



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MAGISTER EN ECONOMIA**

**TESIS DE GRADO  
MAGISTER EN ECONOMIA**

**Díaz Herbas, Diego Andrés**

**Diciembre, 2014**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
MAGISTER EN ECONOMIA**

**EFFECTO DE BIENES INTERMEDIOS EN COMERCIO BILATERAL,  
RESULTADOS DEL AUTOPACT AGREEMENT**

**Diego Andrés Díaz Herbas**

Comisión

Rodrigo Cerda  
Rodrigo Fuentes

**Santiago, Diciembre de 2014**

# Efecto de bienes intermedios en comercio bilateral, resultados del Autopact Agreement

Diciembre 2014

Diego Andrés Díaz Herbas

## **Abstract**

The use of imported intermediate goods in the production of final goods conforms a mechanism that enhances the increase in trade volumes when trade tariffs are decreased. This occurs because the tariff reduction necessarily causes a decrease in the marginal cost of final goods. This effect should be important to explain what happens in industries that are characterized by several stage production. To show this, I develop a trade model with intermediate goods, and I calibrate it for the automobile industry of Canada and the United States before the Auto Pact Agreement. Feeding the tariff drop observed during the agreement, the model overestimates the increase in United States exports in relation to the data, and underestimates the increase in exports from Canada. The model also increases the relative production between the United States and Canada.

## **Resumen**

El uso de bienes intermedios importados en la producción de bienes finales crea un mecanismo que amplifica el aumento de los volúmenes de comercio ante una reducción de tarifas, ya que al implementar esta condición, al reducir tarifas necesariamente se produce una caída en el costo marginal de bienes finales. Este efecto debería ser importante para explicar lo que ocurre en industrias caracterizadas por procesos de producción en etapas. Para mostrar esto, desarrollo un modelo de comercio con bienes intermedios, y lo calibro para la industria automotriz de Canadá y Estados Unidos antes del Auto Pact Agreement. Al agregar la caída de tarifas observada en el tratado, el modelo sobrestima el aumento de las exportaciones de Estados Unidos con respecto a las observaciones, y subestima el aumento de las exportaciones de Canadá. El modelo también incrementa la producción relativa de Estados Unidos en relación a la de Canadá.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. El Auto Pact Agreement entre Canada y Estados Unidos</b>	<b>5</b>
<b>3. Modelo y equilibrio</b>	<b>6</b>
3.1. Consumidor. . . . .	6
3.2 Firmas. . . . .	8
3.3 Equilibrio. . . . .	12
<b>4. Calibración</b>	<b>13</b>
<b>5. Resultados y discusión</b>	<b>18</b>
<b>6. Conclusiones</b>	<b>26</b>
<b>7. Referencias</b>	<b>27</b>
<b>8. Apéndices</b>	<b>28</b>

## 1. Introducción

Ante una reducción en las tarifas al comercio internacional entre dos países, se produce un aumento en el comercio debido a que se reducen los costos de los bienes foráneos relativos a los domésticos, luego, importaciones y exportaciones aumentan. Esta explicación intuitiva no es suficiente para explicar el incremento en volúmenes luego de episodios de reducción de tarifas. Como muestra Yi (2003), modelos estándar de comercio como Dornbusch, Fischer, Samuelson (DFS, 1977) y modelos dinámicos de real business cycle (RBC) no pueden explicar las ganancias del comercio sin recurrir a elasticidades de sustitución contra-factualmente altas entre bienes domésticos e importados.

En 1965 entre Canada y Estados Unidos se firmó un tratado de comercio que eliminó las tarifas en la industria automotriz, conocido como Auto Pact Agreement. Este tratado redujo las tarifas al comercio de autos importados de Estados Unidos en Canada en casi un 20%. En la figura 1, se muestran las importaciones y exportaciones desde Canada, con Estados Unidos, para automóviles y autopartes, y solamente entre 1965 y 1970 las importaciones aumentaron desde 1022 hasta 3065 millones, en dólares Canadienses reales del 2000, esto es, por un factor de 3. Las exportaciones hacia Estados Unidos aumentaron por un factor de 13.8 en el mismo periodo. Este es un caso en el que se requieren elasticidades precio contra-factualmente altas para explicar el incremento en comercio, considerando que este parámetro para automóviles está entre -1.5 y -2.5 (McElroy, Creamer, Workman 1985).

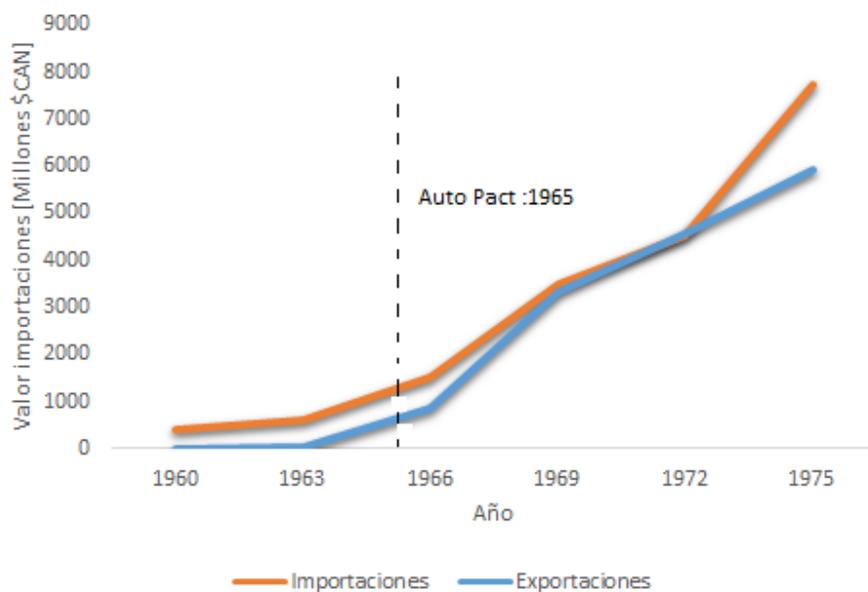


Fig. 1. País de origen: Canada. Flujos desde y hacia Estados Unidos de vehículos y auto partes. Fuente: DesRosiers Automotive Yearbook 2000.

Ha sido un problema clásico en comercio internacional las consecuencias para el comercio de las reducciones de tarifas, y por esto hay una importante cantidad de literatura que se ha desarrollado al respecto. Por un lado Melitz (2003) desarrolla un modelo con firmas heterogéneas en productividad con un costo hundido de exportar en el cual la exposición al comercio causa que las firmas más productivas exporten y simultáneamente fuerza a las menos productivas a salir. En esta estructura una reducción de tarifas produce un aumento en la productividad promedio de la industria, más firmas empiezan a exportar y las firmas que exportaban desde antes aumentan sus exportaciones.

Sin embargo, el modelo de Melitz (2003) tampoco es capaz de predecir la magnitud del aumento del comercio en muchos episodios de reducción de aranceles, incluido el Auto Pact. Para mostrar esto, calibro el modelo de Melitz para las condiciones de la economía antes del Auto Pact. Al agregar la reducción correspondiente de las tarifas, encuentro que la razón entre exportaciones de Estados Unidos a Canada y producción de Canada aumenta de 3 por ciento a 25 por ciento, mientras que la razón entre exportaciones de Canada y producción total aumenta de 7 por ciento a 41 por ciento. Este aumento de comercio está muy por debajo de los valores reales en 1970. Considerando estos resultados, este trabajo desarrolla un nuevo modelo de comercio basado en Melitz (2003) y estudia la consistencia de las respuestas que genera con los datos, con el objetivo de mostrar la importancia de los bienes intermedios en el comercio.

La idea clave que incorpora mi modelo y que lo diferencia de Melitz (2003) es la de *especialización vertical*, la que consiste en que las firmas utilicen bienes importados como insumos de producción. La ventaja de esto se puede ver fácilmente si consideramos una economía con dos países en la que existen bienes finales, que demandan los consumidores, y bienes intermedios, que demandan las firmas para producir bienes finales. Al efectuar un tratado de libre comercio como el Auto Pact, se eliminan las tarifas al comercio tanto de bienes finales como de bienes intermedios. Al ocurrir esto, los consumidores se ven favorecidos porque inicialmente ven una reducción del precio del bien final que importan, la que es proporcional a la caída de la tarifa. Pero por otro lado, las firmas extranjeras que utilizan bienes intermedios importados para producir bienes finales, se ven favorecidas porque pueden conseguir insumos más baratos, lo que causa una caída de su costo marginal. Luego, esto hace caer nuevamente el precio del bien final.

La especialización vertical crea un mecanismo multiplicador de las ganancias del comercio, y este mecanismo es fundamental para explicar los efectos del Auto Pact en el comercio bilateral entre Estados Unidos y Canada. La razón por la cual este mecanismo es tan importante en este episodio particular, es que el Auto Pact se limita a la industria automotriz, incluyendo exclusivamente tarifas de autos y auto partes. Como esta industria se caracteriza por hacer uso intensivo de bienes intermedios, este episodio constituye una oportunidad ideal de estudiar las implicancias de mi modelo, por lo que lo calibro para Estados Unidos y Canada antes de la reducción de tarifas.

