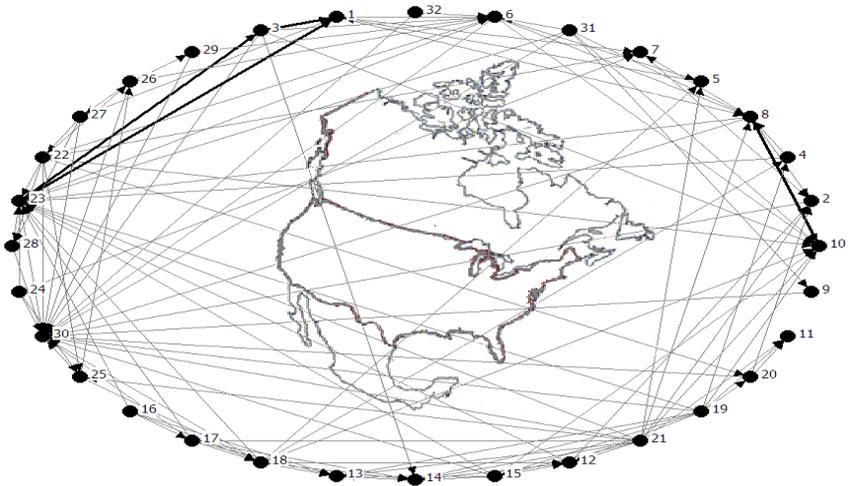


Ramas			
1	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	17	Equipo de radio, televisión y de comunicación
2	Minería	18	Manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos
3	Alimentos, bebidas y tabaco	19	Vehículos de motor, naves y barcos, aviones y naves espaciales, equipo ferroviario
4	Textiles, productos textiles, cuero y calzado	20	Electricidad, gas y suministro de agua
5	Madera, productos de madera y corcho	21	Construcción
6	Pulpa, papel, productos de papel, imprentas y editoriales	22	Comercio al mayoreo y al menudeo; reparaciones
7	Coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear	23	Hoteles y restaurantes
8	Químicos excluidos los productos farmacéuticos	24	Transporte y almacenamiento
9	Productos farmacéuticos	25	Correo y telecomunicaciones
10	Caucho y productos plásticos	26	Finanzas, aseguraciones
11	Otros productos minerales no metálicos	27	Actividades inmobiliarias
12	Hierro y acero	28	Alquiler de maquinaria, investigación informática, administración pública, albergues
13	Metales no ferrosos	29	Otras actividades empresariales
14	Productos de metal, excepto maquinaria y equipo	30	Educación
15	Maquinaria y equipos, n.e.c.	31	Salud y trabajo social
16	Maquinaria eléctrica y de oficina	32	Otros servicios comunitarios, sociales y personales

A primera vista, es evidente que la mayor proporción de CI aparece en la tabla interna de los EE.UU., que es también la economía que articula a la zona entera y que es la más desarrollada. La figura muestra ciento treinta y ocho (138) arcos. El grafo canadiense consta de cincuenta y cuatro (54) y el mexicano de sesenta y un (61) arcos, habiendo 1024 arcos posibles en cada economía. La red canadiense muestra nueve ramas desconectadas; la mexicana, solo dos y la red de los EE.UU., ninguna. Así, la proporción de CI sobre el total alcanza 0,053 en Canadá; 0,135 en los EE.UU., y 0,059 en México. Sorprendentemente, las economías de Canadá y México muestran niveles comparables de complejidad, a pesar de las bien conocidas diferencias en el ingreso *per cápita*, en los niveles de desarrollo y (podrá esperarse) en la complejidad económica.

La figura 4 muestra la red económica para la economía de América del Norte que contiene a las 32 ramas agregadas de los miembros de la zona y muestra ciento cuarenta y cinco (145) arcos, que representan a los CI (de los 1024 coeficientes en la matriz), lo que significa que la proporción de arcos sobre el total posible, asciende a 0.142. Esta red es más compleja que cualquiera de las nacionales consideradas anteriormente; sin embargo, la diferencia con las cifras de los EE.UU. no es mayor. Esto equivale a decir que esta se complementa con sus socios comerciales menores.

