

Universidad ORT Uruguay

Facultad de Administración y Ciencias Sociales

Impacto de los tratados de libre comercio
en el comercio de mercancías
contaminantes entre países de altos y
bajos ingresos

Entregado como requisito para la obtención del título de Master en Economía

Adrián Giorello

Nro. de estudiante: 180871

Tutor: Francisco Rosas

2018

Declaración de autoría

Yo, Adrián Eduardo Giorello Zorrilla, declaro que el trabajo que se presenta en esta obra es de mi autoría.

Aseguro, bajo mi entera responsabilidad, que:

- La obra fue producida en su totalidad mientras realizaba el trabajo final de la Maestría en Economía
- Cuando he consultado trabajos publicados por otros, lo he atribuido con claridad;
- Cuando he citado obras de otros autores, he indicado las fuentes. Con excepción de dichas citas, la obra es enteramente mía;
- En la obra, he acusado recibo de las ayudas recibidas;
- Cuando la obra se basa en trabajo realizado conjuntamente con otros, he explicado claramente qué parte fue contribuida por dichos terceros, y qué parte fue contribuido por mí.
- Ninguna parte de este trabajo ha sido publicada previamente a su entrega.


Adrián Giorello
4603.631-8

7 de Marzo de 2018

Dedicatoria y agradecimientos

A mi novia, Florencia Ares, y al resto de mi familia por el apoyo permanente y el incentivo a terminar la investigación. A mi tutor, Francisco Rosas por los consejos y el tiempo dedicado.

Resumen

Desde hace veinte años el mundo está asistiendo a una incesante proliferación de acuerdos comerciales bilaterales. Ello impone diversos retos tanto a economistas como a *policymakers*. Uno de éstos es el estudio de su perfil contaminador. ¿Incentivan los TLC el comercio de mercancías en cuya elaboración se emplean procesos contaminantes? Y de ser así, en términos medioambientales, ¿es indiferente para un país firmar un TLC con un país de similar o de diferente nivel de renta?

En este trabajo se avanza en dos sentidos con el objetivo de brindar respuestas a estas inquietudes. En una primera instancia se provee una revisión de la literatura que se ha desarrollado en torno al impacto de los tratados de libre comercio en los niveles de contaminación. Se hace especial énfasis en los trabajos que estudian cómo los TLC incrementan el comercio de los países miembros; cuáles son las alternativas señaladas por la literatura para medir la contaminación derivada de los flujos comerciales; cuáles son las vías de impacto a través de las cuales los TLC ejercen presión en el medio ambiente; y finalmente las herramientas econométricas que permiten evaluar empíricamente este impacto.

En segundo término se analiza empíricamente si los TLC entre países con diferentes niveles de renta per cápita incentivan el comercio de mercancías contaminantes en mayor medida que la de no contaminantes. La hipótesis de investigación que guía este trabajo es que (1) los TLC tienen impactos en el comercio de bienes contaminantes y (2) que el signo de este impacto depende de la desigualdad de ingreso entre los signatarios. En línea con la Hipótesis de los Paraísos de Contaminación se sostiene que el país de ingresos más altos reduce las exportaciones de bienes contaminantes mientras que el país de ingresos más bajo las aumenta.

Empleando un modelo de estimación similar al propuesto por Silva y Tenreyro (2006), pero ampliado para dar cuenta de los efectos que se pretende evaluar, se encuentra que de hecho los TLC tienen un impacto en el comercio de bienes contaminantes y que este depende de la desigualdad de ingreso entre el par de socios comerciales. Sin embargo, contrariamente a lo sostenido en la hipótesis de investigación, se encontró que la firma de un TLC se asocia con una disminución de las exportaciones de bienes contaminantes del país pobre al rico y con un aumento de las exportaciones de bienes contaminantes del país rico al pobre.

Contenido

Resumen.....	4
Capítulo 1. Motivación.....	8
Capítulo 2. Ensayo de revisión bibliográfica: Tratados de libre comercio y contaminación.....	12
I. Introducción.....	12
II. ¿Qué son los TLC y cuáles son sus efectos en el comercio?.....	13
III. Comercio y contaminación: ¿Qué contaminación medimos?.....	20
IV. Apertura comercial y contaminación: Evolución de la Teoría.....	22
IV.1. Primeros desarrollos.....	22
IV.2. Auge de los TLC y renovado interés en la materia.....	24
IV.2.A. Hipótesis del desplazamiento de las industrias.....	25
IV.2.B. Hipótesis de los Paraísos de Contaminación.....	27
IV.2.C. Derechos de propiedad y patrones de comercio.....	28
IV.2.D. Difusión de Tecnologías.....	28
V. Aplicación de instrumentos de valuación de impacto de políticas comerciales.....	29
V.1. ¿Qué son los Modelos Gravitacionales?.....	30
V.2. Recientes desarrollos en la implementación empírica de Modelos Gravitacionales..	31
VI. Referencias bibliográficas.....	35
Capítulo 3. ¿Tienen los tratados de libre comercio impacto en el comercio de bienes contaminantes? Un análisis por desigualdad de renta.....	39
I. Introducción.....	39
II. Una revisión de literatura sobre la relación entre comercio y contaminación: desarrollos teóricos y metodológicos.....	41
II.1. Breve introducción: ¿qué son los TLC? ¿cómo afectan al comercio?.....	41
II.2. Primeros desarrollos teóricos en torno a la relación entre regulación ambiental y el comercio.....	48
II.3. Década del 90: auge de los TLC y nuevos desarrollos teóricos.....	50
II.3.A. Hipótesis del desplazamiento de las industrias.....	51
II.3.B. Hipótesis de los Paraísos de Contaminación.....	53

II.3.C.	Derechos de propiedad y patrones de comercio	53
II.3.D.	Difusión de Tecnologías.....	54
II.4.	Aplicación de instrumentos de valuación de impacto de políticas comerciales.....	54
II.4.A.	¿Qué son los Modelos Gravitacionales?	56
II.4.B.	Algunas precauciones a la hora de emplear los modelos gravitacionales	57
III.	Enfoque metodológico	58
III.1.	Fundamentos de la ecuación gravitacional.....	59
III.2.	Método de estimación utilizando efectos fijos por países.....	62
III.2.A.	El problema de los flujos comerciales nulos	64
III.2.B.	¿En qué consiste y como soluciona el problema de los flujos comerciales nulos la estimación mediante Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud?	65
III.2.C.	El problema de la endogeneidad	68
III.3.	Especificación del modelo gravitacional empleado	69
III.3.A.	Sobre la incorporación países con diferentes relaciones de ingreso per cápita.	70
III.3.B.	Sobre la incorporación de diferentes tipos de bienes.....	72
III.4.	Especificaciones de datos y criterios metodológicos utilizados	75
IV.	Resultados y discusión.....	79
IV.1.	¿Cuánto se ajusta el modelo gravitacional tradicional estimado a la teoría?	80
IV.2.	Modelo gravitacional ampliado: ¿los TLC entre países de diferentes niveles de desarrollo tienen impacto diferentes en el comercio de bienes contaminantes?	83
IV.3.	¿Cuál es la dirección del impacto de los TLC en el comercio de bienes contaminantes?	85
V.	Conclusiones	89
VI.	Anexos	93
VI.1.	Anexo 1: Salidas regresiones estimadas	93
VI.2.	Anexo 2: Tres escenarios alternativos para la estimación de efectos parciales.	94
VII.	Referencias Bibliográficas	95

Capítulo 1. Motivación

¿Tienen los tratados de libre comercio impacto en el comercio de bienes contaminantes?

Desde la Segunda Guerra Mundial hasta la década del 80 el desarrollo de los Tratados de Libre Comercio (TLC) se dio a la par de la evolución de las negociaciones multilaterales en el marco del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT). Ambos fueron fuerzas que apuntaron a alcanzar un mercado mundial más amplio y abierto (Krugman, 1991)¹. Sin embargo, a partir de entonces ambos tomaron caminos divergentes: mientras el GATT presentó serias dificultades para lograr avances en el ámbito multilateral, los tratados de libre comercio proliferaron por doquier (Krugman, 1991).

De acuerdo a la Organización Mundial del Comercio (OMC), de 1948 a 1994 el (GATT) recibió 124 notificaciones de TLC y uniones aduaneras. Sin embargo, desde la creación de la OMC en 1995 hasta fines de 2015 se recibieron más de 400 ("Regional Trade Agreements: facts and figures", 2015). Ello se traduce en que un importante porcentaje del comercio mundial se realiza fuera del marco del multilateralismo.

Ello tiene diversos impactos en la economía que desde diferentes áreas de la economía teórica y empírica se han procurado analizar. Por mencionar algunos, se ha analizado la relación entre éstos y el volumen de comercio, el crecimiento, la distribución de la riqueza, etc. Lo que se propone en este caso es analizar el impacto de los TLC en el medio ambiente. En particular, se echa luz sobre un aspecto de esta relación: ¿Tienen los TLC impacto en el comercio de mercancías contaminantes? De ser así, ¿el sentido del impacto depende de la desigualdad de los ingresos promedio de los países?

En particular, la hipótesis de estudio que se somete a prueba es que los TLC entre países con diferentes niveles de renta favorecen un patrón de comercio en el que el país con mayor ingreso, incrementa sus exportaciones de productos contaminantes al país de menor ingreso. Esta hipótesis está alineada con la Hipótesis de los Paraísos de Contaminación: los países ricos se especializarían en la producción de bienes limpios mientras que los pobres en la de bienes contaminantes². Implícitamente, esto indicaría que la diferencia en la tensión regulatoria pesaría más que las ventajas comparativas en la producción de mercancías.

¹ Paul Krugman señala que la marcha de los acuerdos comerciales regionales y las negociaciones multilaterales en el marco del GATT "pueden ser mejor vistos como complementarios antes que sustitutos - como dos aspectos de una marcha global hacia un mercado mundial cada vez más abierto".