Para ilustrar la intuición de por qué la especialización vertical aumenta las ganancias del comercio, y notar que es particularmente importante para explicar los efectos del Auto Pact, consideremos el siguiente ejemplo; un productor de motores en Canada utiliza cilindros Canadienses para producir motores, pero tiene la opción de usar cilindros de Estados Unidos al mismo precio. Ante una reducción de tarifas, va a preferir los cilindros de Estados Unidos, ya que su precio se redujo proporcionalmente a la caída de la tarifa. Esto hizo que redujera su costo marginal de producir motores, y cuando exporte los motores hacia Estados Unidos, las firmas productoras de autos de Estados Unidos se ven favorecidas, ya que ven al precio de los motores reducirse por la caída de tarifas y por la caída del costo marginal del productor Canadiense. Puede que estas firmas tengan la opción de reducir sus costos marginales utilizando motores Canadienses. Luego, estas firmas exportan los autos a Canada, favoreciendo a los consumidores Canadienses que ahora enfrentan precios de autos importados mucho más bajos de lo que se podría anticipar solo considerando una reducción equivalente a la tarifa en el producto final por el efecto multiplicador que causa tener una cadena de producción interconectada entre ambos países. El proceso en el que se cruzó la frontera tres veces se ve más favorecido por una reducción de tarifas que un proceso de una sola etapa, y esto ocurre simplemente porque las firmas que utilizan bienes importados ven reducidos sus costos marginales.

Las tarifas entre Estados Unidos y Canada antes del tratado no eran altas según los valores estándar históricos, y sin embargo, la eliminación de las tarifas resultó en un aumento del comercio del orden de seis veces en solo cuatro años, y aumentó la razón del comercio atribuible a especialización vertical de 0 a 20 por ciento en seis años, como muestran Hummels, Rapoport, y Yi (1998). Para calcular este aumento de la especialización vertical, estos autores la definen como la fracción de la producción neta que es constituida por bienes intermedios importados, multiplicada por exportaciones totales. Este aumento de la especialización vertical es otra justificación de mi elección de usar este episodio.

De un punto de vista de política, el objetivo del Auto Pact fue formar un mercado integrado entre los dos países, para que hubiera mayor especialización y producción a mayor escala. Por esto, un modelo capaz de medir esta especialización puede ser usado para estudiar la efectividad del tratado en ese sentido. Una última razón de estudiar este episodio es que son pocos los trabajos que se han hecho y ninguno que incorpore la literatura de especialización vertical de comercio internacional.

El modelo que desarrollo es muy similar a Melitz (2003). Hay dos países de posibles diferentes tamaños. Cada país tiene un continuo de firmas y cada una produce una variedad distinta de un bien que es consumido por un agente representativo. Las firmas son heterogéneas en productividad y para exportar deben incurrir en un costo fijo. La novedad es que las firmas también utilizan bienes intermedios para producir, por lo que una reducción de tarifas ocasiona una caída de costos marginales para las firmas, lo que captura el mecanismo que ha sido descrito anteriormente. La razón por la que las firmas no importan la totalidad de los bienes intermedios es que el consumidor tiene preferencias de Dixit y Stiglitz (1977), de elasticidad de sustitución constante entre todo el conjunto de

bienes. Esto quiere decir que demanda una cantidad positiva de cada bien disponible en la economía. El equilibrio del modelo es similar a Melitz (2003), con las firmas más productivas exportando. Por simplicidad no pongo un costo fijo de producir, por lo que a diferencia de Melitz, las firmas menos productivas siempre seguirán produciendo.

Una característica particular de mi modelo es que todos los bienes en la economía son utilizados tanto como bienes finales y bienes intermedios, y como todas las firmas tienen una tecnología que requiere de bienes intermedios, esto hace que una reducción de tarifas tenga un efecto multiplicador de infinitas etapas. Para mostrar esto, consideremos una economía de dos países, en la que hay una firma en cada país, y que estas firmas utilizan los bienes que ambas producen como insumo. Al reducir las tarifas al comercio, ambas enfrentan un menor precio de uno de sus insumos, por lo que cae su costo marginal y reducen el precio de su producto. Esto a la vez hace caer el costo marginal de la otra firma, y así sucesivamente infinitas veces. Este mecanismo es exactamente el que ocurre en mi modelo.

La idea de la especialización vertical ha sido estudiada en otros modelos de comercio. Yi (2003) y Arkolakis y Ramanarayanan (2009), desarrollan modelos Ricardianos de dos países en el que los bienes son producidos en dos etapas secuenciales. Como hay ventajas comparativas Ricardianas de producir en un país respecto a otro, se produce especialización en ciertas etapas de producción al reducirse las tarifas. Aunque los efectos del Auto Pact Agreement también podrían ser estudiados con uno de estos modelos, mi elección de usar Melitz se debe a su simplicidad relativa a esos modelos y a su importancia en la literatura de comercio.

El esquema es el siguiente, la sección 2 describe el Auto Pact Agreement entre Canada y Estados Unidos. Sección 3 describe el modelo y el equilibrio. En la sección 4 se calibra y en la sección 5 se presentan los resultados y se discuten. Sección 6 concluye.

## 2. El Auto Pact Agreement entre Canada y Estados Unidos

Canada y Estados Unidos siempre han sido socios comerciales cercanos. Pero estas relaciones son mucho más importantes para Canada que para Estados Unidos ya que el tamaño de su economía es alrededor de un décimo de la de Estados Unidos. Para Canada el comercio con Estados Unidos representa más de dos tercios del comercio exterior, y la inversión directa de Estados Unidos es de alrededor del 80 por ciento de toda la inversión directa extranjera en Canada.

El Auto Pact fue un tratado de comercio firmado en 1965 entre Canada y Estados Unidos que eliminó las tarifas al comercio en automóviles comerciales y autopartes. Previo al tratado, las tarifas en Canada para vehículos motorizados y autopartes eran de 17.5%, mientras que en Estados Unidos eran de 8.5% para auto partes y 6.5% para autos enteros (Wonnacott 1982). La eliminación de las tarifas fue efectiva inmediata luego de firmado el tratado.

Antes del Auto Pact casi la totalidad de los autos vendidos en Canada eran fabricados en Canada. Al eliminar las tarifas que enfrentaban los productores, hubo un gran aumento del comercio en la industria. En Canada, se empezó a producir un menor número de modelos de autos, y cuatro años después del tratado, el porcentaje de autos exportados de Canada a Estados Unidos saltó de 7% a 60%. Y la parte del mercado de automóviles en Canada que consistía de autos importados de Estados Unidos aumentó de 3% a 40%. (Beigie 1970).

Debido a que la producción de autos es un proceso de varias etapas, al quitar las tarifas al comercio, como Canada y Estados Unidos pasan a ser un mercado integrado, esto permite aumentar las interconexiones en la cadena productiva entre ambos países, es decir, se hace más fácil usar partes importadas en la producción de automóviles. Esto es equivalente a aumentar el grado de especialización vertical. Según Yi (2005) la producción de vehículos en el caso de Canada contabiliza casi la mitad de la especialización vertical total, y sugiere que esto es resultado del Auto Pact.

### 3. Modelo y equilibrio

El modelo es muy similar al modelo de comercio de Melitz pero incorpora la idea de especialización vertical del modelo de Arkolakis y Ramanarayanan (2009), la que consiste en usar un continuo de bienes intermedios como insumo de producción. Al hacer esto, una reducción de tarifas causa una reducción en los costos marginales de las firmas.

El ambiente es estático. Hay dos países, indexados por  $i = 1, 2$ . La oferta de trabajo es exógena, cada país  $i$  es poblado por una medida  $L_i$  de individuos idénticos, cada uno dotado con una unidad de trabajo. En cada país se produce un continuo de bienes diferenciados  $\omega \in \Omega_i$ , con  $\Omega_1 \cap \Omega_2 = \emptyset$ . El conjunto  $\Omega_i$  tiene medida  $N_i$  y hay un consumidor representativo en cada país.

Aunque los bienes intermedios son fundamentales en este modelo, es importante aclarar que todos los bienes de la economía son consumidos por los consumidores y también utilizados por las firmas como insumos de producción. La distinción de bien intermedio es simplemente para especificar que el bien está siendo utilizado como insumo de producción.

Cada bien es producido por firmas de forma monopolística y estas firmas se diferencian por un parámetro de tecnología  $\varphi \in \Gamma \subset R_{++}$ , donde  $\Gamma$  es igual en ambos países.

Para exportar, las firmas del país  $i$  deben pagar un costo fijo igual a  $F_{e_i}$  el que es independiente de su productividad.

Por lo tanto los agentes son un consumidor representativo por país, y un continuo de firmas de masa  $N_i$  por país. El número de bienes es igual al número de firmas.

#### 3.1 Consumidor

Las preferencias del consumidor son definidas sobre el set de bienes domésticos e importados con una función de utilidad CES de Dixit y Stiglitz (1977). Sea  $c_i(\omega)$  la cantidad de bien  $\omega$  consumida en el país  $i$  por el consumidor, sus preferencias son

$$\text{Max} \left( \int_{\Omega_1} c_i(\omega)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} d\omega + \int_{\Omega_2} c_i(\omega)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} d\omega \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} = Q_i \quad (1)$$

Donde  $\sigma$  es la elasticidad de sustitución entre bienes.

El agente siempre va a querer consumir una cantidad positiva de cada bien disponible en la economía, y al igual que en Melitz (2003), su comportamiento puede modelarse considerando el conjunto de variedades consumidas como un bien agregado  $Q_i$ , el que está asociado a un precio agregado  $P_i$ . Este precio agregado se puede demostrar que es

$$P_i = \left( \int_{\Omega_i} p(\omega)^{1-\sigma} d\omega + \tau_i^{1-\sigma} \int_{\Omega_j} p(\omega)^{1-\sigma} d\omega \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad i \neq j = 1,2 \quad (2)$$

Donde  $p(\omega)$  es el precio del bien  $\omega$ , y  $\tau_i$  es la tarifa a la importación desde el país  $j$ , la que modelamos como un costo iceberg, es decir, llevar una unidad de bien  $\omega$  del país  $j$  hacia el país  $i$  tiene un costo proporcional al precio del bien, por lo que el consumidor del país  $i$  debe pagar  $\tau_i p(\omega)$ .