Figura 4
La red económica de América del Norte



El grado de conectividad entre los elementos del sistema económico puede considerarse como un indicador sobre la forma en que cada estructura

nacional está construida. Por ejemplo, si todas las ramas se encuentran conectadas entre sí, constituyen un solo bloque y es posible encontrar sendas que las conectan a todas. Por el contrario, si cada sector se encuentra desconectado, cada uno forma un subsistema por sí mismo. En los casos intermedios, puede haber diversos subsistemas aislados que incluyen a algún subconjunto de ramas y la conectividad del sistema es menor. Según la gráfica 2, en la red canadiense se encuentran siete ramas que unen al menos a otro nodo con el conjunto de ramas. Tales nodos se denominan puntos de corte; es decir, si alguna de estas siete ramas desaparece, aparecerá en la gráfica algún componente desconectado. En los EE.UU., hay solo un punto de corte: el sector 21 (construcción). Es una rama que demanda insumos de la rama 11 (otros productos no metálicos), pero, a su vez, no proporciona insumos a ningún otro sector, por lo que la desaparición del sector 11 aislaría al sector 21. En México, hay cuatro ramas que unen otros sectores con el núcleo del sistema, por lo que aparecen como puntos de corte: los sectores 8, 20, 22 y 28; mientras que los sectores 19 (vehículos de motor, naves y barcos, aviones y naves espaciales, equipo ferroviario) y 29 (otras actividades de negocio), permanecen aislados en la tabla nacional. Estos resultados representan la complejidad de cada gráfico nacional: la red canadiense es la menos integrada, aunque en el caso mexicano el sector productivo tampoco se encuentra sólidamente integrado.

La tabla 3 muestra la densidad sectorial de las redes económicas de cada país y de América del Norte en su conjunto. Este indicador (según las ecuaciones 15 y 16) muestra el grado en que cada sector se integra al sistema como un todo, lo que puede asociarse con el estudio de la influencia que cada rama recibe del resto a través de sus arcos incidentes o bien, por la influencia que cada sector transmite al resto a través de los arcos que de él emanan. La dependencia es un concepto cercano, si bien no se emplea aquí, porque este ensayo subraya los aspectos cualitativos del modelo IO, antes que presentar medidas cuantitativas. Los sectores de la red canadiense con mayor densidad por arcos incidentes son: 19 (vehículos de motor, barcos, aviones, naves espaciales y de material ferroviario), 21 (construcción), 22 (ventas al por mayor, al por menor y reparaciones), 26 (finanzas y seguros) y 28 (alquiler de maquinaria, investigación informática, administración pública y los albergues).

Tabla 3
Densidad por actividad y país

Actividades	América del Norte		Canadá		Estados Unidos		México	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
1 Agricultura, silvicultura y pesca	18.8	15.6	6.5	9.7	12.9	12.9	6.5	6.5
2 Minería	18.8	6.3	3.2	12.9	12.9	6.5	19.4	3.2
3 Alimentos, bebidas y tabaco	9.4	21.9	6.5	9.7	9.7	22.6	3.2	9.7
4 Textiles, cuero y calzado	9.4	9.4	3.2	3.2	9.7	12.9	3.2	3.2
5 Madera, productos de madera y corcho	12.5	6.3	6.5	9.7	12.9	6.5	9.7	6.5
6 Pulpa, papel, productos de papel, imprentas y editoriales	21.9	21.9	9.7	3.2	22.6	16.1	6.5	3.2
7 Coque, productos del petróleo y combustible nuclear	15.6	6.3	6.5	6.5	12.9	6.5	9.7	6.5
8 Químicos, excluidos farmacéuticos	21.9	18.8	3.2	6.5	22.6	19.4	9.7	6.5
9 Productos farmacéuticos	6.3	6.3	0	0	6.5	6.5	3.2	0
10 Caucho y productos plásticos	31.3	6.3	6.5	9.7	32.3	6.5	12.9	3.2
11 Otros productos minerales no metálicos	12.5	3.1	3.2	9.7	6.5	3.2	6.5	3.2
12 Hierro y acero	18.8	9.4	6.5	9.7	19.4	6.5	9.7	6.5
13 Metales no ferrosos	25	3.1	0	0	25.8	3.2	12.9	6.5
14 Productos de metal, excepto maquinaria y equipos	21.9	9.4	6.5	9.7	22.6	12.9	12.9	3.2
15 Maquinaria y equipos, n.e.c.	9.4	21.9	3.2	3.2	9.7	22.6	3.2	0
16 Maquinaria eléctrica y de oficina	3.1	15.6	0	0	3.2	19.4	3.2	3.2
17 Equipos de radio, televisión y de comunicación	9.4	18.8	3.2	3.2	6.5	16.1	3.2	12.9
18 Manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos	12.5	28.1	0	0	9.7	29	6.5	12.9
19 Vehículos de motor, naves y barcos, aviones y naves espaciales, equipo ferroviario	3.1	34.4	19.4	3.2	3.2	32.3	3.2	3.2
20 Electricidad, gas y agua	6.3	9.4	0	12.9	6.5	6.5	0	22.6
21 Construcción	0	40.6	19.4	0	0	38.7	6.5	6.5
22 Comercio y reparaciones	3.1	28.1	12.9	0	3.2	29	6.5	16.1
23 Hoteles y restaurantes	53.1	12.5	3.2	0	61.3	9.7	6.5	6.5
24 Transporte y almacenamiento	0	12.5	6.5	3.2	0	12.9	0	12.9
25 Correo y telecomunicaciones	12.5	12.5	3.2	12.9	12.9	9.7	6.5	0
26 Finanzas, aseguraciones	9.4	15.6	12.9	6.5	6.5	12.9	9.7	6.5
27 Actividades inmobiliarias	6.3	15.6	0	0	6.5	16.1	0	6.5
28 Alquiler de maquinaria, investigación informática, administración pública, albergues	6.3	6.3	16.1	0	6.5	6.5	16.1	9.7
29 Otras actividades empresariales	6.3	9.4	3.2	19.4	3.2	12.9	0	0
30 Educación	68.8	3.1	0	0	77.4	3.2	0	3.2
31 Salud y trabajo social	0	18.8	0	3.2	0	19.4	9.7	3.2
332 Otros servicios	0	6.3	3.2	6.5	0	6.5	3.2	3.2