² A grandes rasgos, ésta sostiene que conforme se reducen los aranceles y las barreras al movimiento de capitales las industrias contaminantes se trasladan desde los países cuya regulación ambiental es rígida, típicamente los países ricos, a aquellos donde es más laxa, es decir los países pobres.

No obstante, cabe la posibilidad que la abundancia relativa de recursos, en otros, determine que las ventajas comparativas en la producción de mercancías pese más que diferencias en la regulación ambiental. Bajo estas circunstancias, cabría esperar que un TLC incremente las exportaciones de bienes contaminantes del país rico al pobre y las de bienes no contaminantes del país pobre al rico.

La metodología que se propone emplear considera un modelo gravitacional ampliado. A grandes rasgos, los modelos gravitacionales tradicionales explican el volumen de comercio entre un par de países en función del volumen de sus respectivas economías y de la distancia que los separa. Algunas investigaciones emplean, además, algunas otras variables que dan cuenta de otras dimensiones de los costos de comerciar entre un par de países. Por mencionar algunas, el compartir origen colonial, idioma, frontera, o tener vigente un acuerdo de libre comercio.

En esta investigación se empleará un modelo gravitacional ampliado de dos bienes, uno contaminante y otro no, y en el que, además de las variables señaladas, se incorpore una medida de la desigualdad de ingresos entre ambos países. De esta forma, la ecuación gravitacional a estimar será la siguiente:

$$M_{ijk} = \exp(\beta_0 + \beta_1 Y_i + \beta_2 Y_j + \beta_3 L_i + \beta_4 L_j + \beta_5 D_{ij} + \beta_6 TLC_{ij} + \beta_7 cont_{ij} + \beta_8 lang_{ij} + \beta_9 ccol_{ij} + \beta_{10} col_{ij} + \beta_{11} landlock_{ij} + \beta_{12} Des_{ij} + \beta_{13} TLC_{ij} * Des_{ij} + \beta_{14} Contamin_k + \beta_{15} TLC_{ij} * Contamin_k + \beta_{16} Des_{ij} * Contamin_k + \beta_{17} Des_{ij} * Contamin_k * TLC_{ij} + I_j + I_i + I_t)$$

Donde: M_{ijk} son las importaciones del país i provenientes del país j de la mercancía k , con $k = \{contaminante, no\ contaminante\}$, Y_i y Y_j es el PIB del país i y j respectivamente, L_i y L_j es el población del país i y j respectivamente, D_{ij} es la distancia que los separa, TLC_{ij} es una variable binaria indica si entre ambos países haya un TLC vigente, $cont_{ij}$ es una variable binaria que indica si ambos países con contiguos, $lang_{ij}$ es una variable binaria que indica si comparten idioma, $ccol_{ij}$ es una variable binaria que indica si ambos países comparten origen colonial, col_{ij} es una variable binaria que indica si uno es actual colonia del otro, mientras que $landlock_{ij}$ es una variable binaria que indica si alguno de los países no tiene salida al mar.

Este modelo se diferencia de los modelos gravitacionales tradicionales por la inclusión de las variables Des_{ij} , $Contamin_k$. La primera es una variable categórica ordenada que toma el valor 1 si existe desigualdad de ingreso entre ambos países y esta favorece al importador, 0 si no la hay, y -1 si esta favorece al exportador. Por su parte, $Contamin_k$ es una variable binaria que toma el valor 1 en caso que la mercancía sea contaminante y cero en caso contrario. Asimismo, se incluyen las interacciones entre éstas, y entre éstas y TLC_{ij} . I_t es una serie de variables binarias, que representan efectos fijos temporales.

La estimación, siguiendo los desarrollos empíricos más recientes, se realizará empleando datos de panel con efectos fijos por países y efectos temporales. Los

efectos fijos por países se utilizan con dos objetivos. Por un lado, se utilizan para dar cuenta de la Resistencia Multilateral al Comercio (RMC). Puesto en breve, la RMC indica que el costo de comerciar entre un par de países depende, también, de qué tan fácil/difícil es comerciar con el resto de los países. A modo de ejemplo, Bélgica y Holanda comerciarían mucho más entre ellas si en vez de estar rodeadas por dos grandes economías, como los son Francia y Alemania, fueran dos islas en el medio del océano.

Por otro lado, éstos ayudan a solucionar el problema de la endogeneidad que pudiera surgir en dicha ecuación producto de la omisión de variables relevantes. Dado que éstos capturan todos los efectos inobservables de los países, cualquier variable omitida determinada únicamente por el país i será captada por I_i .

Por último, en línea con la literatura vigente en torno a la estimación de modelos gravitacionales con datos de panel, se empleará el enfoque de estimación propuesto por Silva y Tenreyro (2006). Estos autores sostienen que los modelos gravitacionales son intrínsecamente heteroscedásticos y que en este contexto la estimación se debe realizar empleando la estimación de Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud.

Lo que sigue del trabajo se organiza de la siguiente forma. En el capítulo 2, se presenta una revisión de literatura en torno a la relación entre TLC y contaminación. Posteriormente, en el Capítulo 3 se evalúa empíricamente si tal relación existe y cuál es su signo.

Referencias bibliográficas

Anríquez, Gustavo. "Trade and the Environment: An Economic Literature Survey." *University of Maryland, Department of Agricultural and Resource Economics Working Papers*, no. 28598 (2002).

Antweiler, W., Copeland, B, Taylor, M. "Is Free Trade Good for the Environment?," 1998.

Copeland, Brian R., and M. Scott Taylor. "North-South Trade and the Environment." *The Quarterly Journal of Economics*, 1994, 755–87.

Copeland, Brian R., and M. Scott Taylor. "Trade and the environment. Theory and evidence." Peinceton University Press, 2003.

Krugman, Paul. "The Move toward Free Trade Zones." *Economic Review* 76, no. 6 (1991): 5.

Maddison, A. "*Historical Statistics of the World Economy*". (2008)

Pethig, Rüdiger. "Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage." *Journal of Environmental Economics and Management* 2, no. 3 (1976): 160–69.

Silva, J. S., y Tenreyro, S. "The Log of Gravity." *The Review of Economics and Statistics* 88, no. 4 (2006): 641–58.

Capítulo 2. Ensayo de revisión bibliográfica: Tratados de libre comercio y contaminación

I. Introducción

De acuerdo a Organización Mundial del Comercio (OMC), de 1948 a 1994 el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) recibió 124 notificaciones de tratados de libre comercio (TLC) y uniones aduaneras. Sin embargo, desde la creación de la OMC en 1995 hasta fines de 2015 se recibieron más de 400 (“Regional Trade Agreements: facts and figures”, 2015). Ello se traduce en que un importante porcentaje del comercio mundial se realiza fuera del marco del multilateralismo, y hace sumamente relevante la siguiente pregunta: ¿afectan los TLC al medio ambiente? Responder esta pregunta es apenas echar luz sobre una de las tantas aristas de esta tendencia que está cambiando la forma en que se materializa el comercio mundial.

Emprender una revisión de la literatura que se desarrollado en torno a este tema implica recorrer el camino desde la pregunta más básica a la más específica. Primero, ¿afecta la rebaja de los aranceles positivamente al comercio? ¿la firma de un TLC tiene efectos positivos y significativos en el comercio? Confirmar ello, nos acercará un paso en encontrar una respuesta dentro de la literatura a la pregunta que se plantea en el título.

La siguiente cuestión a abordar gira en torno a cómo la literatura ha identificado cuáles son los flujos comerciales más contaminantes. Veremos que la literatura ha propuesto diferentes aproximaciones metodológicas en la identificación de las industrias más contaminantes, y por ende, los flujos comerciales industriales.

Una vez realizada la elección de la alternativa metodológica más adecuada para la identificación de los flujos comerciales más contaminantes y probado que los TLC efectivamente incrementan el comercio, aquella investigación que pretenda estudiar el impacto de los TLC en medio ambiente deberá responder la siguiente cuestión: ¿cuáles son los canales a través de los cuales el incremento del comercio tiene efectos en el medio ambiente? El presente ensayo no pretende contestar esta respuesta empíricamente, sino realizar una revisión de las diferentes respuestas que la teoría económica ha esbozado: desde los primeros desarrollos en la temática en la década del setenta, cuando se procuraba evaluar el efecto de la regulación ambiental en el comercio, hasta los años noventa cuando el renovado interés en la temática hizo surgir un conjunto de teorías que procuraron explicar esta relación desde diferentes aristas.

Finalmente, responder la pregunta del título implicará contrastar la vía de impacto teórica escogida con la empiria. Para ello, en la última sección de este capítulo se provee un revisión de los métodos empíricos más empleados para evaluar el efecto

de los TLC en el medio ambiente, así como sus inconvenientes y los recientes desarrollos que tienden a solucionarlos.

Lo que sigue del trabajo se estructura en torno a cinco secciones. La sección dos define qué son los TLC y provee una reseña de sus impactos en los niveles de comercio. En la siguiente sección se brinda una revisión de las diferentes formas en las que se puede medir la contaminación por rama industrial. La cuarta sección se concentra en reseñar los aportes de diversos autores que desde los años setenta se han concentrado en la relación entre comercio y medio ambiente y el renovado interés que experimentó la materia a partir de los años noventa. En la quinta sección se reseñan los métodos empíricos más utilizados para evaluar el impacto expost de los TLC en el comercio de bienes. Finalmente, la sección seis concluye.