Consumidores maximizan (1) sujetos a su restricción presupuestaria. Su ingreso se determina por salario, utilidades de las firmas, y la recaudación por tarifas en el país  $i$ . Por lo tanto su restricción presupuestaria<sup>1</sup> es

$$P_i Q_i = wL_i + \Pi_i + T_i \quad (3)$$

Luego el problema del consumidor  $i$  es simplemente

$$\text{Max} \left( \int_{\Omega_1} c_i(\omega)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} d\omega + \int_{\Omega_2} c_i(\omega)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} d\omega \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} = Q_i$$

$$\text{st } P_i Q_i = wL_i + \Pi_i + T_i$$

---

<sup>1</sup> La notación de precio agregado  $P_i$  cumple un rol de simplificar la notación. La restricción presupuestaria es equivalente si consideramos el gasto del consumidor separando por cada bien.

Es decir,  $P_i Q_i = \int_{\Omega_1} p(\omega) c_i(\omega) d\omega + \int_{\Omega_2} \tau p(\omega) c_i(\omega) d\omega$ .

Donde  $w$  determina el salario. Elegimos  $w = 1$  como numerario y asumimos que hay perfecta movilidad laboral, por lo que los salarios serán iguales en ambos países<sup>2</sup>.  $\Pi_i$  es la suma de todas las utilidades de las firmas del país  $i$ .  $T_i$  es la recaudación total por tarifas del país  $i$ , la cual asumimos que es *entregada al consumidor*.

La recaudación total  $T_i$  se expresa de la siguiente forma

$$T_i = (\tau_i - 1) \int_{\Omega_j} p(\omega) q_i(\omega) d\omega$$

Donde  $q_i(\omega)$  es la demanda total del país  $i$  de  $\omega$ , donde  $\omega$  corresponde a bienes del conjunto  $\Omega_j$  que son exportados al país  $i$ .

Resolviendo el problema del consumidor obtenemos sus demandas  $c_i(\omega)$

$$c_i(\omega) = Q_i \left[ \frac{p(\omega)}{P_i} \right]^{-\sigma}$$

Esta demanda  $c_i(\omega)$  no es necesariamente igual a  $q_i(\omega)$ , ya que el mismo bien es demandado por las firmas como bien intermedio.

### 3.2 Firmas

El modelo se diferencia de Melitz (2003) en la tecnología para producir cada bien  $\omega$ . Para un productor en el país  $i$ , esta es

$$y_i(\omega) = \varphi(\omega) l(\omega)^{1-\alpha} m(\omega)^\alpha$$

---

<sup>2</sup> El supuesto de salarios iguales puede ser eliminado de manera que el salario en uno de los países se ajuste para cumplir la condición de vaciado de mercado en ese país. Sin embargo, esto implicaría una restricción de movilidad laboral que no es realista y no cambia los resultados del modelo respecto a comercio. De datos del censo de manufactura de Estados Unidos y estadísticas de Canadá para la industria de equipos de transporte se observa que los salarios en Canadá eran de alrededor de un 80% a los salarios en Estados Unidos en 1963.

$y_i(\omega)$  es el producto,  $\varphi(\omega)$  es productividad,  $l(\omega)$  es la demanda de trabajo y  $m(\omega)$  es la demanda de bienes intermedios. El productor utiliza el bien agregado de precio  $P_i$  como bien intermedio para producir el bien  $\omega$ . Este bien es el mismo bien de consumo agregado que demanda el consumidor. Notemos que en Melitz (2003) la tecnología es lineal en trabajo igual a  $y_i(\omega) = \varphi(\omega)l(\omega)$ . Por lo que los modelos son equivalentes cuando  $\alpha = 0$ .

La firma que produce  $\omega$  maximiza sus beneficios tomando la demanda dada. Esta demanda se diferencia del problema de Melitz en que las firmas también demandan cada bien como insumo, por lo que se tiene un término extra. Sea  $M_i$  el total de bien agregado utilizado como insumo por las firmas del país  $i$ , es decir

$$M_i = \left( \int_{\Omega_1} m(\omega) d\omega + \int_{\Omega_2} m(\omega) d\omega \right) \quad (4)$$

La ecuación (4) es una condición necesaria de consistencia. La demanda de bien  $\omega$  de parte de las firmas es

$$d_i(\omega) = M_i \left[ \frac{p(\omega)}{P_i} \right]^{-\sigma}$$

Con esto la demanda total del país  $i$  del bien local  $\omega$  es

$$q_i(\omega) = (Q_i + M_i) \left[ \frac{p(\omega)}{P_i} \right]^{-\sigma} \quad (5)$$

La demanda del consumidor de un bien importado disminuirá por el incremento en el precio que produce la tarifa. Si el bien  $\omega$  es un bien importado, es decir, un bien del conjunto  $\Omega_j$ , la demanda total del país  $i$  por  $\omega$  será

$$q_i(\omega) = (Q_i + M_i) \left[ \tau_j \frac{p(\omega)}{P_i} \right]^{-\sigma} \quad (6)$$

Ahora podemos describir el problema de la firma. Por simplicidad primero consideremos el problema que enfrenta una firma del país  $i$  para el mercado local. Se tiene

$$\begin{aligned} \pi_i(\omega) &= \max_{l,m,p,y} p(\omega)y_i(\omega) - wl(\omega) - P_i m(\omega) & (7) \\ \text{s. t} \quad & y_i(\omega) = q_i(\omega) \\ & y_i(\omega) = \varphi(\omega)l(\omega)^{1-\alpha}m(\omega)^\alpha \\ & l(\omega) \geq 0, m(\omega) \geq 0 \end{aligned}$$

Notar que a diferencia de Melitz (2003) la firma no tiene costos fijos de producción, por lo que siempre tiene utilidades positivas de producir al mercado local. También tiene la opción de exportar su producto a otro país, para lo cual enfrenta un costo fijo  $F_{e_i}$  que se modela como un costo que debe ser pagado a trabajadores, es decir, la firma contrata una cantidad  $F_{e_i}$  de trabajadores para poder exportar su producto. Para exportar la firma resuelve el siguiente problema:

$$\begin{aligned} \pi_i(\omega)_x &= \max_{l,m,p,y} \{p(\omega)y_i(\omega) - wl(\omega) - P_i m(\omega) - wF_{e_i}, 0\} & (8) \\ \text{s. t} \quad & y_i(\omega) = q_i(\omega) \\ & y_i(\omega) = \varphi(\omega)l(\omega)^{1-\alpha}m(\omega)^\alpha \\ & l(\omega) \geq 0, m(\omega) \geq 0 \end{aligned}$$

Resolviendo el problema de la firma podemos obtener el precio que elige del bien  $\omega$

$$p(\omega) = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{1}{\varphi} \frac{P_i^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1 - \alpha)^\alpha} \quad (9)$$

Como es esperado, la firma enfrenta una demanda con elasticidad constante  $\sigma$  y elige un margen constante sobre el costo marginal igual a  $\frac{\sigma}{\sigma-1}$ .

Cuando  $\alpha = 0$  se recupera el resultado del modelo estándar de Melitz (2003). En este caso el precio es

$$p(\omega) = \frac{\sigma}{\sigma - 1} \frac{w}{\varphi}$$

Esta diferencia entre los precios ocasiona cambios significativos entre ambos modelos, ya que de (2) se observa que la caída de tarifas causa una caída directa en el precio agregado  $P_i$ . En el modelo con bienes intermedios, al disminuir el precio agregado  $P_i$ , se produce una caída en el costo marginal del bien  $\omega$  según (5), lo que no ocurre en el modelo sin intermedios. Este es el efecto que amplifica el aumento de los volúmenes de comercio luego de una reducción de tarifas. Como todas las firmas del país  $i$  ocupan el bien agregado de precio  $P_i$ , todas están utilizando bienes importados como insumos, por lo que todas se ven favorecidas de una caída del precio  $P_i$ . Como enfrentan menores precios de uno de sus insumos, los monopolistas disminuyen el precio que fijan de su producto, y como el bien que producen es parte del bien agregado que utilizan como insumo, se reduce nuevamente el precio de tal insumo.

Resolviendo para las utilidades de una firma del país  $i$  de su producción al mercado local, se obtiene

$$\pi_i(\omega) = \frac{p(\omega)y_i(\omega)}{\sigma}$$

Las utilidades de exportación son iguales a

$$\pi_i(\omega)_x = \text{Max} \left( \frac{p(\omega)y_i(\omega)}{\sigma} - wF_{e_i}, 0 \right) \quad (10)$$

Podemos obtener las utilidades de las firmas del país  $i$  simplemente integrando sobre el conjunto de bienes

$$\Pi_i = \int_{\Omega_i} \pi(\omega) d\omega \quad (11)$$

La ecuación (8) es una condición necesaria de consistencia.

Como la producción es monopolística para todos los bienes, para todo  $\omega$  se cumple que la oferta de la firma iguala a la demanda

$$y_i(\omega) = q_i(\omega) \quad (12)$$

Al resolver para el equilibrio de la economía se cumple que la producción agregada de las firmas iguala a la demanda agregada del consumidor y de las firmas.

$$Y_i = Q_i + M_i \quad (13)$$

Notar que  $Y_i$  no es la suma del producto de cada firma. Es un agregado de producción que cumple

$$Y_i = \left( \int_{\Omega_1} y_i(\omega)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} d\omega \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

La condición (13) se satisface necesariamente por la ley de Walras.

### 3.3 Equilibrio

Un equilibrio es una lista de asignaciones de los monopolistas  $y_i(\omega)$ ,  $l(\omega)$ ,  $m(\omega)$ , beneficios  $\pi_i(\omega)$ , demandas  $q_i(\omega)$ , y precios  $p(\omega)$ ,  $w$  y  $P_i$  para  $i = 1, 2$ , tal que (i) consumidores maximizan (1) sujeto a (3), (ii) firmas resuelven (7) y (8), (iii) se cumplen la condición de vaciado de mercados (12), y (iv), se cumplen las condiciones de consistencia (4) y (11).