Estas cinco ramas son, al mismo tiempo, las mayores productoras de bienes, así como las principales proveedoras de insumos en el país. Por tanto, son las actividades receptoras de influencia a través de la demanda intermedia que satisfacen a través de los CI incidentes. Las ramas que mayor influencia emiten y, por lo tanto, presentan mayor densidad son: 2 (minas y canteras), 20 (electricidad, gas y agua), 25 (correos y telecomunicaciones) y 29 (otras actividades empresariales). Los ramas 2 y 29 están por encima del promedio en términos de producción; el resto son también actividades grandes. Se puede decir que las actividades más integradas son al mismo tiempo las de mayores dimensiones. Estas son principalmente ramas consumidoras de insumos, que transmiten su influencia tanto a los proveedores de insumos como a la entera estructura económica a través de su demanda de bienes producidos.

En los EE.UU., las ramas 10 (caucho y plástico), 13 (metales no ferrosos), 23 (hoteles y restaurantes) y 30 (educación) muestran la mayor cantidad de arcos incidentes, es decir, reciben mayor influencia del resto de las ramas; ellas son proveedoras de insumos al resto de la economía. Su nivel de producción, sin embargo, está por debajo de la media de producto por sector. Tal vez esto está relacionado con el hecho de que la economía se ha convertido en importador de insumos y los impulsos desde el resto del sistema a los productores de insumos no se transmiten completamente a estas actividades relativamente pequeñas.

Por otra parte, los sectores con mayor densidad por emisión de influencia son: 3 (productos alimenticios, bebidas y tabaco), 18 (manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos), 19 (vehículos de motor, barcos, aviones, naves espaciales y de material ferroviario), 21 (construcción) y 22 (ventas al por mayor, al por menor y reparaciones). Las ramas 3, 19, 21 y 22 se encuentran también entre las actividades con una contribución al producto bruto por encima de la media. Es de destacar que las ramas que transmiten influencia a través de la demanda intermedia parecen ser más funcionales a la dinámica de la economía.