II. ¿Qué son los TLC y cuáles son sus efectos en el comercio?

Desde la Segunda Guerra Mundial hasta la década del 80 el desarrollo de TLC se dio a la par de la evolución de las negociaciones multilaterales en el marco del GATT, en el sentido de lograr un mercado mundial más amplio y abierto (Krugman, 1991)³. Sin embargo, a partir de entonces ambos tomaron caminos divergentes: mientras el GATT presentó serias dificultades para lograr avances en el ámbito multilateral, los tratados de libre comercio proliferaron por doquier (Krugman, 1991).

A grandes rasgos, la liberalización del comercio que se experimentó desde la Segunda Guerra Mundial ocurrió, aunque con diferentes énfasis y ritmos, en alguna de estas tres grandes formas (Zhu y Boskin, 2013):

- i. Negociaciones multilaterales: Son aquellas negociaciones que se dan en el marco de la OMC o GATT e incluyen a la mayoría de los países. Con algunas excepciones, las medidas que se toman en el ámbito multilateral obligan a todos los países.
- ii. Acuerdos de Libre Comercio: por lo general estos acuerdos eliminan aranceles, cuotas a la importación, y cualquier otro tipo de preferencia en la mayoría (si no todos) de los bienes y servicios transados. Mediante la eliminación de las tarifas, los países miembros del TLC son exonerados de la aplicación del tratamiento de Nación más Favorecida (NMF)⁴. Se

³ Paul Krugman señala que la marcha de los acuerdos comerciales regionales y las negociaciones multilaterales en el marco del GATT "pueden ser mejor vistos como complementarios antes que sustitutos - como dos aspectos de una marcha global hacia un mercado mundial cada vez más abierto".

⁴ En virtud de la aplicación del tratamiento NMF, los países miembros de la OMC se obligan a establecer igual trato a todos sus pares. Es decir, si se concede a un país una ventaja especial, se tiene que hacer lo mismo con los demás miembros de la OMC. Esta norma no aplica en el caso de los TLC, en el caso que un

pueden encontrar dos tipos de TLC:

- a. Acuerdos de Libre Comercio Regionales: Son acuerdos multilaterales que en general son firmados por países vecinos. Como ejemplo se pueden citar el Tratado de Libre Comercio de América del Norte que involucra a Canadá, Estados Unidos y México.
- b. Acuerdos de Libre Comercio Bilaterales: Se trata de acuerdos firmados entre dos partes donde cada parte puede ser un país, un bloque comercial, o un grupo informal de países.

Entre los economistas es bastante aceptado que el comercio internacional debería ser libre. Por ejemplo, Kearyl et. al. (1979) muestran que el 97% de los economistas encuestados en 1976 están de acuerdo, aunque en algunos casos con reparos, en que los aranceles y las cuotas a las importaciones reducen el bienestar económico general. En un estudio posterior, Alston et. al. (1992) muestran que el 93% estaba de acuerdo con esta sentencia en 1990. Sin embargo, ¿qué nos dice la evidencia empírica al respecto?; ¿La reducción de los aranceles en el ámbito multilateral favorece el comercio?; ¿cuál es el efecto de los tratados de libre comercio en el comercio?

Comencemos por el punto más general, ¿cuál es el efecto que la reducción de los aranceles tiene en el comercio? La teoría indica que una reducción de aranceles hace disminuir el precio doméstico del bien importado y que genera un aumento de las cantidades importadas. Realizando una simple extrapolación de este razonamiento, cuando las reducciones de aranceles se procesan a nivel global, el comercio mundial debería incrementarse.

Ahora bien, si ello es así, aquellos países que se adhieren a la Organización Mundial del Comercio (OMC) deberían experimentar un incremento de su comercio exterior, ya que como se señalaba anteriormente, el país debe recibir y otorgar el trato de NMF, lo que implica una caída tanto de los aranceles aplicados como de los recibidos. Sin embargo, contrariamente a lo que se esperaría, en un artículo con bastantes repercusiones, Rose (2002) señala que una vez que se controla por un conjunto de variables típicas de los modelos gravitacionales⁵ (como ser PIB, distancia entre ambos países, leguaje común, frontera compartida, etc.), el pertenecer a la OMC o GATT previamente, no tiene efectos significativos en el comercio.

Veamos qué herramientas se aplicaron para arribar a esta inesperada conclusión. En una primera instancia utiliza un modelo gravitacional, una metodología estándar en el análisis del comercio exterior, pero con un variación: al conjunto de

país ofrezca trato preferencial a países en desarrollo o en el caso que se impongan obstáculos a productos que se consideren competencia desleal proveniente de países específicos.

⁵ En la sección "Aplicación de instrumentos de valuación de impacto a políticas comerciales" se ahonda en la caracterización de estos modelos.

variables estándar típicas de los Modelos Gravitacionales que anteriormente se mencionaron, agregan un par de variables binarias que establecen si el par de países pertenecen a la OMC y si un país es miembro y el otro no. Una vez que realizan las regresiones correspondientes encuentran que los coeficientes asociados a estas dos variables no son significativamente diferentes de cero. Sin embargo, Rose (2002) en una segunda aproximación aplica análisis de eventos para evaluar si ingresar a la OMC tiene efectos significativos en el comercio alrededor de la fecha de ingreso. Si bien cuando se analizan los flujos de comercio bilateral se encuentra un efecto positivo significativo, cuando se controla por las variables que usualmente se incluyen en los modelos gravitacionales y se analiza el residuo de la regresión, se encuentra que el efecto se diluye pasando a ser no significativo. En definitiva, una vez descontados los efectos estándar en el comercio de las variables típicas de los modelos gravitacionales, los países que pertenecen a la OMC (y su predecesora GATT) no muestran mayores niveles de comercio que los no pertenecientes.

Esta controversial conclusión, que fue calificada por su autor como un "interesante misterio", luego fue objeto de más profundos análisis por diversos autores. El primero a señalar es el de Tomz, Goldstein y Rivers (2004). Ellos encuentran que el error de Rose (2002) estuvo en clasificar como no miembros a un conjunto de países que tienen derechos y obligaciones ante la OMC. De esta forma, se sesgaba hacia abajo la estimación del efecto del GATT en el comercio, ya que un conjunto de los miembros que habían incrementado su comercio debido al GATT u OMC fueron clasificados como no miembros. Pero, ¿cuáles fueron estos grupos de países que fueron incorrectamente clasificados? Según los autores, las normas del GATT aplican no sólo para sus miembros formales, sino que también a tres categorías de miembros no participantes. Ciertas colonias, Estados recientemente formados y miembros provisorios del GATT, si bien no se incluyen en la lista de miembros formales del GATT, son alcanzados por sus derechos y obligaciones. Los autores encuentran que cuando se incluye como miembros a estos países, los resultados son contundentes en señalar que el GATT y posteriormente la OMC fueron fuertes impulsores del comercio internacional. En particular, el efecto es un 62% de aumento del comercio bilateral cuando los dos países son miembros formales del GATT y 75% superior en el caso de que uno sea un miembro formal y el otro un participante no miembro. En ambos casos, el efecto se mide con respecto al comercio bilateral de países no participantes del GATT.

Otro de los artículos que salió al cruce de Rose (2002) fue Subramanian y Wei (2007). Estos autores centran su crítica en dos direcciones: por un lado, relacionado al enfoque econométrico, dichos autores señalan que la ecuación gravitacional anclada en la teoría debe ser estimada usando efectos fijos por países. Por otro lado, en lo que hace a la teoría económica, los autores señalan que se debe tomar en cuenta la forma asimétrica en la que la OMC y su predecesora GATT efectivizó la liberalización del comercio mundial⁶. De esta forma, una vez que incorporan estos dos aspectos, su

⁶ Los autores señalan tres tipos de asimetrías: entre países desarrollados y no desarrollados; entre países en desarrollo que se unieron a la OMC antes de la Ronda Uruguay y aquellos que los hicieron posteriormente; y finalmente entre los sectores en los que la OMC fue más efectiva en la reducción de los aranceles (agricultura, textiles y vestimenta) y aquellos en los que ha sido menos efectiva.

análisis muestra que la OMC de hecho fue un fuerte impulsor del comercio mundial: las importaciones mundiales se incrementaron en un 44%.

Finalmente cabe señalar la crítica que realizan Helpman, Melitz y Rubinstein (2007). Estos autores apuntan su crítica contra el uso de un simple modelo gravitacional en el que sólo se evalúan los casos en los que el par de países tiene valores positivos de comercio. En efecto, los autores apuntan que al dejar de lado los casos en los que el comercio es nulo se pierde importante información y se sesgan los resultados (de hecho, del conjunto de par de países en el mundo, la mitad muestra comercio nulo). Así, desarrollan un modelo teórico con fundamentos microeconómicos a nivel de firma en el que se introducen fricciones en el comercio para que se permita que haya tanto comercio nulo como positivo. A su vez, como cada firma opera a diferentes niveles de productividad, sólo las más productivas son capaces de exportar. Por lo tanto, la estimación es realizada mediante un procedimiento en 2 etapas: en la primera ecuación determina a través de un Probit si un par de países se "seleccionan" para comerciar entre ellos (margen extensivo) y en la segunda se estima en volumen de comercio entre el par de socios comerciales (margen intensivo). Los autores encuentran que el pertenecer a la OMC tiene un fuerte y estadísticamente significativo efecto en el hecho de que un par de países se seleccionen como socios comerciales (margen extensivo), así como que incrementen su flujo comercial (margen intensivo): cuando dos países se unen a la OMC, la probabilidad de comerciar uno con el otro se incrementa en un 15%, mientras que el flujo comercial de dos miembros de la OMC es 42% superior al de dos pares de países no miembros.

Ahora bien, ya hemos visto que el comercio se vio impulsado por la rebaja de tarifas y barreras al comercio producto de las negociaciones multilaterales en el ámbito del GATT/OMC. Pero ¿cuáles son los efectos de los TLC en el comercio?