#### 4. Calibración

En esta sección calibro el modelo para el estado de la economía antes del Auto Pact Agreement de 1965. El objetivo es determinar las exportaciones y la producción total de ambos países, y para esto hay que determinar los valores de todos los parámetros del modelo que fueron expuestos en la sección anterior. Como estudiamos la industria automotriz, tomamos datos de la industria de equipos de transporte. El país 1 es Estados Unidos y el país 2 es Canada. Un punto clave para encontrar el equilibrio del modelo es determinar la distribución de firmas  $\mu(\varphi)$ . Como se expuso en la sección anterior, cada firma produce un bien diferente  $\omega$ , y estas firmas se diferencian por un parámetro de tecnología  $\varphi \in \Gamma \subset R_{++}$ . Ahora definimos la distribución de este parámetro, lo que permite definir el problema en términos de  $\varphi$ , olvidándonos de  $\omega$ .

Se hace el siguiente supuesto sobre la distribución de firmas para determinar  $\mu(\varphi)$  y el conjunto  $\Gamma$ .  $\Gamma = [1, \overline{\varphi}]$  y  $\mu(\varphi)$  es una función de densidad de probabilidad truncada de Pareto, como en Rubini (2011) y Ruhl (2008). Esta función es

$$\mu(\varphi) = \frac{\theta}{(1 - \overline{\varphi}^{-\theta})} \varphi^{-1-\theta}$$

Donde  $\varphi \in [1, \overline{\varphi}]$  y  $\theta > 0$  es un parámetro de curvatura. Recordemos que existe un costo fijo de exportación, y esto hace que solo las firmas que tengan una productividad lo suficientemente alta puedan exportar, es decir, existe un nivel de productividad de corte en cada país. Para el país  $i$  identificamos este parámetro como  $\varphi_i^*$ .

Tenemos 10 parámetros que definir, entre ellos las tarifas antes del Auto Pact y algunos parámetros que son obtenidos de la literatura de comercio internacional. La tabla 1 muestra los que son tomados directamente de otros trabajos y la tabla 2 los parámetros que son calibrados para ajustar variables del modelo.

Parámetro		Fuente
$\sigma$	Elasticidad de sustitución entre bienes.	Rubini (2011)
$\tau_1, \tau_2$	Tarifas de comercio.	Wonnacott (1982)
$\overline{\varphi}, \theta$	Parámetros distribución truncada de pareto de productividades de las firmas.	Rubini (2011)

**Tabla 1. Parámetros obtenidos de datos y literatura similar**

Parámetro		Fuente
$\alpha$	Exponente bienes intermedios en función de producción. Calibro a costo de materiales/Valor de envíos	Censo de manufactura de Estados Unidos de 1963
$N_2$	Masa de firmas en Canada. Calibro para mantener la razón de firmas entre Canada y Estados Unidos en los datos y el modelo.	Número de establecimientos de Canada. Estadísticas seleccionadas en la industria de equipos de transporte, Canada 1957-1975, y censo de manufactura de Estados Unidos de 1963.
$L_2$	Masa de trabajadores en Canada. Calibro para mantener la razón de trabajadores entre Canada y Estados Unidos en los datos y el modelo.	Estadísticas de Canada. Número de trabajadores en industria de equipos de transporte y censo de manufactura de Estados Unidos.
$F_{e1}, F_{e2}$	Costos fijos de exportación. Calibro para igualar el porcentaje de exportaciones de Canada y Estados Unidos antes del tratado en los datos y el modelo.	Hummels, Rapoport, Yi (1998)

**Tabla 2. Parámetros a calibrar<sup>3</sup>**

A continuación se justifica como son obtenidos cada uno de estos parámetros; la elasticidad de sustitución  $\sigma$  es un parámetro estándar en los modelos de comercio. Mi elección de  $\sigma =$

<sup>3</sup> Las productividades de corte de exportación no se incluyen en la tabla 2 ya que se determinan directamente a partir de los costos fijos de exportación.

2 viene de Rubini (2011) y Ruhl (2008), lo que es consistente con los movimientos del producto en modelos de ciclos reales.

Notemos que consideramos a las economías de Estados Unidos y Canada iguales en todos los parámetros excepto masa de trabajadores, masa de firmas, tarifas, y costos fijos de exportación. Tienen el mismo valor de  $\alpha$ , parámetro que indica la importancia del uso de bienes intermedios en la función de producción de las firmas.  $\alpha$  es el exponente de los bienes intermedios en una función Cobb-Douglas, y es un parámetro clave ya que se relaciona directamente con la hipótesis de este trabajo, un mayor  $\alpha$  significa que los bienes intermedios son más importantes en la producción. Notar que al tender  $\alpha$  a cero, la función de producción de las firmas tiende a  $y_i(\omega) = \varphi(\omega)l(\omega)$ , caso en el cual los bienes intermedios son irrelevantes y la función de producción es igual al modelo de Melitz, por esto los resultados del modelo son idénticos a Melitz para  $\alpha = 0$ .

Para calibrar  $\alpha$  necesitamos saber cuánto gastan las firmas del sector de transportes en bienes intermedios. Tenemos el costo de materiales en la industria, por lo que utilizamos esto como gasto en bienes intermedios. Del censo de manufactura de Estados Unidos también tenemos el valor agregado, lo que permite calibrar directamente este parámetro. Se tiene

$$\alpha = \frac{\text{Costo de materiales}}{\text{Valor agregado} + \text{Costo de materiales}}$$

Se obtiene  $\alpha = 0,66$ . Dada la importancia de este parámetro, hacemos un análisis de sensibilidad en la sección de resultados.

Para el parámetro de cantidad de trabajadores, normalizamos la medida de trabajadores de Estados Unidos  $L_1 = 1$  y queremos calibrar el valor de  $L_2$ . Como estamos tratando con la industria automotriz exclusivamente, estos valores no se calibran según la población general. Lo hacemos de manera de mantener la razón entre cantidad de trabajadores en ambos países antes del tratado en la industria. Como tenemos mayor disponibilidad de datos en 1963, este es el año que utilizamos como representación del equilibrio en la economía antes del tratado. Según el censo de manufactura de Estados Unidos, en 1963 la cantidad de trabajadores de producción en la industria de equipos de transporte, vehículos motorizados y equipos, era de 535.842. En Canada, en el mismo año, la cantidad de trabajadores en el área de producción en la industria de equipos de transporte era de 80.706. Para mantener la razón en los datos y en el modelo obtenemos que  $L_2 = 0,15$ .

Para la medida de firmas, tenemos que en el modelo hay un continuo de firmas en cada país, por lo que necesitamos la medida de este continuo. Para esto procedemos de igual forma que para el parámetro de cantidad de trabajadores. Normalizamos la masa de firmas

a uno en Estados Unidos y calibramos la de Canada de manera de mantener la misma razón que hay en los datos en 1963. Nuevamente utilizamos el censo de manufactura en Estados Unidos y las estadísticas de industria de equipos de transporte en Canada. Tenemos el número de establecimientos en cada país<sup>4</sup>. En Estados Unidos el total es de 1.958 y en Canada de 703. Luego tenemos  $N_2 = 0,36$ .

Las tarifas  $\tau_1, \tau_2$  son equivalentes a sus valores reales. Como se dijo en la sección 2, previo al tratado, las tarifas en Canada para vehículos motorizados y autopartes eran de 17.5%, mientras que en Estados Unidos eran de 8.5% para auto partes y 6.5% para autos enteros. Como solo podemos tener una tarifa por país, promediamos para Estados Unidos. Obtenemos  $\tau_1 = 1,075$  y  $\tau_2 = 1,175$ .

Todavía faltan los parámetros de la distribución de productividad,  $\bar{\varphi}, \theta$ , y los costos fijos de exportación,  $F_{e_1}$  y  $F_{e_2}$ . Los parámetros de la distribución de productividad,  $\bar{\varphi}$  y  $\theta$  son tomados de Rubini (2011)<sup>5</sup>, donde son calibrados a partir de la distribución de tamaños de firma en manufactura en 1992, de manera de minimizar la suma de la diferencia al cuadrado entre la distribución de tamaños de firma en los datos y el modelo. Como la distribución utilizada también es una distribución truncada de Pareto y el modelo es de Melitz, esto justifica mi elección de los parámetros. Los valores son  $\bar{\varphi} = 664,32$ , y  $\theta = 1,01$ .

Para calibrar los costos fijos de exportación, se hace una suposición inicial de  $F_{e_1}$  y  $F_{e_2}$ . Luego, con estos valores se pueden calcular las productividades de corte de exportación según la ecuación (10) de la sección 3, ya que la productividad de corte es tal que hace a las utilidades de exportación iguales a cero. Es decir

$$\pi(\varphi_i^*)_x = 0$$

Donde  $\varphi_i^*$  es la productividad de corte de exportación del país  $i$ .

Una vez calculadas las productividades de corte, podemos determinar las exportaciones y el producto total de ambos países. Luego, para calibrar se igualan las razones entre exportaciones y producto total en los datos y en el modelo. Las razones utilizadas son las reportadas por Hummels, Rapoport, Yi (1998), estas son; exportaciones de Canada a Estados Unidos iguales a un 7 por ciento del producto de Canada antes del tratado, mientras que las importaciones de Canada iguales a un 3 por ciento del producto total de Canada<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Una firma puede tener varios establecimientos por lo que pueden haber firmas que se están repitiendo en los valores utilizados. Sin embargo no tenemos datos de cantidad de firmas.