En México, las ramas 2 (minas y canteras), 10 (productos de caucho y plástico), 13 (metales no ferrosos), 14 (productos metálicos manufacturados, excepto maquinaria y equipo) y 28 (el alquiler de la maquinaria, la investigación informática, administración pública y albergues públicos y particulares) muestran los más altos grados de recepción de influencia dentro de la red, mientras que el sector 28 es el único con una contribución a la producción arriba de la media. En términos de la demanda intermedia, el patrón de integración de la economía es similar a la de los EE.UU.: las actividades que suministran los insumos son pequeñas, por lo que las importaciones deben ser una fuente importante de materiales. En una

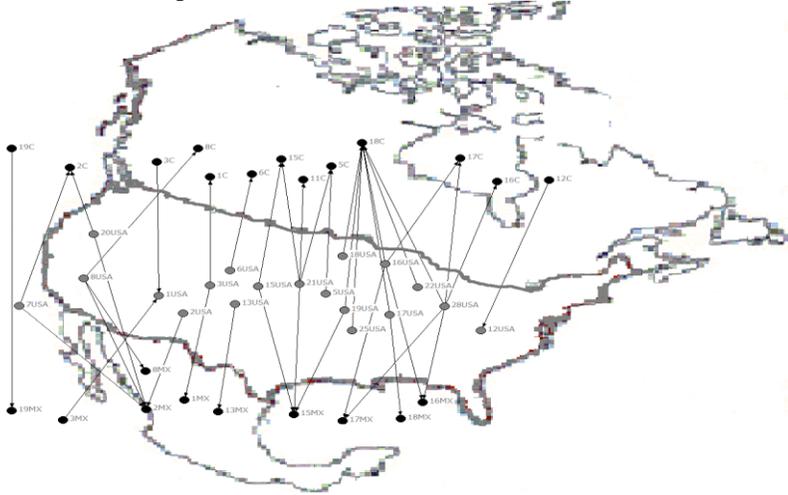
economía menos desarrollada, donde no parece existir un perfil de especialización, las ramas 17 (radio, televisión y comunicaciones), 18 (manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos), 20 (electricidad, gas y agua), 22 (ventas al por mayor, ventas al por menor y reparaciones) y 24 (transporte y almacenamiento), tienen la mayor densidad por emisión de influencia. Todas estas ramas muestran un peso por encima de la media de la producción total. Las ramas que más transmiten influencia al resto, mediante la demanda intermedia, son también las mayores, como ocurre en Canadá.

4. Patrones comerciales en América del Norte

De acuerdo con los resultados anteriores, el comercio internacional representa una proporción más pequeña de las transacciones económicas de cada país, si se compara con los intercambios al interior, donde EE.UU. sería el país más autárquico del bloque. La figura 5 muestra la gráfica de los CI que resulta de las seis tablas de importaciones y exportaciones en América del Norte. En primer lugar, como se ha dicho con anterioridad, hay solo 39 conexiones. En segundo lugar, solo hay un enlace directo de las ramas canadienses a las mexicanas, entre el sector 19 (vehículos de motor, barcos, aviones, naves espaciales y de material ferroviario) de cada uno de estos países. Este sector, sin embargo, está dominado por las empresas automotrices estadounidenses ubicadas en ambos países, quienes producen un volumen de comercio mayor intraempresa, aunque Canadá es también un importante productor de material ferroviario, del que México importa grandes volúmenes. Por el contrario, la rama 19 en México está desconectada del resto de la economía interna. De hecho, esta es principalmente una rama internacional situada en el territorio mexicano.

El resto de los 38 enlaces internacionales involucran a ramas estadounidenses conectadas de forma bilateral con sectores canadienses o mexicanos, o bien de manera trilateral relacionando simultáneamente actividades ubicadas en todos los países del área. Siete puntos de corte ubicados en la economía estadounidense enlazan actividades ubicadas en los tres países: (una vez más) las ramas de América del Norte que están interconectadas a través de los EE.UU., Canadá y México muestran dos puntos de corte cada uno, que conectan ramas ubicadas en solo dos países diferentes: la 5 (Madera, productos de madera y corcho) y 18 (manufacturas e instrumentos médicos) en Canadá, y las ramas 2 (minas y canteras) y 15 (máquinas y equipos) en México. Por último, hay diecinueve sectores canadienses sin vínculos con otras ramas en América del Norte, a través de los CI. También hay trece ramas estadounidenses desconectadas del comercio exterior y veinte actividades mexicanas; es decir, el comercio se concentra en un menor número de ramas en Canadá y México, si se compara con EE.UU.