Una herramienta comúnmente usada con el fin de echar luz sobre esta cuestión son nuevamente los modelos gravitacionales. Si bien, como fuera visto previamente, estos modelos fueron utilizados para analizar los efectos del multilateralismo en el comercio, y como se verá más adelante también fueron aplicados para estudiar el efecto del comercio en el medio ambiente, su origen estuvo circunscrito al estudio de los efectos de los tratados de libre comercio en los flujos comerciales.

Tinbergen (1962) fue el primero en utilizar la ecuación gravitacional en un análisis econométrico para estudiar el efecto de los TLC en el comercio bilateral de países. Desde entonces se ha convertido en el camino por el que transitan un gran número de investigaciones sobre comercio internacional. Volviendo a su análisis, lo que el autor hizo fue incluir dentro del modelo gravitacional una variable binaria que tomaba el valor 1 en que entre los dos países exista un TLC y 0 en caso contrario. Este análisis fue realizado para dos tratados de libre comercio obteniendo similares resultados: en el caso de la British Commonwealth el efecto asociado a su pertenencia es del 5%, mientras que el efecto en el comercio bilateral asociado a pertenecer al Benelux (la unión aduanera y económica compuesta por Bélgica, los Países Bajos y Luxemburgo) es del 4%. Si bien se trata de resultados estadísticamente significativos, se puede apreciar que en ambos casos el impacto del TLC en el comercio bilateral no es de gran cuantía.

En la misma línea se han realizado diversos estudios que, también, usando el modelo Gravitacional buscan evaluar el impacto de los TLC en el flujo comercial bilateral. Sin embargo, los resultados lejos de ser concluyentes, se han mostrado incapaces de encontrar evidencia en el mismo sentido, ya sea efectos significativos positivos o negativos, incluso para el mismo acuerdo comercial. A modo de ilustrativo, más abajo se considerará un conjunto de estudios que procuran analizar el efecto del establecimiento de la Comunidad Europea en el comercio de sus miembros y se mostrará cómo aún refiriéndose al mismo tratado comercial arriban a conclusiones divergentes. Nos referimos a Aitken (1973), Abrams (1980), y Brada y Mendez (1985) quienes encuentran efectos estadística y económicamente significativos en el comercio bilateral de la Comunidad Económica Europea (CEE) y a Bergstrand (1985) y Frankel, Stein y Wei (1995) que encuentran efectos no significativos para el mismo acuerdo comercial.

Comencemos por aquellos que encuentran efectos positivos y significativos en el comercio. Aitken (1973) estudia el efecto de la CEE y de la Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA)⁷ a través de un modelo gravitacional en el que se incorpora una variable binaria que toma valor 1 en caso que el par de países sean signatarios de la CEE⁸ (para hacerlo comparable con los estudios que se reseñarán posteriormente, únicamente se referirá a la CEE). Estas ecuaciones se corren para cada uno de los años en los que la CEE estuvo en vigor, 1959-1967, y se compara con los 8 años previos. Los resultados muestran que en los años previos a la firma del tratado los resultados no son significativos, mientras que una vez que se signa el acuerdo estos pasan a ser positivos y significativos. Ello muestra que la entrada en vigor del Tratado de Roma, a través del cual se constituye la CEE tuvo un efecto positivo en el comercio de sus miembros.

Por otro lado, Abrams (1980) procurando estudiar el efecto de la volatilidad e incertidumbre del tipo de cambio en el comercio bilateral, deja al descubierto algunos puntos que vienen a colación. Empleando un modelo gravitacional en el que, además de la variables tradicionales y dos variables que procuran cuantificar la volatilidad e incertidumbre de la evolución del tipo de cambio, el autor incorpora una variable binaria que indica si el par de socios comerciales pertenece a la CEE. Las estimaciones de las regresiones corridas en el período 1973-1976 muestran un efecto positivo y significativo de la CEE en el comercio entre sus miembros.

Brada y Mendez (1980) emplean un modelo gravitacional que analiza los procesos de integración de 6 acuerdos comerciales: Mercado Común

⁷ La EFTA surgió como una alternativa para aquellos países que prefirieron no ingresar a la CEE. Entró en vigor en 1960, siendo por ese entonces compuesta por Austria, Dinamarca, Gran Bretaña, Noruega, Portugal, Suecia y Suiza. En 1961 se incorporó Finlandia, en 1970 Islandia y en 1991 Liechtenstein. Sin embargo con la entrada en vigor de la CEE fue perdiendo importancia a la par que algunos miembros se retiraban del acuerdo: en 1973 abandonan Gran Bretaña y Dinamarca, en 1986 Portugal y finalmente en 1995 lo hacen Austria, Suecia y Finlandia.

⁸ Tanto Aitken (1973) como Abrams (1980) realizan el mismo ejercicio para el EFTA encontrando efectos positivos y significativos en el comercio bilateral. Sin embargo, a efectos de la contrastación de resultados con los siguientes estudios reseñados, únicamente se reportarán los resultados sobre la CEE.

Centroamericano, Asociación Latinoamericana de Libre Comercio, Pacto Andino, Consejo de Asistencia Económica Mutua, Comunidad Económica Europea y la Asociación Económica de Libre Comercio. A diferencia de Abrams (1980) no incluyen ninguna medición de la volatilidad del tipo de cambio, pero en cambio incorporan un par de variables categóricas que indican si el par de países pertenece al mismo acuerdo comercial y, por otro lado, si alguno pertenece a algún acuerdo (aunque pueda no ser el mismo que su socio). La metodología que emplean es estimación *cross-section* para los años 1970, 1973 y 1976 para cada uno de los acuerdos mencionados arriba. Los autores encuentran que los acuerdos de integración comercial tienen un efecto positivo y significativo en los flujos comerciales tanto para la CEE como para el EFTA⁹.

Sin embargo, como se mencionara anteriormente, el efecto de los tratados de libre comercio en el flujo de bienes no siempre estuvo exento de cuestionamientos. Bergstrand (1985) provee fundamentos teóricos microeconómicos para concluir que la ecuación gravitacional no es otra que la forma reducida de un modelo de equilibrio parcial en el comercio de bienes diferenciados por nacionalidad. En esta forma reducida, además de aquellas variables típicas de los modelos gravitacionales, se incluyen 2 variables: precio y tipo de cambio. Sin embargo, a diferencia de Abrams (1980) la variable tipo de cambio se toma en niveles (logarítmicos) y no en varianzas. Una vez que es contrastado empíricamente, el modelo se muestra ambiguo para explicar el efecto de la Comunidad Económica Europea en el comercio; esto es, mientras se llega a resultados significativos para los años 1965 y 1966, los efectos son no significativos en 1975 y 1976.

Sin embargo, quizás sean más elocuentes los resultados a los que arriban Frankel, Stein y Wei (1995). Estos autores analizan los efectos de siete TLC en el comercio bilateral en los años 1965, 1970, 1975, 1980, 1985 y 1990. Los autores encuentran que para los años evaluados los resultados son significativos y del signo esperado sólo en los casos del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico y en el del Grupo Económico de Asia del Este. Por otro lado, la evidencia es ambigua en el caso de la Comunidad Europea, siendo sólo significativos en los años 1985 y 1990. Finalmente, los resultados no son significativos en los casos del EFTA y el NAFTA en ninguno de los años evaluados.

Así, lejos de poder concluir sobre los impactos de los TLC sobre el comercio *en abstracto* vemos que aunque se trate de un mismo acuerdo de libre comercio, se encuentra evidencia de efectos significativos positivos, negativos y no significativos.

Sin embargo, hay una carencia común en todos los estudios reseñados arriba: en todos ellos la variable binaria TLC aparece como variable exógena en el lado derecho de la ecuación. Sin embargo, esta variable binaria aleatoria posiblemente no sea tan exógena como se supuso: podría ser factible que los países se enrolen en TLC por algún motivo que esté relacionado al nivel de comercio que se tiene con la otra parte. Si ello es así, las estimaciones ordinarias serán sesgadas e inconsistentes, lo cual

⁹Aunque escapa a la presente línea argumental cabe mencionar que dichos coeficientes además son significativos para el resto de los acuerdos mencionados.

implicaría que los flujos de comerciales entre pares de países con acuerdos comerciales son sobre o sub-estimados.

Algunos artículos ya dieron cuenta de esta cuestión. Baier y Bergstrand (2002) fue uno de los primeros artículos en proveer argumentos sosteniendo que la variable binaria TLC puede ser endógena en la estimación de la ecuación gravitacional. En efecto, sostienen que la estimación de dicha ecuación puede presentar errores de medición, sesgo de simultaneidad y variables omitidas (principalmente sesgo de selección). Dentro de estas, los autores apuntan sus baterías en enfrentar el sesgo de selección: los tratados de libre comercio, por lo general, apuntan a entendimientos más allá de la eliminación de aranceles a las importaciones, abarcando un conjunto de medidas no-arancelarias que entorpecen el comercio. En la medida en que el GATT y la OMC en la era post guerra han tenido cierto éxito en la rebaja de aranceles, las medidas no arancelarias se han tornado relativamente más determinantes en obstaculizar el comercio. Por lo tanto, debido a que un país obtiene más ganancia de la firma de un TLC cuanto más restrictivas fueran las medidas no arancelarias de su par previo a su firma, los países seleccionarían con quien firmar TLC de acuerdo al nivel de barreras no arancelarias. Para enfrentar estos inconvenientes, los autores emplean variables instrumentales, encontrando que cuando se toma en cuenta la existencia de endogeneidad (principalmente proveniente de la existencia de sesgos de selección), la presencia de un TLC incrementa el comercio bilateral entre los miembros en 75% respecto a cuando no se toma en cuenta la existencia de la misma: en promedio, cuando no se toma la existencia de endogeneidad, los TLC incrementan el comercio en 23%, mientras que cuando se controla por sesgo de selección, el mismo asciende a 92%.