<sup>5</sup> Estos parámetros podrían ser calibrados para ajustarse a la distribución de tamaño de firmas en la industria de vehículos motorizados en Estados Unidos en 1963.

<sup>6</sup> Estos valores son para importaciones y exportaciones exclusivamente de automóviles.

$$x_1 = \frac{\text{Exportaciones de Estados Unidos}}{\text{Producto total de Canada}} = 0.03 \quad (14)$$

$$x_2 = \frac{\text{Exportaciones de Canada}}{\text{Producto total de Canada}} = 0.07 \quad (15)$$

Con esto quedan definidos todos los parámetros del modelo. La tabla 3 muestra los valores de la parametrización completa. Además de los parámetros mostrados en las tablas anteriores se incluyen las productividades de corte  $\varphi_1^*$  y  $\varphi_2^*$ .

Parámetro	Valor
$\sigma$	$\sigma = 2$
$\alpha$	0.66
$\tau_1$	0.08
$\tau_2$	0.17
$\overline{\varphi}$	664,32
$\theta$	1,01
$N_2$	0,36
$N_2$	0,15
$F_{e1}$	851.20
$F_{e2}$	21.605
$\varphi_1^*$	664.12
$\varphi_2^*$	472.05

**Tabla 3 Parametrización y resultados de calibración**

## 5. Resultados y discusión

La solución del modelo consiste en encontrar el equilibrio de la economía según la definición expuesta en la sección 3<sup>7</sup>. Este equilibrio incluye precios, demandas de insumos de las firmas y demandas de cada bien producido, sin embargo, aquí solo nos interesan las variables agregadas. Una vez determinado el equilibrio antes del tratado, se eliminan las tarifas y se calculan las variables agregadas después del tratado.

Los principales resultados a ser mostrados corresponden a las fracciones entre exportaciones y producto de Canada como fueron definidas en las ecuaciones (14) y (15) en la sección anterior, también se hace una comparación con el modelo sin bienes intermedios, es decir, Melitz (2003).

$$\text{Exportaciones de Estados Unidos}^8 = \int_{\varphi_1^*}^{\bar{\varphi}} q(\varphi)\mu(\varphi)N_1 d\varphi \quad (16)$$

$$\text{Producto total de Canada} = \int_1^{\bar{\varphi}} q(\varphi)\mu(\varphi)N_2 d\varphi$$

El objetivo es comparar las fracciones  $x_1$  y  $x_2$  con sus valores verdaderos después del Auto Pact. Se tienen datos de que estos valores pasaron a ser de  $x_1 = 0.03$  a  $0.4$ , mientras que  $x_2$  pasó de  $0.07$  a  $0.6$  solo en cuatro años después del tratado. Otro objetivo es analizar lo que ocurre con el comercio bilateral, ya que se espera que al quitarse las tarifas, el comercio bilateral aumente por la presencia de bienes intermedios, más de lo que lo haría en un modelo sin bienes intermedios. El último objetivo de esta sección es discutir lo que ocurre con las otras variables agregadas de la economía, específicamente precios agregados, costos fijos de exportación, productividades de corte, y el agregado de producción  $Y_i$ . Estas variables se incluyen porque son más informativas de la intuición de lo que ocurre en la economía cuando caen las tarifas.

Notemos que después del tratado, las utilidades de exportación aumentan necesariamente debido a que aumentan las demandas de bienes importados por la caída de tarifas, lo que hace que las productividades de corte disminuyan. Al disminuir la productividad de corte  $\varphi_i^*$ , se espera que las exportaciones aumenten según (16), ya que aumenta el rango de

---

<sup>7</sup> Con las condiciones expuestas se puede formar un sistema de 14 ecuaciones del cual la solución determina la parametrización del modelo calibrado. Los detalles específicos se encuentran en los apéndices.

<sup>8</sup> En el apéndice A se resuelven estas integrales

integración y se está integrando sobre la demanda que es siempre positiva. Intuitivamente las exportaciones aumentan por dos razones, por un lado, más firmas empiezan a exportar, por otro, las firmas exportadoras aumentan sus envíos por el aumento de la demanda asociado a la caída de tarifas. Debido a que los precios de los bienes locales en ambos países no se ven afectados directamente por las tarifas, se espera que el cambio en la producción para exportación sea mayor al cambio para producción local, con lo que se espera que la fracción del producto que corresponde a exportaciones aumente.

En la tabla 4 se muestran los resultados del modelo cuando  $\alpha = 0.66$ , el que será el caso base. Se hace distinción del valor de  $\alpha$  porque se incluye un análisis de sensibilidad de este parámetro. Entender lo que va ocurriendo mientras aumenta  $\alpha$  desde el modelo estándar de Melitz ( $\alpha = 0$ ) hasta mi modelo ( $\alpha = 0.66$ ) sirve para entender lo que ocurre por la presencia de bienes intermedios.

$\alpha = 0.66$	Pre Auto Pact	Post Auto Pact
$P_1$	0.217	0.214
$P_2$	4.41	2.10
$Y_1$	26.79	29.12
$Y_2$	0.21	0.25
$\varphi_1^*$	664.12	569.38
$\varphi_2^*$	472.05	344.84
$F_{e1}$	851.20	851.20
$F_{e2}$	21.60	21.60
$x_1$	0.03	5.11
$x_2$	0.07	0.36

**Tabla 4: Resultados de equilibrio para  $\alpha = 0.66$**

Varios efectos ocurren cuando se remueven las tarifas. Por un lado los bienes finales se vuelven más baratos para los consumidores de bienes importados, por lo que aumenta la demanda de estos. De la misma forma, como las firmas demandan bienes importados como bienes intermedios, al disminuir su precio, aumenta su demanda.

Por otro lado, al disminuir las tarifas, como se puede ver de la ecuación (2), disminuye directamente el precio del bien agregado,  $P_i$ , y como este es un insumo de las firmas, disminuyen sus costos marginales. La ecuación (17) muestra el costo marginal de una firma en el modelo; como se puede ver, es proporcional al precio del bien agregado. Luego de que caen los costos marginales, los monopolistas reducen el precio del bien que producen  $p(\omega)$  y esto a la vez causa una nueva caída del precio del bien agregado según (2). Este

ciclo se repite infinitamente, lo que representa un efecto multiplicador de los bienes intermedios en los precios, y por lo tanto, en las demandas y producto de cada una de las firmas. Este es el efecto principal de la especialización vertical, y se anula por completo en el caso en que  $\alpha = 0$ , ya que en este caso el precio de los monopolistas no depende del precio del bien agregado, como se ve en la ecuación (18).

$$CMg(\omega) = \frac{1}{\varphi} \frac{P_i^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \quad (17)$$

$$(\alpha = 0) \rightarrow CMg(\omega) = \frac{1}{\varphi} w \quad (18)$$

Se observa de la tabla 4 que  $x_1$  aumenta a 5.11 luego de la eliminación de las tarifas. Dada la definición de  $x_1$ , esto significa que las exportaciones de Estados Unidos pasan a ser más de cinco veces mayores que la producción total de Canada. Recordando que cuatro años después del tratado esta razón era de 0.4 en los datos, tenemos que el modelo hace una fuerte sobrestimación de esta fracción.

Otro efecto clave en el modelo es lo que ocurre en la distribución de firmas en cuanto a cuales exportan y cuales solo producen para sus respectivos mercados locales. Antes de la reducción de tarifas, cada firma enfrenta un costo fijo de exportación, el que es igual para todas las firmas del mismo país. Al eliminarse las tarifas, el costo fijo de exportación se mantiene igual y las utilidades de las firmas aumentan por el aumento de la demanda ocasionado por la caída de tarifas, lo que hace que la productividad de corte caiga. Luego, aumenta la masa de firmas exportadoras. Como se ve en las tablas 4, 5, 6, 7, y 8, la productividad de corte al eliminarse las tarifas cae en todos los casos estudiados. Cada tabla repite los resultados de la tabla 4 para un distinto valor de  $\alpha$ . Recordemos que el caso en que  $\alpha = 0$  es equivalente al modelo estándar de Melitz (2003).

En las cinco tablas se encuentra que el producto aumenta, y los precios agregados y productividades de corte disminuyen una vez eliminadas las tarifas, lo que es esperado. Si miramos los costos fijos de exportación, en el caso con  $\alpha = 0$  estos son mayores en Canada que en Estados Unidos, lo que se va revirtiendo al aumentar  $\alpha$  hasta que en el caso con  $\alpha = 0.66$ , estos costos pasan a ser casi 40 veces mayores en Estados Unidos.

$\alpha = 0.5$	Pre Auto Pact	Post Auto Pact
$P_1$	0.393	0.388
$P_2$	3.035	2.279
$Y_1$	10.12	10.55
$Y_2$	0.20	0.22
$\varphi_1^*$	662.94	568.36
$\varphi_2^*$	593.80	433.78
$F_{e1}$	212.87	212.87
$F_{e2}$	48.76	48.76
$x_1$	0.03	1.59
$x_2$	0.07	0.33

**Tabla 5: Resultados de equilibrio para  $\alpha = 0.5$**

Viendo la tabla 8, se observa que según el modelo estándar de Melitz los valores de  $x_1$  y  $x_2$  pasan a ser de 25 por ciento y 41 por ciento respectivamente, lo que está por debajo del aumento del comercio observado en los datos, y es una de las motivaciones a introducir bienes intermedios al modelo.