Figura 5
Los patrones comerciales en América del Norte



Ramas			
1	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	17	Equipo de radio, televisión y de comunicación
2	Minería	18	Manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos
3	Alimentos, bebidas y tabaco	19	Vehículos de motor, naves y barcos, aviones y naves espaciales, equipo ferroviario
4	Textiles, productos textiles, cuero y calzado	20	Electricidad, gas y suministro de agua
5	Madera, productos de madera y corcho	21	Construcción
6	Pulpa, papel, productos de papel, imprentas y editoriales	22	Comercio al mayoreo y al menudeo; reparaciones
7	Coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear	23	Hoteles y restaurantes
8	Químicos excluidos los productos farmacéuticos	24	Transporte y almacenamiento
9	Productos farmacéuticos	25	Correo y telecomunicaciones
10	Caucho y productos plásticos	26	Finanzas, aseguraciones
11	Otros productos minerales no metálicos	27	Actividades inmobiliarias
12	Hierro y acero	28	Alquiler de maquinaria, investigación informática, administración pública, albergues
13	Metales no ferrosos	29	Otras actividades empresariales
14	Productos de metal, excepto maquinaria y equipo	30	Educación
15	Maquinaria y equipos, n.e.c.	31	Salud y trabajo social
16	Maquinaria eléctrica y de oficina	32	Otros servicios comunitarios, sociales y personales

La tabla 4 contiene los indicadores de densidad por rama de la red anterior. El grado de recepción de influencias (entradas) muestra la cantidad relativa de arcos incidentes en una rama, es decir, el número de relaciones de demanda que un sector mantiene como proporción del total de posibles arcos incidentes. Este indicador muestra la influencia que recibe una rama recibe de los sectores situados en el extranjero; de otro modo, exporta mercancías a esas actividades demandantes. En este sentido, las ramas con mayores grados de recepción de influencias en una economía determinada muestran su ventaja competitiva; así, otras actividades las buscarían como proveedoras de insumos. El grado de emisión de influencia (salida) mostraría entonces el número de arcos orientados desde una actividad al resto del sistema; una rama transmite influencia demandando bienes de productores en el extranjero.

Las actividades canadienses con mayor grado de incidencia en la red internacional de América del Norte son: 2 (minas y canteras), 5 (Madera, productos de madera y corcho), 15 (maquinaria y equipo n.e.c.), 17 (radio, televisión y comunicaciones) y 18 (Manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos). Ninguna actividad muestra una densidad significativa en el grado de emisión de influencia, las ramas no transmiten influencia (a través de las importaciones) a sus proveedores de insumos ubicados en el extranjero. Canadá parece ser una economía bastante especializada, que es capaz de suministrar un perfil definido de bienes a los consumidores en el extranjero.

En los EE.UU., las ramas que muestran el mayor grado de incidencia son: 8 (químicos, excluidos los productos químicos farmacéuticos), 16 (maquinaria eléctrica y de oficina) y 21 (construcción). Ellas reciben la influencia del extranjero, por medio de las exportaciones. Por tanto, la estructura entera se aprovecha de las conexiones estructurales de estas ramas. Por el contrario, las actividades que transmiten influencia a través de las importaciones intermedias y muestran un mayor grado de emisión son: 10 (caucho y de plástico), 13 (metales no ferrosos), 23 (hoteles y restaurantes) y 30 (educación). Finalmente, en México, los sectores 2 (minas y canteras), 15 (maquinaria y equipo n.e.c.) y 16 (maquinaria eléctrica y de oficina) muestran la mayor densidad en el grado de emisión de influencia.

Estas son las ramas que transmiten mayor influencia para sus proveedores de insumos por medio de insumos intermedios. Al contrario de Canadá, ninguna rama productiva mexicana muestra un significativo grado de emisión de influencia, las actividades no reciben una influencia significativa del extranjero a través de las exportaciones (demanda intermedia).