Magee (2003) retoma los argumentos de Baier y Bergstrand (2002) para aportar evidencia en el sentido de que la variable TLC es endógena en la ecuación gravitacional. Los argumentos econométricos que utiliza a la hora de estimar el Modelo de mínimos cuadrados no lineales en dos etapas. Dentro de las variables que más inciden a la hora de explicar la formación de un TLC se encuentran el comercio bilateral entre ambos miembros: un incremento de un desvío estándar en los flujos comerciales incrementa la probabilidad de pertenecer a un acuerdo comercial en 18% (situando el resto de las variables en sus respectivas medias). Sin embargo, a diferencia de Baier y Bergstrand (2002), Magee (2003) encuentra que una vez que se da cuenta de la existencia de endogeneidad del TLC, los efectos estimados de éstos en los flujos comerciales son altamente sensibles a las variables incluidas en la especificación del modelo, incluso a aquellas de las que económicamente no cabría esperar un efecto importante.

Sin embargo, quizás es Baier y Bergstrand (2007) el artículo que echa más luz sobre la cuestión. Una vez que se proveen argumentos para sospechar de la existencia de endogeneidad, los autores ensayan tres métodos alternativos de dar cuenta de esta: variables instrumentales, función de control y datos de panel. Usando variables instrumentales y funciones de control arriba a los mismos resultados que Magee (2003): ante la presencia de endogeneidad, estas técnicas no proveen estimaciones estables del efecto del TLC. Sin embargo, una vez que se emplea datos de panel en diferencias los resultados dejan de ser sesgados y pasan a mostrar que los TLC tienen

significativos impactos positivos en el comercio bilateral: al cabo de 15 años, el comercio bilateral registra un incremento del 86%, lo cual es seis veces superior al estimado usando Mínimos Cuadrados Ordinarios.

A modo de repaso, durante esta sección se definió qué son los TLC y cómo éstos se comparan con los ámbitos de negociación multilaterales. Posteriormente se repasó la discusión sobre si la rebaja de aranceles incentiva el comercio o no. En una primera instancia se analizó en el ámbito multilateral y posteriormente se pasó al plano de las negociaciones bilaterales: ¿son los TLC dinamizadores del comercio bilateral? Si bien en un principio la evidencia empírica mostró, en el mejor de los casos, resultados ambiguos, una vez que se da cuenta de la existencia de endogeneidad, los resultados pasaron a ser concluyentes: los TLC generan incrementos en el comercio bilateral.

III. Comercio y contaminación: ¿Qué contaminación medimos?

¿Cómo se puede tener una idea de la magnitud de la contaminación incorporada en los flujos comerciales entre dos países? Este es un punto crucial en la identificación del patrón de comercio de productos contaminantes.

Al emprender esta tarea se pueden adoptar dos enfoques (Grether y Melo, 2003). Un primer enfoque delimita lo que son industrias "sucias" y "limpias" en base a los costos de reducción de la contaminación: las industrias más sucias son aquellas que enfrentan mayores costos, e inversamente, aquellas más limpias son las que tienen menores costos. El segundo enfoque deja de lado los costos de reducción de la contaminación y apunta a la emisión de partículas contaminantes. Aquí nuevamente se abren dos caminos. Por un lado, la medición directa de emisiones contaminantes, (típicamente dióxido de azufre), y por otro lado la medición no directa, la cual clasifica las industrias contaminantes de acuerdo a un índice de emisiones (por ejemplo emisiones en el agua, aire y metales pesados) y utiliza el mismo ranking para todos los países.

Adoptar un enfoque basado en los costos de reducción de la contaminación o en la emisión de contaminantes conduce a una clasificación similar (Grether y Melo, 2003). De hecho, cinco de las seis industrias más "sucias" de acuerdo a un enfoque basado en el índice de emisiones coinciden con aquellas más "sucias" de acuerdo a la alternativa de costos de reducción de la contaminación.

Dicho esto se abre una segunda disyuntiva: ¿medición directa de la contaminación o medición directa de la producción? Si se mide de forma directa la contaminación, nos centraremos, por ejemplo, en el nivel de emisiones de dióxido de azufre de la Industria de Hierro y Acero en un país determinado y podremos obtener una medida de qué tan contaminante es dicha industria en el país calculando, por ejemplo, el cociente emisiones/nivel de producto. Alguno de las investigaciones que

emplearon este enfoque son Grossman y Krueger (1995), Dean (2002) y Antweiler, Copeland y Taylor (1998).

Este enfoque tiene algunas ventajas (Grether y Melo, 2003): las emisiones se miden directamente en cada sitio y por ende, no se asume que la intensidad de la contaminación en cada industria es la misma entre países. Sin embargo, esto se puede tornar en una desventaja si uno está interesado en estudiar los patrones de comercio de productos sucios o la relocalización de las industrias más contaminantes entre países: la medición de los niveles de producción quedan subordinados a la medición de los niveles de contaminación.

Medir de forma directa los flujos comerciales (e indirectamente el nivel de contaminación contenidos en ellos) a través de algún índice de contaminación de los flujos comerciales ha sido el camino emprendido en diversos estudios que procuran analizar la existencia de paraísos de contaminación. Algunos ejemplo de ello son: Maniy Wheeler (1999) quienes emplean un índice compuesto de emisiones contaminantes basado en Hettige, Martin, Singh, y Wheeler (1995); Hettige, Lucas y Wheeler (1992) que emplean un índice de emisiones tóxicas basado en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos; Tobey (1990) que emplea un índice ordinal del 1 al 7; Van Beers y Van den Bergh (1997) que emplean un índice de contaminación compuesto compilado con datos de la OECD. A diferencia de aquellos estudios que miden directamente la contaminación, cuando se apunta a medir la producción de forma directa, el mismo índice de contaminación por industria se aplica en todos los países.

Tomemos por ejemplo Mani y Wheeler (1999) quienes, estudiando la presencia de la Hipótesis de los Paraísos de Contaminación, elaboraron un ranking de las industrias más contaminantes. Usando datos de emisiones de industrias en los Estados Unidos a nivel de tres dígitos de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (ISIC) Segunda Revisión, los autores elaboran un ranking de las diez industrias más contaminantes de acuerdo al nivel de contaminación que generan en el agua, el aire y metales pesados.

Tabla 1: Ranking de industrias de acuerdo al nivel de contaminación. Fuente: Mani y Wheeler (1999)

Ranking	Agua	Aire	Metal	General
1	371. Industrias básicas de hierro y acero	371. Industrias básicas de hierro y acero	372. Industrias básicas de metales no ferrosos	371. Industrias básicas de hierro y acero
2	372. Industrias básicas de metales no ferrosos	372. Industrias básicas de metales no ferrosos	371. Industrias básicas de hierro y acero	372. Industrias básicas de metales no ferrosos
3	369. Fabricación de otros productos minerales no metálico	341. Fabricación de papel y productos de papel	351. Fabricación de sustancias químicas industriales	351. Fabricación de sustancias químicas industriales
4	354. Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón	390. Otras industrias manufactureras	323. Industria del cuero y productos de cuero y sucedáneos de cuero y pieles, excepto el calzado y otras	353. Refinerías de petróleo
5	341. Fabricación de papel y productos de papel	351. Fabricación de sustancias químicas industriales	361. Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	369. Fabricación de otros productos minerales no
6	353. Refinerías de petróleo	352. Fabricación de otros productos químicos	381. Fabricación de productos metálicos, exceptuando	341. Fabricación de papel y productos de papel
7	351. Fabricación de sustancias químicas industriales	313. Industrias de bebidas	355. Fabricación de productos de caucho	352. Fabricación de otros productos químicos
8	352. Fabricación de otros productos químicos	311-312 Fabricación de productos alimenticios.	383. Construcción de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros	355. Fabricación de productos de caucho
9	331. Industria de la madera y productos de madera y de corcho, excepto muebles	355. Fabricación de productos de caucho	382. Construcción de maquinaria, exceptuando la eléctrica	323. Industria del cuero y productos de cuero y sucedáneos de cuero y pieles, excepto el calzado y otras
10	362. Fabricación de vidrio y productos de vidrio	353. Refinerías de petróleo	369. Fabricación de otros productos minerales no	381. Fabricación de productos metálicos, exceptuando

Como se mencionara más arriba, de emprender este camino y tomar el top 5 de industrias más contaminantes de acuerdo a este ranking, se estará a su vez tomando 5 de las 6 industrias más contaminantes de acuerdo a los costos de reducción de la contaminación. Estas industrias son: industrias básicas de hierro y acero, industrias básicas de metales no ferrosos, fabricación de sustancias químicas industriales, fabricación de otros productos minerales no metálicos y fabricación de papel y productos del papel.

Una pregunta que se desprende de lo anterior es si este ranking, que fuera elaborado en base a la intensidad de contaminación de las industrias de Estados Unidos puede ser aplicado a países en desarrollo, los cuales probablemente dispongan de una tecnología de producción, y por lo tanto niveles de contaminación, diferente. De acuerdo a Hettige et al. (1995) este ranking de industrias contaminantes se podría aplicar tanto a países desarrollados como en desarrollo. Si bien es probable que la intensidad de la contaminación sea mayor en un país en desarrollo que en uno no desarrollado, el ranking de las industrias más contaminantes probablemente conserve las posiciones relativas.

IV. Apertura comercial y contaminación: Evolución de la Teoría

IV.1. Primeros desarrollos

Los primeros intentos de explicar los efectos de la apertura comercial en la contaminación surgen en los años 70. En aquel entonces, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) erigió lo que sería la primera política ambiental en los países miembros¹⁰. El hecho de que esta política sólo se circunscriba a los países miembros fomentó debates sobre sus consecuencias en la economía y el empleo. En efecto, según señala Anriquez (2002), se sostenía que esta política haría migrar las industrias reguladas hacia países no miembros de la OCDE, que por ende, no eran alcanzados por las medidas de esta. Sin embargo, este fue sólo el primer impulso que dio nacimiento a una vasta literatura que se ha desarrollado desde la década del setenta a la fecha y tiene como principal protagonista a la relación entre comercio y medio ambiente.