$\alpha = 0.3$	Pre Auto Pact	Post Auto Pact
$P_1$	0.457	0.449
$P_2$	1.960	1.721
$Y_1$	6.24	6.36
$Y_2$	0.22	0.25
$\varphi_1^*$	659.88	565.74
$\varphi_2^*$	625.74	457.11
$F_{e1}$	82.97	82.97
$F_{e2}$	66.00	66.00
$x_1$	0.03	0.59
$x_2$	0.07	0.35

**Tabla 6: Resultados de equilibrio para  $\alpha = 0.3$**

$\alpha = 0.1$	Pre Auto Pact	Post Auto Pact
$P_1$	0.439	0.389
$P_2$	1.57	1.14
$Y_1$	5.68	5.67
$Y_2$	0.24	0.31
$\varphi_1^*$	657.92	564.06
$\varphi_2^*$	632.34	461.93
$F_{e1}$	60.04	60.04
$F_{e2}$	70.08	70.08
$x_1$	0.03	0.32
$x_2$	0.07	0.39

**Tabla 7: Resultados de equilibrio para  $\alpha = 0.1$**

$\alpha = 0$	Pre Auto Pact	Post Auto Pact
$P_1$	0.314	0.308
$P_2$	0.868	0.816
$Y_1$	6.37	6.43
$Y_2$	0.35	0.39
$\varphi_1^*$	653.67	560.41
$\varphi_2^*$	639.71	467.31
$F_{e1}$	36.76	36.76
$F_{e2}$	73.23	73.23
$x_1$	0.03	0.25
$x_2$	0.07	0.41

**Tabla 8: Resultados de equilibrio para  $\alpha = 0$ . Modelo estándar de Melitz (2003)**

Acerca del término  $x_1$ , esto es, exportaciones de Estados Unidos sobre producto de Canada, se observa que aumenta considerablemente en todos los casos al eliminarse las tarifas, y aumenta a medida crece el valor de  $\alpha$ , llegando a valores mayores a uno cuando  $\alpha = 0.5$  y  $\alpha = 0.66$ . Esto se encuentra muy por sobre lo observado en los datos, y de este resultado podemos decir que el modelo con bienes intermedios está causando una sobre-exportación relativa de Estados Unidos. El término  $x_2$ , el cual depende de las exportaciones de Canada, también aumenta considerablemente en todos los casos al eliminarse las tarifas. Sin

embargo, en todos los casos subestima el efecto, siendo que los datos muestran que las exportaciones de Canada pasan a ser el 60% de la producción total luego de 4 años. Por este lado, podemos decir que el modelo con bienes intermedios hace una sub-estimación relativa de las exportaciones de Canada. También se observa de las tablas que, al aumentar  $\alpha$ ,  $x_2$  tiende a disminuir mientras aumenta  $\alpha$ , lo que es contrario a lo que ocurre con  $x_1$ .

Para los mayores valores de  $\alpha$ , el modelo se aleja considerablemente de los datos, como se aprecia de las tablas 4 y 5. Recordando que este parámetro fue calibrado en el caso base para igualar a la razón del costo en materiales sobre valor agregado más costo en materiales, un problema puede deberse a lo que representan los bienes intermedios en mi modelo y a que esta representación no es equivalente a esta calibración del parámetro, ya que el bien intermedio lo tomo como el mismo bien de consumo, y en la práctica un bien intermedio en la industria automotriz es una pieza de automóvil como el chasis o las puertas, los que son productos que no son demandados por los consumidores. La abstracción que hago no es realista en este sentido, pero sirve para simplificar el problema en comparación con lo que sería simular un proceso de producción de infinitas etapas.

El punto más importante de mi planteamiento que causa la sobre-exportación relativa de Estados Unidos y sub-exportación relativa de Canada es que las firmas del país con más firmas, es decir, mayor  $N_i$  (en este caso Estados Unidos), tienen una ventaja sobre las firmas del país con menos firmas, y esta ventaja se incrementa al aumentar  $\alpha$ . Lo que ocurre es que el precio agregado  $P_i$ , como se puede ver en la ecuación (19), es decreciente en la masa de firmas  $N_i$ , por lo que, en el modelo con bienes intermedios, las firmas del país con más firmas tendrán menores costos marginales que las del otro país, ya que tales firmas ocupan un bien intermedio de menor precio. Esto hace que los productos de las firmas del país con más firmas sean más demandados, con lo que aumentan sus utilidades y sus exportaciones, relativas a las firmas del otro país. La ecuación (19) es la definición del precio agregado mostrada en (2) escrita en función del término de productividad  $\varphi$ .

$$P_i = \left( \int_1^{\bar{\varphi}} p(\varphi)^{1-\sigma} \mu(\varphi) N_i d\varphi + \tau_i^{1-\sigma} \int_{\varphi_j^*}^{\bar{\varphi}} p(\varphi)^{1-\sigma} \mu(\varphi) N_j d\varphi \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (19)$$

Como se puede ver de la ecuación (17), dos firmas con el mismo nivel de productividad en Estados Unidos y Canada tendrán diferentes costos marginales debido a las diferencias en  $P_i$ .

Los resultados se aproximan más a los datos para valores de  $\alpha$  pequeños, y lo que ocurre en estos casos es que es más importante el mecanismo bajo el cual más firmas comienzan a exportar luego de la reducción de tarifas que los efectos debidos a las diferencias entre precios agregados.

Aunque los efectos encontrados por el modelo no son los deseados, la presencia de bienes intermedios en la forma en que fueron implementados crea un mecanismo bajo el cual una reducción de tarifas baja los costos marginales de las firmas, y amplifica los efectos del comercio bilateral en comparación con el modelo sin bienes intermedios ante una reducción de tarifas. Sin embargo, el modelo amplifica las diferencias relativas entre países con distinta cantidad de firmas, incrementando las exportaciones del país grande y disminuyendo las del país chico. En la tabla 9 se muestran las exportaciones netas de cada país en el modelo antes y después del tratado, comparando los resultados del modelo de Melitz con el mio. Se encuentra que los cambios relativos en comercio efectivamente favorecen al país grande. También se observa que el comercio bilateral aumenta mucho más ante la reducción de tarifas en la presencia de bienes intermedios.

		Pre Auto Pact	Post Auto Pact
$\alpha = 0$	Exportaciones USA	0.48	6.35
	Exportaciones Canada	1.13	10.30
	Comercio bilateral	1.61	16.65
$\alpha = 0.66$	Exportaciones USA	0.23	53.63
	Exportaciones Canada	0.67	3.80
	Comercio bilateral	0.9	57.43

**Tabla 9: Exportaciones netas y comercio bilateral total para  $\alpha = 0$  y  $\alpha = 0.66$**

Recapitulando esta sección, establecimos que la presencia de bienes intermedios en la forma que están planteados genera dos efectos que no están en el modelo de Melitz (2003). Por un lado, la disminución de tarifas causa una caída en  $P_i$ , lo que causa una caída en los costos marginales de las firmas, lo que causa una nueva caída de  $P_i$  y así sucesivamente. Por otro lado, las firmas de distintos países utilizan un distinto bien intermedio y la

diferencia entre sus precios se incrementa con  $\alpha$  (con  $\alpha = 0$  el costo marginal para firmas de ambos países es igual si tienen igual productividad). Esto causa que al aumentar  $\alpha$ , la demanda total de Estados Unidos aumente en términos relativos a la de Canadá, y que los costos marginales de sus firmas sean menores que los de Canadá. Este efecto es tan grande cuando  $\alpha = 0.5$  o mayor, que causa que las exportaciones de Estados Unidos sean mayores que la producción total de Canadá.

La diferencia en costos marginales explica el cambio en los costos fijos de exportación y en las productividades de corte a medida  $\alpha$  crece. Para ilustrar esto, comparemos los casos cuando  $\alpha = 0$  y  $\alpha = 0.1$  (tablas 7 y 8). Al aumentar  $\alpha$ , cambiaron los costos marginales entre las firmas de ambos países y ahora son menores en el país grande porque  $P_1 < P_2$ . El menor costo marginal causa una caída en los precios que eligen los monopolistas, lo que causa un aumento de la demanda de los consumidores y también de las firmas por los bienes del país más grande. Como en ambos casos queremos igualar la fracción  $x_1$  a 0.03, ahora necesitamos un mayor costo fijo de exportación para reducir las exportaciones. Como necesitamos un mayor costo fijo, la productividad de corte aumenta, y lo contrario ocurre en el país chico.

El trabajo abre una opción de expansión futura que podría llevar a mejores predicciones sobre los efectos del comercio en una industria caracterizada por producción en etapas como la automotriz. Como el comercio bilateral fue incrementado pero las diferencias en variables agregadas entre países fueron exaltadas, lo que ocurre debido a diferencias en costos marginales por tener dos bienes intermedios distintos, hacer que las firmas de ambos países ocupen el mismo bien intermedio haría que los costos marginales fueran iguales en firmas de igual productividad, igual que en Melitz (2003). Esto podría conseguirse imponiendo que el bien intermedio sea un agregado entre ambos bienes intermedios. En este caso se esperaría que no se incrementasen las diferencias relativas entre países y que aumente el comercio respecto al caso sin bienes intermedios.

## 6. Conclusiones

Este trabajo desarrolla un modelo estático de comercio internacional basado en Melitz (2003) en el que las firmas utilizan bienes intermedios en su función de producción. Al calibrar el modelo para la industria automotriz en Estados Unidos y Canadá en 1963, y agregando la eliminación de tarifas al comercio impuesta por el Auto Pact de 1965, el modelo sobrestima las exportaciones de Estados Unidos y subestima las de Canadá por sobre a los datos y por sobre a lo que estima el modelo de Melitz estándar, encontrando que las exportaciones de Estados Unidos pasan de ser el 3 por ciento del mercado Canadiense a sobre el 500 por ciento. El modelo exalta las diferencias relativas entre países de diferente tamaño, debido a que los bienes intermedios causan diferencias en el costo marginal de las firmas de cada país, favoreciendo a las firmas del país grande. Por otro lado, la presencia de estos bienes crea un mecanismo bajo el cual una reducción de tarifas baja los costos marginales de las firmas, y por el cual se amplifican los efectos del comercio bilateral en comparación con el modelo sin bienes intermedios. Un ambiente similar pero en el cual las firmas de ambos países utilizan los mismos bienes intermedios podría ser la solución para lograr un aumento cuantitativo del comercio que no exalte las diferencias en producción entre países de diferente tamaño.