Tabla 4
Densidad por rama y país en el comercio intrarregional

Ramas	Canadá		Estados Unidos		México	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
1 Agricultura, silvicultura y pesca	1.0	0.0	0.0	6.3	1.0	0.0
2 Minería	2.1	0.0	4.2	4.2	4.2	0.0
3 Alimentos, bebidas y tabaco	0.0	1.0	2.1	3.1	0.0	1.0
4 Textiles, cuero y calzado	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0
5 Madera, productos de madera y corcho	2.1	0.0	1.0	4.2	0.0	0.0
6 Pulpas, papel, productos de papel, imprentas y editoriales	1.0	0.0	1.0	7.3	0.0	0.0
7 Coque, productos del petróleo y combustible nuclear	0.0	0.0	2.1	4.2	0.0	0.0
8 Químicos excluidos, los farmacéuticos	1.0	0.0	3.1	7.3	1.0	0.0
9 Productos farmacéuticos	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
10 Caucho y productos plásticos	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0
11 Otros productos minerales no metálicos	1.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
12 Hierro y acero	0.0	1.0	0.0	7.3	0.0	0.0
13 Metales no ferrosos	0.0	0.0	1.0	8.3	1.0	0.0
14 Productos de metal, excepto maquinaria y equipos	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0
15 Maquinaria y equipos, n.e.c.	2.1	0.0	2.1	3.1	3.1	0.0
16 Maquinaria eléctrica y de oficina	1.0	0.0	4.2	1.0	2.1	0.0
17 Equipos de radio, televisión y de comunicación	2.1	0.0	2.1	2.1	2.1	0.0
18 Manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos	7.3	0.0	1.0	3.1	1.0	0.0
19 Vehículos de motor, naves y barcos, aviones y naves espaciales, equipo ferroviario	0.0	1.0	2.1	1.0	1.0	0.0
20 Electricidad, gas y agua	0.0	0.0	2.1	2.1	0.0	0.0
21 Construcción	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0
22 Comercio y reparaciones	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0
23 Hoteles y restaurantes	0.0	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0
24 Transporte y almacenamiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25 Correo y telecomunicaciones	0.0	0.0	1.0	4.2	0.0	0.0
26 Finanzas, aseguraciones	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
27 Actividades inmobiliarias	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0
28 Alquiler de maquinaria, investigación informática, administración pública, albergues	0.0	0.0	5.2	2.1	0.0	0.0
29 Otras actividades empresariales	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
30 Educación	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0
31 Salud y trabajo social	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32 Otros servicios	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Por lo tanto, desde un punto de vista estructural, se puede decir que la economía no está claramente especializada en ningún área específica de la producción. Esto es muy significativo, teniendo en cuenta que México ha adoptado una estrategia de crecimiento impulsada por las exportaciones, pero tal decisión no se ha acompañado con la construcción de una estructura productiva integrada. Por lo tanto, el país exporta en gran medida bienes ensamblando insumos importados.

Conclusiones

En este trabajo, se ha encontrado una red económica en América del Norte que muestra las conexiones estructurales entre las ramas del Canadá, los EE.UU. y México. Una vez que se ha analizado la estructura, se concluye que las tres economías son altamente interdependientes, debido a que en cada país las importaciones intermedias de otros países de América del Norte son esenciales para llevar a cabo la producción, en diversas actividades. Sin embargo, las ramas dentro de cada economía están primeramente conectadas a las actividades internas; en segundo lugar, a las relacionadas con ramas en América del Norte y en tercer lugar, a las actividades que se ubican fuera de dicha área. En ese sentido, la red norteamericana contiene tres subsistemas interconectados, uno por cada país.

La complejidad de un sistema económico ha sido definida como la cantidad de conexiones entre los sectores, relativa a la máxima cantidad posible de enlaces interindustriales. En América del Norte, los EE.UU. constituyen el más complejo subsistema; es menos dependiente de las importaciones procedentes de sus socios vecinos, pero mantiene unas relaciones comerciales más estrechas con el resto del mundo. Canadá y México mantienen escasas relaciones directas entre sí e importan los bienes intermedios principalmente de los EE.UU. La complejidad de sus subsistemas es también menor. La influencia se expande más fácilmente a través de una red compleja, porque las ramas están conectadas a través de una mayor cantidad de senderos, involucrando un mayor número de actividades. Este trabajo utiliza la densidad como un indicador de la complejidad del sistema.

De hecho, las ramas de la economía canadiense muestran un nivel particularmente bajo de integración, lo que significa que están precariamente conectados de manera indirecta a través de la demanda intermedia; por otra parte, mientras que hay un grupo de ramas relacionadas entre sí a través de un gran número de conexiones directas -formando el núcleo de la estructura-, hay también grupos de actividades conectadas a ese núcleo a través de un solo sector particular (llamado punto de corte). El subsistema de Canadá puede ser fácilmente dividido en grupos desconectados, si las conexiones de

tales puntos de corte desaparecen; por otra parte, también hay unos pocos sectores totalmente desconectados. El subsistema mexicano contiene menos puntos de corte, pero muestra un nivel de complejidad comparable al de Canadá. Al parecer, en ambos casos, la integración con América del Norte ha inducido a las ramas a cultivar conexiones con los Estados Unidos, en lugar de mantener vínculos más fuertes con los sectores internos, como ha sido el caso de este país. En Canadá, la estructura se basa en las industrias extractivas; en México, la industria manufacturera ha revertido parte de su progreso anterior y ha vuelto a ser ensambladora de componentes importados para exportar mercancías. Estas actividades apenas se relacionan con el sector productivo nacional, por lo que las exportaciones muestran multiplicadores bajos. Los beneficios de la construcción de un espacio económico único no están claros para Canadá ni para México.