En un principio, motivados por las regulaciones ambientales que se erigían desde la OCDE, los economistas procuraron analizar los efectos de la política ambiental en el comercio. Pethig (1976) realizó uno de los principales desarrollos teóricos de ese entonces. Usando un modelo Ricardiano de dos países, con dos sectores en competencia perfecta y dos insumos (trabajo y emisiones contaminantes) mostró que en presencia de diferentes regulaciones ambientales el país con una regulación más laxa se va a especializar en la producción del bien más contaminante, mientras que el otro lo hará en la producción del bien más limpio.

Otro de los tempranos desarrollos fue Siebert (1977) quien expandió el análisis al considerar un sólo insumo que puede ser utilizado en la producción de dos bienes transables o en la reducción de la polución. El modelo concluye que cuando un país se especializa en la producción y exportación de un bien contaminante, y se abandonan las actividades de reducción de la contaminación, se erosionan las ganancias del comercio al punto que las pérdidas a causa de la contaminación podrían ser mayores que las ganancias del comercio, reduciendo por ende el bienestar. Por su parte, el país que importa el bien intensivo en contaminación se ve beneficiado no sólo a causa del comercio, sino también de la reducción del daño ambiental al interior de sus fronteras, ya que el bien intensivo en contaminación que consume es producido por su par comercial.

Sin embargo, ¿qué pasaría si el *policy-maker* buscando mitigar los efectos adversos del incremento de la contaminación introduce un impuesto a las exportaciones del bien intensivo en contaminación? En este caso, el impuesto haría que se reduzca la ventaja comparativa en la producción del bien contaminante, lo que produciría que se desvíen recursos de su producción hacia otros usos, reduciéndose su producción, pero también contrayéndose las exportaciones. Ello produciría dos efectos contrapuestos: por un lado la reducción de la producción del bien contaminante generaría efectos positivos en el medio ambiente y por lo tanto en el bienestar, pero por otro, la erosión de las ventajas comparativas reduciría el comercio, contrayéndose las ganancias derivadas del comercio. El caso en el que el gobierno gravara su

¹⁰ En 1970 se crea el Comité Ambiental (hoy en día Comité de Política Ambiental). En 1971 este Comité comienza a trabajar siendo sus mayores preocupaciones, en ese entonces, el uso de pesticidas y bifenilopoliclorados en el agua y el manejo de la calidad del aire urbano, el transporte, el ruido y las cuencas.

producción al punto que este bien no se exporte, el nivel de bienestar coincidirá con el de autarquía. De esta forma, el impuesto incrementará el bienestar siempre y cuando el impuesto (medido como la cantidad de bienes contaminantes que se dejan de producir) sea menor al daño ambiental evitado. Esto es una conclusión sumamente relevante: el impuesto al bien intensivo en contaminación, aún disminuyendo las ganancias del comercio, puede incrementar el bienestar vía contaminación evitada. Este resultado depende del supuesto de que la contaminación impacta directamente en la función de bienestar social.

Si se considera que la contaminación tiene impactos negativos en la función de producción de las empresas, el impuesto a la exportación de bienes contaminantes tiene, además, otros efectos. Utilizando este supuesto, Siebert (1987) introduce la contaminación como un insumo negativo en la función de producción de las empresas. Con ello, el impuesto sobre el bien intensivo en contaminación permite una expansión de la frontera de posibilidades de producción de los otros bienes.

McGuire (1982), usando un modelo tipo Heckscher-Ohlin, también arriba a la misma conclusión. Considera dos sectores de producción: el bien X y el Y. En la producción de ambos bienes se utiliza capital y trabajo. Sin embargo, el bien X utiliza como insumo, además, el medio ambiente ya que en su producción se generan desechos contaminantes. En este sentido, el bien X se convierte en contaminante. El productor del bien X produce hasta el punto en que el valor del producto marginal del insumo "medio ambiente" es igual a su costo, lo cual, en ausencia de regulación es igual a 0. Si el gobierno fija alguna regulación ambiental que limite la emisión de contaminación, el costo relativo de producir X en términos de Y se incrementa, ya que se deben destinar insumos capital y trabajo a la reducción del daño ambiental y/o implementar tecnologías más limpias para obtener el mismo nivel de producción. En este caso cabe distinguir dos situaciones: si la regulación es impuesta coordinadamente, en el sentido de que se igualan los costos de contaminar en el par de socios comerciales, entonces sucede que en ambos países las retribuciones al factor usado de forma más intensiva en el sector regulado decrece al tiempo que el otro factor es el que se beneficia. Este resultado coincide con el obtenido cuando se aplica esta medida en autarquía. Por otro lado, en el caso que la medida no se implemente coordinadamente (i.e. el costo oportunidad de contaminar en ambos países es diferente), ya no se igualan el precio de los factores de producción en ambos países. Esto implica que si estamos frente a una economía pequeña que enfrenta precios de sus productos fijos, las restricciones a la contaminación deprimen el precio del factor usado intensamente en el bien contaminante de forma tal que cuando se contrae la producción, los recursos liberados en la industria contaminante son absorbidos por la otra.

IV.2. Auge de los TLC y renovado interés en la materia

Durante la década de los 80's, estas discusiones perdieron vigor al influjo de una recesión global que captó la mayor atención de los economistas (Anriquez, 2002).

Sin embargo, a partir de los 90's la relación entre comercio y medio ambiente recobra cada vez mayor relevancia. Al impulso de una mayor actividad económica que genera crecientes presiones en los recursos naturales, y una creciente apertura que retroalimenta la primera, surgen dos movimientos globales: por un lado, brotan los movimientos anti-globalización que se oponen a la creciente integración global bajo la preocupación de que la puja por captar una mayor porción de la inversión global derive en la reducción de los estándares ambientales nacionales. Desde la otra vereda, el movimiento pro-libre comercio se defiende sosteniendo que una mayor integración daría paso a un mayor crecimiento, generando incrementos en los ingresos, mejorando las condiciones laborales de los trabajadores y los estándares de la política ambiental. Un tanto más alejados del acalorado, y a veces dogmático debate, desde la academia diversos economistas dieron surgimiento a una vasta literatura que trata de comprender los enlaces entre comercio y medio ambiente, los efectos de uno sobre el otro, procurando establecer las condiciones bajo las cuales una mayor integración comercial sería beneficiosa para el comercio, el medio ambiente, y el bienestar en general.

A partir de entonces proliferan un conjunto de investigaciones que procuran explicar el impacto de la apertura comercial a través de diferentes aristas.

IV.2.A. Hipótesis del desplazamiento de las industrias

Se habla de desplazamiento de industrias cuando cambios en la estructura productiva de un país desarrollado no son acompañados por cambios equivalentes en su estructura de consumo. En estos casos el desplazamiento de industrias se procesa a través de la exportación de las industrias más contaminantes a los países en desarrollo.

Sobre comienzos de la década de los noventa, cuando los tratados de libre comercio bilaterales comenzaban a ganar terreno, Grossman y Krueger (1991) elaboran un reporte para la conferencia que discutía el acuerdo de libre comercio entre Estados Unidos y México. En dicho documento proponen descomponer el impacto de la liberalización comercial en el medio ambiente en tres efectos: Efecto Escala, Efecto Técnica y Efecto Composición. A través de este último transita la explicación sobre el desplazamiento de industrias. A continuación se provee una breve explicación de cada uno de estos tres efectos para pasar posteriormente al abordaje de la teoría detrás del desplazamiento de industrias.

Por un lado señalan que se produce un *Efecto Escala*: si la liberalización comercial genera un incremento de la actividad económica vía mayor consumo e inversión, y si no se modifica la naturaleza de esta expansión, se termina ejerciendo una presión negativa en el medio ambiente. Por otro lado, según señalan, luego de la liberalización comercial el producto no se produce necesariamente de la misma forma: nuevas empresas se instalan con más modernas y limpias tecnologías, especialmente en los países menos desarrollados, y por otro lado, al incrementar el ingreso se generan mayores presiones para aprobar regulaciones más estrictas sobre la forma de

producir. Este es el *Efecto Técnica* y señala que el nivel de contaminación por unidad de producto se reduce con la liberalización comercial.

Finalmente, la apertura comercial lleva a que cada país se especialice en la producción de los bienes en los que goza ventajas comparativas. Si estas ventajas comparativas residen fuertemente en diferencias en la regulación ambiental, entonces la apertura comercial conducirá a mayores niveles de contaminación en aquellos países con regulaciones ambientales más laxas. Por otro lado, si las ventajas comparativas son de corte más tradicional (abundancia relativa de factores de producción y tecnología), la cuestión se vuelve ambigua. Este es el tercer efecto que los autores encuentran al considerar el impacto de la liberalización comercial sobre el medio ambiente y lo denominan *Efecto Composición*.

Este tercer efecto habla de la relocalización de industrias como respuesta a diferencias en las regulaciones ambientales. Uno de los exponentes teóricos más importantes de esta línea de investigación son Copeland y Taylor (1994) quienes procuran brindarle respaldo teórico a esta clasificación netamente empírica. Para ello desarrollan un modelo de equilibrio general estático, en el que hay dos países que producen un continuum de bienes que transan debido a diferencias en la política ambiental derivadas de los diferentes niveles de ingreso: la política ambiental será más estricta en el país rico (al cual los autores denominan "Norte") que en el pobre ("Sur"). La novedad es que dicha investigación por primera vez cuantificó el impacto de la liberalización comercial en términos de los tres efectos reseñados arriba: Efecto Escala, Efecto Técnica y Efecto Composición.