## Referencias

Anastakis, Dimitry, 2005. Auto Pact: creating a borderless North American Auto Industry 1960-1971. University of Toronto Press Incorporated 2005.

Beigie, Carl. 1970. THE CANADA-U.S. AUTOMOTIVE AGREEMENT. Quebec: Canadian American Committee.

McElroy, James R, Creamer, John, Workman, Clark M. The Internationalization of the Automobile Industry and Its Effects on the U.S. Automobile Industry: Report on Investigation No. 332-188 Under Section 332 of the Tariff Act of 1930

Wonnacott, Paul, The United States and Canada: The Quest for Free Trade, Institute for International Economics, 1982.

Hummels, David; Rapoport, Dana and Kei-Mu Yi. "Vertical Specialization and the Changing Nature of World Trade." Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review, June 1998, 59-79.

Costas Arkolakis & Ananth Ramanarayanan, 2009. "Vertical Specialization and International Business Cycle Synchronization," Scandinavian Journal of Economics, Wiley Blackwell, vol. 111(4), pages 655-680, December.

Melitz, M. J., 2003. "The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity". Econometrica 71, 1695-1725.

Yi, Kei-Mu (2005) "Vertical Specialization and the Border Effect Puzzle" Working Paper. <http://www.philadelphiafed.org/files/wps/2005/wp05-24.pdf>

Yi, Kei-Mu (2003) "Can Vertical Specialization explain the growth in World Trade?" Journal of Political Economics 111, 52-102.

Feenstra, Lipsey, Deng, Ma, Mo, 2005 "World trade flows 1962-2000" NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH

Dixit, Avinash K, Stiglitz Joseph E. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. The American Economic Review, Vol. 67, No. 3. (Jun., 1977), pp. 297-308. Stable URL:

Rubini, Loris (2011) "Innovation and the trade elasticity" Journal of Monetary Economics 66 (2014) 32-46.

Ruhl, K.J., 2008. The International Elasticity Puzzle. Technical Report.

## Apéndice A. Demanda de bienes intermedios de las firmas

En esta sección se muestra por pasos como es resuelto el modelo expuesto en la sección 3.

A continuación nos interesa encontrar la demanda de bienes intermedios de las firmas. Para una firma del país 1 con productividad  $\varphi < \varphi_1^*$  tenemos una demanda de bienes intermedios de

$$m(\varphi) = \left( \frac{(w\alpha)}{(P_1(1-\alpha))} \right)^{1-\alpha} p(\varphi) \left[ \frac{p(\varphi)}{P_1} \right]^{-\sigma} (Q_1 + M_1)\varphi^{-1}$$

Para una firma que tiene una productividad mayor a  $\varphi_1^*$  simplemente tenemos que agregar la demanda del país extranjero.

Integrando esta expresión sobre  $\varphi$  obtenemos  $M_1$

$$M_1 = \left( \int_{\Omega_1} m(\omega) d\omega + \int_{\Omega_2} m(\omega) d\omega \right)$$

$$M_1 = \left( \int_1^{\bar{\varphi}} m(\varphi) \mu(\varphi) N_1 d\varphi + \int_{\varphi_1^*}^{\bar{\varphi}} m(\varphi) \mu(\varphi) N_1 d\varphi \right)$$

$$M_1 = \left( \int_1^{\bar{\varphi}} \left[ \left( \frac{(w\alpha)}{(P_1(1-\alpha))} \right)^{1-\alpha} p(\varphi) \left[ \frac{p(\varphi)}{P_1} \right]^{-\sigma} (Q_1 + M_1)\varphi^{-1} \right] \mu(\varphi) N_1 d\varphi \right. \\ \left. + \int_{\varphi_1^*}^{\bar{\varphi}} \left[ \left( \frac{(w\alpha)}{(P_1(1-\alpha))} \right)^{1-\alpha} p(\varphi) \left[ \frac{p(\varphi)}{P_2} \right]^{-\sigma} (Q_2 + M_2)\varphi^{-1} \right] \mu(\varphi) N_1 d\varphi \right)$$

$$M_1 = \left[ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{\varphi} \frac{P_1^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{-\sigma} \left( \frac{w\alpha}{(P_1(1-\alpha))} \right)^{1-\alpha} \frac{N_1}{(\sigma-\theta-1)^\sigma} \left\{ P_1^\sigma (Q_1 + M_1) (\bar{\varphi}^{\sigma-\theta-1} - 1) + \frac{P_2^\sigma (Q_2 + M_2)}{\tau^{\sigma_2}} (\bar{\varphi}^{\sigma-\theta-1} - \varphi_{*1}^{\sigma-\theta-1}) \right\}$$

También podemos escribir una expresión equivalente para el país 2. Sin embargo, todavía no podemos encontrar los valores de  $M_1$  y  $M_2$  sin antes encontrar  $Q_1$  y  $Q_2$ , lo que obtenemos de la restricción del consumidor. Para el individuo representativo del país 1 esta es

$$P_1 Q_1 = wL_1 + \Pi_1 + T_1$$

## Apéndice B. Beneficios de las firmas

Es necesario determinar los beneficios agregados de las firmas de cada país para determinar las demandas del consumidor. Para determinar  $\Pi_1$ , recordando de la sección 2

$$\Pi_1 = \int_{\Omega_1} \pi(\omega) d\omega = \int_1^{\bar{\varphi}} \pi(\varphi) N_1 \mu(\varphi) d\varphi$$

$$\Pi_1 = \int_1^{\bar{\varphi}} \frac{p(\varphi)q(\varphi)}{\sigma} N_1 \mu(\varphi) d\varphi$$

$$\Pi_1 = \int_1^{\bar{\varphi}} \frac{p(\varphi) \left[ \frac{p(\varphi)}{P_1} \right]^{-\sigma} (Q_1 + M_1)}{\sigma} N_1 \mu(\varphi) d\varphi + \int_{\varphi_{*1}}^{\bar{\varphi}} \left( \frac{p(\varphi) \left[ \frac{\tau_1 p(\varphi)}{P_2} \right]^{-\sigma} (Q_2 + M_2)}{\sigma} - wF_{e1} \right) N_1 \mu(\varphi) d\varphi$$

$$\Pi_1 = \left( \frac{\sigma - 1}{\sigma} \frac{\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1 - \alpha}}{w^{1 - \alpha}} \right)^{\sigma - 1} \frac{1}{\sigma} \left\{ (Q_1 + M_1) P_1^{\alpha(1 - \sigma) + \sigma} N_1 \left( \bar{\varphi}^{-\sigma - \theta - 1} - 1 \right) + \tau_1^{1 - \sigma} P_1^{\alpha(1 - \sigma)} P_2^\sigma (Q_2 + M_2) N_1 \left( \bar{\varphi}^{-\sigma - \theta - 1} - \varphi_{*1}^{-\sigma - \theta - 1} \right) \right\} - wF_{e1} N_1 \frac{\theta}{(1 - \bar{\varphi}^{-\theta})} \left( \bar{\varphi}^{-\theta} - \varphi_{*1}^{-\theta} \right)$$

La expresión para  $\Pi_2$  es análoga.

### Apéndice C. Recaudación por tarifas

Por otro lado tenemos que encontrar la recaudación por tarifas, ya que este valor es devuelto al consumidor. Notemos que las tarifas del país 1 se cobran sobre productos que son producidos por las firmas exportadoras del país 2.

$$T_1 = (\tau_1 - 1) \int_{\varphi_2^*}^{\bar{\varphi}} p(\varphi) q(\varphi) \mu(\varphi) N_1 d\varphi$$

Reemplazando para  $q(\varphi)$

$$T_1 = (\tau_1 - 1) \int_{\varphi_2^*}^{\bar{\varphi}} p(\varphi) \left[ \frac{\tau_1 p(\varphi)}{P_1} \right]^{-\sigma} (Q_1 + M_1) \mu(\varphi) N_1 d\varphi$$

Finalmente reemplazando para  $p(\varphi)$  e integrando se obtiene

$$T_1 = \left[ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{\varphi} \frac{w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{1-\sigma} \tau_1^{-\sigma} [(Q_1 + M_1) P_1^\sigma P_2^{(1-\sigma)} (\bar{\varphi}^{\sigma-\theta-1} - \varphi_{*2}^{\sigma-\theta-1}) (\tau_1 - 1)]$$

La expresión para  $T_2$  es análoga.

#### Apéndice D. Costo fijo de exportación y productividad de corte

Hay una relación directa entre costo fijo de exportación y productividad de corte, la que podemos encontrar fácilmente considerando que una firma del país 1 con productividad  $\varphi_1^*$  está indiferente entre exportar y no exportar. Esto significa que  $\pi(\varphi_1^*) = 0$ , con lo que

$$\frac{p(\varphi_1^*)q(\varphi_1^*)}{\sigma} - wF_{e1} = 0$$

$$\frac{p(\varphi_{*1}) \left[ \frac{\tau_1 p(\varphi_1^*)}{P_2} \right]^{-\sigma} (Q_2 + M_2)}{\sigma} - wF_{e1} = 0$$

Reemplazando para los precios obtenemos

$$\frac{\left[ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{\varphi_1^*} \frac{P_1^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{1-\sigma} \left[ \frac{\tau_1}{P_2} \right]^{-\sigma} (Q_2 + M_2)}{w\sigma} = F_{e1}$$

## Apéndice E. Precio agregado

El precio agregado  $P_1$  en términos de  $\varphi$  es

$$P_1 = \left( \int_1^{\bar{\varphi}} p(\varphi)^{1-\sigma} \mu(\varphi) N_1 d\varphi + \tau_1^{1-\sigma} \int_{\varphi_2^*}^{\bar{\varphi}} p(\varphi)^{1-\sigma} \mu(\varphi) N_2 d\omega \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$$

Reemplazando para precios individuales y la función de densidad de probabilidad es directo resolver estas integrales, ya que son polinomios de  $\varphi$ . Se obtiene

$$P_1^{1-\sigma} \frac{\sigma - 1}{\sigma} \frac{\alpha^\alpha (1 - \alpha)^{1-\alpha}}{w^{1-\alpha}} = P_1^{\alpha(1-\sigma)} N_1 \left( \bar{\varphi}^{\sigma-\theta} - 1 \right) + \tau_1^{1-\sigma} P_2^{\alpha(1-\sigma)} N_2 \left( \bar{\varphi}^{\sigma-\theta} - \varphi_{*2}^{\sigma-\theta} \right)$$

Considerando que tenemos una ecuación análoga para el país 2, tenemos un sistema no lineal de dos ecuaciones, con lo que podemos obtener  $P_1$  y  $P_2$ .