La identificación de CI ha permitido construir una red de conexiones entre las ramas, útil para decidir las políticas económicas orientadas hacia la integración económica y el crecimiento. Los CI se han utilizado para identificar las entradas relevantes de las ramas, pero hemos ampliado el método para poner en evidencia los senderos a través de los cuales la influencia se propaga en el sistema, por ejemplo, cuando una rama cambia su tecnología, también cambiará su demanda intermedia, cambiando también sus relaciones con la resto de las actividades; esto último probablemente conducirá a modificar su red de conexiones con otras ramas, hasta que todo el sistema se transforme.

Tabla Anexa
Criterios de agregación de las ramas

	Ramas agregadas		Ramas en la tabla nacional IIP	
	Canadá	EEUU	México	
1 Agricultura, silvicultura y pesca	[1]	[1]	[1, 2, 3, 4]	
2 Minería	[2]	[2]	[5, 6, 7, 8, 9, 10]	
3 Alimentos, bebidas y tabaco	[3]	[3]	[11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23]	
4 Textiles, cuero y calzado	[4]	[4]	[24, 25, 26, 27, 28]	
5 Madera, productos de madera y corcho	[5]	[5]	[29, 30]	
6 Pulpa, papel, productos de papel, imprentas y editoriales	[6]	[6]	[31, 32]	
7 Coque, productos del petróleo y combustible nuclear	[7]	[7]	[33, 34]	
8 Químicos excluidos los farmacéuticos	[8]	[8]	[35, 36, 37, 39, 40]	
9 Productos farmacéuticos	[9]	[9]	[38]	
10 Caucho y productos plásticos	[10]	[10]	[41, 42]	
11 Otros productos minerales no metálicos	[11]	[11]	[43, 44, 45]	
12 Hierro y acero	[12]	[12]	[46]	
13 Metales no ferrosos	[13]	[13]	[47]	
14 Productos de metal, excepto maquinaria y equipos	[14]	[14]	[48, 49, 50]	
15 Maquinaria y equipo n.e.c.	[15]	[15]	[51]	
16 Maquinaria eléctrica y de oficina	[16]	[16]	[52]	
17 Equipos de radio, televisión y de comunicación	[17, 18]	[17, 18]	[53, 54, 55]	
18 Manufacturas n.e.c. e instrumentos médicos	[19, 24]	[19, 24]	[56, 57, 58]	
19 Vehículos de motor, naves y barcos, aviones y naves espaciales, equipo ferroviario	[20, 21, 22, 23]	[20, 21, 22, 23]	[59]	
20 Electricidad, gas y suministro de agua	[25]	[25]	[60]	
21 Construcción	[26]	[26]	[61]	
22 Comercio y reparaciones	[27]	[27]	[62]	
23 Hoteles y restaurantes	[28]	[28]	[63]	
24 Transporte y almacenamiento	[29]	[29]	[64]	
25 Correo y telecomunicaciones	[30]	[30]	[65]	
26 Finanzas, seguros	[31]	[31]	[66]	
27 Actividades inmobiliarias	[32]	[32]	[67]	
28 Alquiler de maquinaria, investigación informática, administración pública, albergues	[33, 34, 35, 37]	[33, 34, 35, 37]	[68]	
29 Otras actividades empresariales	[36]	[36]	[69]	
30 Educación	[38]	[38]	[70]	
31 Salud y trabajo social	[39]	[39]	[71]	
32 Otros servicios	[40, 41]	[40, 41]	[72]	

Fuentes: OCDE Base de datos de STAN e INEGI (1986), Matriz de Insumo-Producto Año 1980.