Los autores procuran responder la siguiente cuestión: en el contexto del modelo explicitado sumariamente arriba, ¿qué efectos tiene en la contaminación que ambos países impongan aranceles "eficientes" en el sentido de que equivalen al daño marginal de contaminar? Muestran que incluso ante regulaciones ambientales idénticas (en el sentido de que ambos gravan la contaminación al daño marginal) se puede expulsar industrias fuera de países cuando dos países parten de diferentes niveles de ingreso: el país más rico (al que ellos denominan "Norte") se especializa en industrias "limpias", mientras que el más pobre ("Sur") en industrias "sucias".

Bajo los supuestos del modelo, el comercio incrementa el nivel de actividad y ello genera un incremento de los niveles de emisión de contaminantes (Efecto Escala). Frente a ello, el Gobierno incrementa el impuesto ambiental, con lo que consigue reducir la producción de bienes contaminantes y la adopción de técnicas de producción más limpias (Efecto Técnica). Como el Gobierno es capaz de fijar el impuesto igual al daño marginal de la contaminación, ambos efectos se neutralizan. Por lo tanto, el efecto neto de la apertura comercial sobre la contaminación estará dado por el signo del Efecto Composición. ¿Qué industrias ganan terreno en el "Norte" y cuáles en el "Sur"? Dado que en autarquía el precio relativo de la contaminación es más alto en el "rico" Norte que en el "pobre" Sur, las industrias intensivas en contaminación se van a trasladar desde el Norte al Sur, mientras que inversamente, aquellas industrias más limpias lo harán desde el Sur al Norte. Ello redundará en un incremento de los niveles de contaminación en el Sur y una contracción en el Norte.

Por otro lado, siempre que el comercio no iguale los precios de los factores de producción en el Norte y en Sur, la contaminación global se incrementará.

En síntesis, la Hipótesis del desplazamiento de industrias establece que frente al incremento de los niveles de ingreso los países desarrollados fijan regulaciones ambientales cada vez más estrictas. Ello se traduce en cambios en la estructura productiva que no necesariamente son acompañados por la estructura de consumo: se producen menores cantidades de bienes contaminante pero no necesariamente se consumen menos. Ello, en definitiva, culmina con la reubicación mundial de las actividades contaminantes en los países en desarrollo.

IV.2.B. Hipótesis de los Paraísos de Contaminación

La Hipótesis de los Paraísos de Contaminación (HPC) se refiere a la posibilidad de que las industrias intensivas en contaminación se trasladen a países en desarrollo con el fin de tomar ventaja de sus estándares ambientales frágiles (Dinda, 2004). La HPC establece que estándares ambientales bajos constituyen una fuente de ventaja comparativa y por lo tanto un factor que altera los patrones de comercio. A la diferencia de la Hipótesis del Desplazamiento de Industrias, que centra el análisis en el reforzamiento de las regulaciones ambientales de los países desarrollados como respuesta a una población que reclama un ambiente más limpio, en la HPC se hace énfasis en el hecho de que los países en desarrollo reducen sus regulaciones ambientales para captar mayores niveles de inversión (Anriquez, 2002).

Uno de los estudios que brindan mayor respaldo teórico a la HPC es Antweiler, Copeland y Taylor (1998). Estos autores introducen una variante a Copeland y Taylor (1994): además del ingreso, el cual al igual que en su anterior modelo determina la política ambiental, señalan que el perfil contaminador del comercio de un país también puede estar determinado por la abundancia relativa de factores. En efecto, las industrias más intensivas en capital son las que presentan niveles superiores de contaminación, mientras que las intensivas en mano de obra son más limpias. Bajo estas consideraciones, los autores encuentran que un país *suficientemente* rico se especializará en la producción de bienes limpios en línea con la hipótesis de los paraísos de contaminación. Mientras que en uno *suficientemente* abundante en capital, consideraciones respecto a la abundancia relativa de factores pesarán más que diferencias de ingresos y por tanto se especializará en la producción de bienes contaminantes. La falencia del modelo es que no provee una definición concreta de lo que es "suficientemente rico" y "suficientemente abundante en capital".

Hasta ahora se han reseñado de forma sumaria un conjunto de investigaciones teóricas cuyo denominador común es el abordaje de los efectos del comercio internacional en el medio ambiente producto de diferencias en la regulación ambiental. Sin embargo, existen otro conjunto de motivos que pueden alterar los patrones de comercio y la ubicación de industrias. En el apartado que sigue se abordará el papel de los derechos de propiedad en la definición del patrón de comercio.

IV.2.C. Derechos de propiedad y patrones de comercio

Derechos de propiedad débilmente forjados pueden dar lugar a situaciones no óptimas. Un claro ejemplo es el de la "Tragedia de los comunes": si varios productores comparten un mismo recurso escaso, cada uno de ellos va a tener incentivos a explotar más allá del nivel que explotaría de haber derechos de propiedad sobre el recurso. El hecho de que cada uno razone en el mismo sentido lleva a que se sobre explote el recurso y en el largo plazo el mismo se agote.

Esta idea surgida a mediad del siglo XIX fue también base de algunas investigaciones que surgieron a mediados de los noventa. Uno de ellos fue Chichilnisky (1994) quien realiza una extensión del modelo Hecksher-Ohlin de dos bienes finales que son producidos con un factor cuya oferta es fija, capital, y un insumo intermedio, un recurso natural que es extraído del medio ambiente. Existe un país denominado "Sur" cuyos derechos de propiedad sobre el recurso naturales son incompletos, mientras que en "Norte" están perfectamente definidos. Esta diferencia en el nivel de cumplimiento con los derechos de propiedad genera incentivos a comercializar aún ante idénticas tecnologías, dotaciones de recursos y preferencias. En efecto, en autarquía, el bien intensivo en recursos ambientales es más barato en el Sur que en el Norte, por lo cual Sur tiene una ventaja comparativa aparente en su producción frente al norte. Entonces, una vez que se permite el comercio entre ambos países, el comercio exacerba el problema "de los comunes" en el Sur: el Norte sobre-consume bienes baratos intensivos en recursos naturales importados del Sur, aún cuando se igualen el precio de los bienes finales y los factores de producción. Así, el país con derechos de propiedad "blandos" pierde en términos ambientales con el comercio, mientras que el país capaz de hacerlos cumplir cabalmente gana.

IV.2.D. Difusión de Tecnologías

A diferencia de las anteriores líneas de investigación, ésta provee sustento a la idea de que la apertura comercial puede de hecho disminuir el daño ambiental.

La apertura comercial en muchas ocasiones se da a la par de flujos transfronterizos de inversión extranjera directa (IED) de los cuales los países en desarrollo son los destinatarios. En efecto, las compañías multinacionales frecuentemente se instalan en países en desarrollo en busca de mercados desde donde se pueden aprovisionar de materias primas o productos intensivos en ellas. Estos flujos de IED frecuentemente acarrear nuevas y más limpias tecnologías de producción, lo cual ahorra un largo camino de innovación y desarrollo al país que la recibe (Martin y Wheeler, 1992). Pero este no es el único efecto. Estas tecnologías constituyen modos más eficientes de producción, requiriendo menor nivel de insumos y energías de los que requerían otros países industrializados en el pasado.

V. Aplicación de instrumentos de valuación de impacto de políticas comerciales.

A lo largo de los capítulos anteriores vimos cuáles son los efectos que la teoría predice que el comercio tendría en el medio ambiente. En éste nos centraremos en un aspecto algo diferente: ¿se puede medir este efecto? ¿cómo? ¿cuáles son las herramientas con las que contamos para emprender esta tarea?

Básicamente las herramientas de valuación de impacto se pueden agrupar en dos categorías (Plummer, Cheong y Hamanaka, 2010): herramientas de valuación de impacto *ex-ante* y *ex-post*.

Las herramientas de valuación de impacto *ex-ante* procuran, como su nombre lo indica, echar luz sobre los efectos esperados de los TLC previo a su entrada en fuerza. Estas herramientas pueden ser de equilibrio parcial o de equilibrio general. Los análisis de equilibrio parcial procuran mensurar el impacto de la reducción arancelaria en un único mercado de importaciones. Sin embargo, las negociaciones de los TLC apuntan a la reducción o eliminación de barreras arancelarias en múltiples mercados al mismo tiempo. Para capturar estos efectos se precisa de un enfoque de Equilibrio General que revele, no sólo los efectos directos de la reducción de aranceles, sino también otros efectos indirectos en mercados relacionados¹¹. El principal inconveniente que este enfoque presenta reside en la cantidad de datos que precisa y el número de supuestos simplificadores que se deben adoptar.

El impacto del TLC puede ser, sin embargo, bastante diferente al esperado *ex-ante*. Por ello, es necesario emplear herramientas de valuación de impacto *ex-post* que ayuden a echar luz sobre los efectos que de hecho generó el TLC en la economía. En esta tarea, los Modelos Gravitacionales han sido un caballo de batalla casi ineludible (Baier y Bergstrand, 2007). De forma análoga a la ley de la Gravitación Universal¹², los Modelos Gravitacionales establecen que el volumen de comercio entre un par de países va a estar directamente relacionado al producto del tamaño de sus economías e inversamente relacionado a la distancia que los separa. A lo largo de los últimos cincuenta años estos modelos han sido una referencia casi ineludible en el estudio de los flujos comerciales y particularmente en el análisis del efecto de los TLC. Plummer, Cheong y Hamanaka (2010) señalan que ello se debe a que presentan diversas ventajas, dentro de las que destacan: la información que requieren se encuentra ampliamente disponible, el modelo tiene amplio poder explicativo y permite al analista

¹¹ Uno de los Modelos de Equilibrio General Computable más utilizados para analizar los efectos de las políticas comerciales es el Global Trade Analysis Project (GTAP) desarrollado por Hertel (1997). Algunas aplicaciones de este modelo a economías del sudeste asiático son Plummer y Yue (2009), Brooks, Roland-Holst y Zhai (2005). El GTAP también ha sido extendido en otras direcciones. Una aplicación que incorpora la sustitución de fuentes de energía puede ser encontrada en Burniaux y Truong (2002).