## Apéndice F. Solución del modelo

El objetivo es obtener valores de las variables agregadas  $P_i, P_j, Q_i, Q_j, M_i, M_j, \Pi_i, \Pi_j, T_i$ , y  $T_j$ . Considerando la restricción presupuestaria de los consumidores, podemos obtener 10 ecuaciones para estas variables. Sin embargo, no conocemos ni los costos fijos de exportación ni las productividades de corte, por lo que faltan 4 ecuaciones. Dos de estas son las relaciones entre costos fijos de exportación y productividad de corte del apéndice D. Las últimas dos ecuaciones son las razones entre exportaciones, importaciones, y producción agregada que se exponen después del párrafo siguiente.

Los valores de los costos fijos de exportación se eligen de manera de que la razón entre las exportaciones en Canada y la producción local de Canada, y la razón entre las exportaciones de Estados Unidos y la producción local de Canada sean iguales en el modelo y en los datos antes del Auto Pact. Se busca igualar

$$\frac{\text{Exportaciones de Estados Unidos}}{\text{Producto total de Canada}} = 0.03$$

$$\frac{\text{Exportaciones de Canada}}{\text{Producto total de Canada}} = 0.07$$

Donde las exportaciones y el producto son

$$\text{Exportaciones de Estados Unidos} = \int_{\varphi_1^*}^{\bar{\varphi}} q(\varphi)\mu(\varphi)N_1 d\varphi$$

$$\text{Producto total de Canada} = \int_1^{\bar{\varphi}} q(\varphi)\mu(\varphi)N_2 d\varphi$$

Resolviendo estas integrales se obtiene

$$\begin{aligned} \text{Exportaciones de Estados Unidos} \\ = \int_{\varphi_1^*}^{\bar{\varphi}} p(\varphi_{*1}) \left[ \frac{\tau_1 p(\varphi_{*1})}{P_2} \right]^{-\sigma} (Q_2 + M_2) \frac{\theta}{(1 - \bar{\varphi}^{-\theta})} \varphi^{-\theta-1} N_1 d\varphi \end{aligned}$$

$$= \frac{P_2^\sigma}{\left[ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{\varphi_{*1}} \frac{\tau_1 P_1^\alpha W^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^\sigma} \frac{(Q_2 + M_2) N_1}{\sigma - \theta} \frac{\theta}{(1 - \bar{\varphi}^{-\theta})} (\bar{\varphi}^{\sigma-\theta} - \varphi_{*1}^{\sigma-\theta})$$

De forma similar se obtiene la producción total de Canada.

Producto total de Canada

$$= \frac{P_2^\sigma}{\left[ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{\varphi_{*1}} \frac{P_2^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^\sigma} \frac{(Q_2 + M_2)N_2}{\sigma - \theta} \frac{\theta}{(1 - \bar{\varphi}^{-\theta})} (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta} - 1)$$

## Apéndice G. Sistema de ecuaciones final

Para resumir se exponen a continuación todas las ecuaciones necesarias para resolver el modelo directamente. Estas pueden ser resueltas con la parametrización utilizada para replicar los resultados mostrados en este trabajo.

$$1. P_1^{1-\sigma} \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}}{w^{1-\alpha}} = P_1^{\alpha(1-\sigma)} N_1 (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta} - 1) + \tau_1^{1-\sigma} P_2^{\alpha(1-\sigma)} N_2 (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta} - \varphi_{*2}^{\sigma-\theta})$$

$$2. P_2^{1-\sigma} \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}}{w^{1-\alpha}} = P_2^{\alpha(1-\sigma)} N_2 (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta} - 1) + \tau_2^{1-\sigma} P_1^{\alpha(1-\sigma)} N_1 (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta} - \varphi_{*1}^{\sigma-\theta})$$

$$3. M_1 = \left[ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{\varphi} \frac{P_1^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{-\sigma} \left( \frac{w\alpha}{(P_1(1-\alpha))} \right)^{1-\alpha} \frac{N_1}{(\sigma-\theta-1)\sigma} \left\{ P_1^\sigma (Q_1 + M_1) (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta-1} - 1) + \frac{P_2^\sigma (Q_2 + M_2)}{\tau_2^\sigma} (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta-1} - \varphi_{*1}^{\sigma-\theta-1}) \right\}$$

$$4. M_2 = \left[ \frac{\sigma}{\sigma-1} \frac{1}{\varphi} \frac{P_2^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{-\sigma} \left( \frac{w\alpha}{(P_2(1-\alpha))} \right)^{1-\alpha} \frac{N_2}{(\sigma-\theta-1)\sigma} \left\{ P_2^\sigma (Q_2 + M_2) (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta-1} - 1) + \frac{P_1^\sigma (Q_1 + M_1)}{\tau_1^\sigma} (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta-1} - \varphi_{*2}^{\sigma-\theta-1}) \right\}$$

$$5. P_1 Q_1 = wL_1 + \Pi_1 + T_1$$

$$6. P_2 Q_2 = wL_2 + \Pi_2 + T_2$$

$$7. \Pi_1 = \left( \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}}{w^{1-\alpha}} \right)^{\sigma-1} \frac{1}{\sigma} \left\{ (Q_1 + M_1) P_1^{\alpha(1-\sigma)+\sigma} N_1 (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta-1} - 1) + \tau_1^{1-\sigma} P_1^{\alpha(1-\sigma)} P_2^\sigma (Q_2 + M_2) N_1 (\bar{\varphi}^{-\sigma-\theta-1} - \varphi_{*1}^{\sigma-\theta-1}) \right\} - wF_{e1} N_1 \frac{\theta}{(1-\bar{\varphi}^{-\theta})} (\bar{\varphi}^{-\theta} - \varphi_{*1}^{-\theta})$$

8. 
$$\Pi_2 = \left( \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{\alpha^\alpha (1-\alpha)^{1-\alpha}}{w^{1-\alpha}} \right)^{\sigma-1} \frac{1}{\sigma} \left\{ (Q_2 + M_2) P_2^{\alpha(1-\sigma)+\sigma} N_2 \left( \bar{\varphi}^{\sigma-\theta-1} - 1 \right) + \tau_2^{1-\sigma} P_2^{\alpha(1-\sigma)} P_1^\sigma (Q_1 + M_1) N_2 \left( \bar{\varphi}^{\sigma-\theta-1} - \varphi_{*2}^{\sigma-\theta-1} \right) \right\} - w F_{e2} N_2 \frac{\theta}{(1-\bar{\varphi}^{-\theta})} \left( \bar{\varphi}^{-\theta} - \varphi_{*2}^{-\theta} \right)$$
9. 
$$T_1 = \left[ \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1}{\varphi} \frac{w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{1-\sigma} \tau_1^{-\sigma} [(Q_1 + M_1) P_1^\sigma P_2^{(1-\sigma)} \left( \bar{\varphi}^{\sigma-\theta-1} - \varphi_{*2}^{\sigma-\theta-1} \right) (\tau_1 - 1)]$$
10. 
$$T_2 = \left[ \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1}{\varphi} \frac{w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{1-\sigma} \tau_2^{-\sigma} [(Q_2 + M_2) P_2^\sigma P_1^{(1-\sigma)} \left( \bar{\varphi}^{\sigma-\theta-1} - \varphi_{*1}^{\sigma-\theta-1} \right) (\tau_2 - 1)]$$
11. 
$$\frac{\text{Exportaciones de Canada}}{\text{Producto total de Canada}} = 0.07$$
12. 
$$\frac{\text{Exportaciones de Estados Unidos}}{\text{Producto total de Canada}} = 0.03$$
13. 
$$13. \frac{\left[ \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1}{\varphi_{*1}} \frac{P_1^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{1-\sigma} \left[ \frac{\tau_1}{P_2} \right]^{-\sigma} (Q_2 + M_2)}{w^\sigma} = F_{e1}$$
14. 
$$14. \frac{\left[ \frac{\sigma-1}{\sigma} \frac{1}{\varphi_{*1}} \frac{P_2^\alpha w^{1-\alpha}}{\alpha^\alpha (1-\alpha)^\alpha} \right]^{1-\sigma} \left[ \frac{\tau_2}{P_1} \right]^{-\sigma} (Q_1 + M_1)}{w^\sigma} = F_{e2}$$

Resolviendo este sistema de ecuaciones se encuentra el equilibrio de la economía antes de la reducción de tarifas, incluyendo los valores calibrados de los costos fijos de exportación  $F_{e1}$  y  $F_{e2}$ . Una vez se tienen estos valores, se resuelve para el equilibrio después del tratado, en que las tarifas son iguales a 1. En este caso se eliminan las ecuaciones 11 y 12.