Referencias

- Aroche, F. (1996). "Important Coefficients and Structural Change: A Multi-layer Approach". *Economic Systems Research*, 8(3), 235-246.
- Aroche, F. (2003). "La integración económica, la apertura externa y el desarrollo económico reciente de México". *Nueva Sociedad*, 186, 158-172.
- Aroche, F. (2015). *Un estudio de la productividad y de la evolución económica de América del norte, de los años 1990 a los 2000. Una perspectiva estructural*. Mimeo, UNAM.
- Aroche, F., Frías, S. y Torres, L. (2012). "Una matriz de insumo-producto para América del Norte". *Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional*, 3(1), 70-89.
- Aroche, F. y Marquez, M. (2016). "La integración económica de Canadá y México".
- Campbell, J. (1975). "Application of Graph Theoretic Analysis to Interindustry Relationships, The example of Washington State". *Regional Science and Urban Economics*, 5(1), 91-106.
- Carter, A. (1970). *Structural Change in the American Economy*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Czamanski, S. y Ablas, L. (1979). "Identification of Industrial Clusters and Complexes: A Comparison Methods and Findings". *Urban Studies*, 16(1), 61 – 80.
- Cuevas, V. (2012). *El Impacto de la Crisis Financiera Estadounidense sobre Canadá y México. Un Estudio Comparativo*. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Curzio, L. (2009). *La competitividad en América del Norte y el modelo de integración*. México, D.F.: Cuadernos de América del Norte No. 13, Centro de Investigaciones Sobre América del Norte (CISAN), UNAM.
- Defourny, Jacques (1982). "Une approche structurale pour l'analyse Input – Output: un premier bilan". *Economie appliquée*, 35(1 – 2), 203 – 230.
- De Mesnard, L. (1995). "A Note on Qualitative Input-Output Analysis". *Economic Systems Research*, 7(4), 439-445.
- De Mesnard, L. (2001). On Boolean Topological Methods of Structural Analysis. En Lahr, M.L. y Dietzenbacher, E. (Eds.), *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions* (268-279). New York: Palgrave.
- Forsell, O. (1983) "Experiences of Studying Changes in Input- Output Coefficients in Finland" E Smyshliav, A. (ed.) *Proceedings of the Forth IIASA Task Force Meeting on the I – O Model. IIASA collaborative proceedings series*. Vienna: National Technical Information Service, distributor
- Fuentes, N., Cárdenas, A, y Brugués, A. (2013). "Análisis estructural de la economía de Baja California: un enfoque de redes sociales". *Región y Sociedad*, 25(57), 27-60.
- García, A. y Ramos, C. (2003). "Las redes sociales como herramienta de análisis estructural input-output". *Revista hispana para el análisis de las redes sociales*, 4, 1-33.
- Gould, R. (1988). *Graph Theory*. London: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Harary, F. (1969). *Graph Theory*. Reading, Mass.: Addison – Wesley.
- Holub, H. W. y Schnabl, H. (1985). Qualitative Input – Output Analysis and Structural Information. *Economic Modelling*, 20, 173 -195.

- Huriot, J. (1974). *Dependence et Hiérarchie dans une Structure Interindustrielle* Paris: Sirey.
- INEGI (1986). Matriz de Insumo-Producto Año 1980.
- Isard, W. (1951). "Interregional and regional input-output analysis: A model of a space economy". *The Review of Economics and Statistics*, 33, 318-328.
- Leontief, W. (1951). *The Structure of American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*. Oxford: Oxford University Press
- Márquez, M. (2012). "Efectos de derrame y de retroalimentación industrial en América del Norte: un enfoque nacional e internacional". *Ensayos Revista de Economía*, 31(1), 1-34.
- Miller, R. E. y Blair, P. D. (2009). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Schinkte, J. y Stänglin, R. (1988). "Important Input Coefficients in the Market Transactions Tables and Production Flow Tables". En Ciaschini, M. (Ed.), *Input - Output Analysis: Current Developments*. London: Chapman and Hall.
- Schnabl, H. (1995). "The Subsystem—MFA: A Qualitative Method for Analyzing National Innovation Systems—The Case of Germany". *Economic Systems Research*, 7(4), 383-396.
- Semitiel, G. (2006). *Social Capital, Networks and Economic Development: An Analysis of Regional Productive Systems*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Skolka, J. (1983). "Important Input Coefficients in Austria Input - Output Tables for 1964 and 1976". En Smyshliav, A (Ed.), *Proceedings of the Forth IIASA Task force Meeting On The I - O Model*. Vienna: National Technical Information Service, Distributor.