¹² El nombre de "Modelos Gravitacionales" deriva de la Ley de la Gravitación Universal de Newton que establece que la fuerza con la que se atraen dos objetos únicamente depende del producto de sus masas e inversamente de la distancia que los separa.

controlar por otras variables para aislar el efecto del TLC y cuantificar su impacto en el comercio exterior.

En lo que sigue de esta sección nos concentraremos en las herramientas de de valuación de impacto *ex-post*, haciendo énfasis en el uso de los modelos gravitacionales para evaluar el impacto de los TLC en el comercio. A su vez se explicitarán los inconvenientes que a lo largo de los años se han señalado, los que se han levantado y los que aún resta por abordar.

V.1. ¿Qué son los Modelos Gravitacionales?

El Premio Nobel de Economía Jan Tinbergen en 1962 fue el primero en publicar un estudio econométrico utilizando la ecuación gravitacional para estudiar el efecto de los TLC en los flujos de comercio. Los resultados sugerían que los TLC tenían un efecto insignificante en el comercio: pertenecer a la British Commonwealth se asociaba con incremento del 5% de los flujos comerciales, mientras que pertenecer al Benelux impactaba en apenas 4%. Sin embargo, estos modestos resultados no impidieron que durante los 50 siguientes años el modelo que él desarrolló se convirtiera en la primera opción para analizar el impacto de los TLC en los flujos comerciales bilaterales.

El modelo más simple de los modelos gravitacionales establece que las importaciones del país i desde el país j (M_{ij}) dependen positivamente de PIB del país importador (Y_i), del PIB del país exportador (Y_j) e inversamente de la distancia que los separa (D_{ij}):

$$M_{ij} = G \frac{Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2}}{D_{ij}^{\beta_3}} \quad (1)$$

Donde G es una constante y los β son los coeficientes a estimar.

La vasta mayoría de los estudios empíricos emplea una transformación lineal de (1) mediante la aplicación de logaritmos¹³:

$$m_{ij} = g + \beta_1 y_i + \beta_2 y_j + \beta_3 d_{ij} + u_{ij} \quad (2)$$

Donde las variables en minúsculas representan los logaritmos de las variables en mayúsculas, y u_{ij} es un término de error que se supone aleatorio. En esta formulación los β representan la elasticidad de las importaciones a cada una de las variables explicativas. Bajo las consideraciones previas, se esperaría que tanto β_1 como β_2 fueran positivos mientras que β_3 se esperaría que fuera negativo. En el Modelo Gravitacional, la distancia representa los costos de transporte de las mercaderías entre los dos países, lo cual impide el comercio bilateral. Frecuentemente también se suele agregar un conjunto de variables explicativas que capturan otras dimensiones de los

¹³ Más adelante se hará referencia a los inconvenientes que acarrea esta transformación logarítmica y las alternativas que Martin y Pham (2008) y Silva y Tenreyro (2006) plantean para solucionarlas.

costos de comercio, tales como si ambos países son adyacentes, si comparten un lenguaje común, si mantienen lazos coloniales, si tienen una moneda común, o si el país exportador o importador son islas o contrariamente no cuentan con salida al mar.

Los costos relativos de comercio entre un par de países no sólo depende de la distancia que los separa (y el conjunto de variables reseñadas arriba). De hecho, la evidencia empírica reciente señala que la resistencia a comerciar entre un par de países depende también de la distancia que los separa a ambos del resto del mundo. Anderson y van Wincoop (2003) acuñaron el término Resistencia Multilateral al Comercio (*Multilateral Trade Resistance*) para referirse a este efecto: cuanto mayor es la resistencia multilateral comercio más fuerte es el incentivo a profundizar el comercio entre el par de países y vice versa. La lógica detrás de lo que señala este efecto es que, desde que la distancia entre ambos países es una "proxy" del costo de comerciar entre ellos, no sólo se debe tener en cuenta el costo relativo de comerciar entre ellos, sino también el costo que ambos enfrentan de comerciar con el resto del mundo.

V.2. Recientes desarrollos en la implementación empírica de Modelos Gravitacionales

En base su alto poder predictivo, el uso de los Modelos Gravitacionales como herramienta para analizar el impacto de diversos factores en el comercio de diferentes tipos de bienes, gozó de muy buena reputación. Sin embargo, recientemente algunos autores han llamado la atención sobre algunos puntos a tener en cuenta. Se hará referencia a tres de ellos: el sesgo por heteroscedasticidad y los inconvenientes generados por la presencia de flujos bilaterales nulos y las soluciones propuestas por Silva y Tenreyro (2006) y Martin y Pham (2008); y por otro lado el sesgo de selección señalado por Baier y Bergstrand (2007) su solución propuesta.

Como fuera señalado anteriormente, una práctica común en la evaluación empírica de los Modelos Gravitacionales es su *linearización* a través de la aplicación de una transformación logarítmica. De acuerdo a Silva y Tenreyro (2006), esta práctica desconoce las implicancias de la desigualdad de Jensen: $E(\ln M_{ij}) \neq \ln E(M_{ij})$, es decir que el valor esperado del logaritmo de una variable aleatoria es diferente del logaritmo de su valor esperado. Ello hace que la interpretación de los coeficientes como elasticidades sea altamente confuso (Silva y Tenreyro, 2006).

Veamos las razones señaladas por Silva y Tenreyro (2006) por las que la práctica de *linearizar* un Modelo Gravitacional como el señalado en (1) puede ser inconveniente. Primero, M_{ij} puede ser 0, en cuyo caso no se puede aplicar la transformación log-lineal. En efecto, las economías pequeñas enfrentan altos costos de información para exportar a otras economías pequeñas, por lo cual no debiera sorprendernos encontrar que no exista comercio, por ejemplo, entre un país pequeño de África y otro de América Central. En segundo término, los autores prueban que, aun cuando todos los valores de M_{ij} sean estrictamente positivos, el valor esperado de la

log-linearización del término de error dependerá, bajo condiciones razonables, de las variables dependientes.

Por lo tanto, de acuerdo a estos mismos autores, ello generará problemas de heteroscedasticidad y conducirá a que las estimaciones mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios serán inconsistentes. La propuesta vía de salida a este problema consiste en estimar el modelo en su versión multiplicativa mediante Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud (PPMV). Aplicando métodos de simulación Monte Carlo, los autores muestran que la aplicación de PPMV se muestra robusta a diferentes patrones de heteroscedasticidad y adicionalmente soluciona los inconvenientes derivados de que la variable dependiente sea cero.

Martin y Pham (2008) proponen otras soluciones a los problemas identificados por Silva y Tenreyro (2006) cuando se log-linearizan los Modelos Gravitacionales, particularmente cuando se hallan importantes cantidades observaciones en que la variable dependiente toma el valor 0. A grandes rasgos, los autores elaboran un conjunto de estimadores paramétricos y no paramétricos que someten a evaluación empleando Monte Carlo. Los métodos que mejores desempeños muestran son aquellos que emplean Tobit y los estimadores Máximo Verosímiles de Heckman.

Finalmente, aun cuando ya se hiciera referencia previamente, es necesario en esta sección mencionar los desarrollos de Baier y Bergstrand (2002 y 2007) y Magee (2003). Estos autores llamaron la atención sobre el punto de que la elección de dos países de entrar en un TLC no es aleatoria, por ello, a la hora de evaluar empíricamente su efecto TLC, es necesario dar cuenta de esta endogeneidad en el método de estimación empleado.

VI. Resumen y conclusiones

En el presente ensayo se procura ofrecer una respuesta a la pregunta que se presenta en el título a través de la revisión de la más reciente literatura sobre el tema. La motivación que guía el presente trabajo reside en la inquietud que genera el hecho de que de forma creciente el comercio mundial se esté efectuado a través de un formato comercial relativamente nuevo: los TLC.

¿Cuál es el efecto de la reducción de aranceles en el comercio? La evidencia reseñada sustenta la premisa que *a priori* parecería indiscutible: la reducción de los aranceles en general y la firma de los TLC en particular genera impactos significativos y positivos en el comercio. Ello, que parecería poco discutible a la luz de la teoría económica, fue puesto en tela de juicio desde el lado de la económica empírica. En una primera instancia fue Rose (2002) y su "interesante misterio" quien puso en tela de juicio que la rebaja de aranceles producto de la incorporación de países en la OMC tuviera un efecto positivo en el comercio internacional. Este "interesante misterio" concitó la atención de diversos economistas que en análisis más profundos centraron sus baterías en aspectos tales como la forma en que en Rose (2002) se trata a los países no miembros de la OMC, el enfoque econométrico escogido y la forma

asimétrica en la que se produce la liberalización comercial en el seno de la OMC. Una vez que se toman en cuenta estas observaciones, la literatura reseñada sostiene que la rebaja de aranceles tiene un efecto significativo y del signo esperado (positivo) en el nivel de comercio.

De la misma forma que no estuvo exento de cuestionamientos el efecto de la rebaja generalizada de aranceles, tampoco dejaron de ser interpelados los efectos de los TLC en el comercio. Diversos autores llamaron la atención sobre el hecho de que los TLC no tienen efectos determinantes en el comercio. Sin embargo, una vez que se tiene en cuenta que un país no elige de forma aleatoria su socio comercial para entrar en un TLC, cuestión que parece sumamente razonable, los TLC pasan a tener efectos positivos y significativos en el comercio. Baier y Bergstrand (2002 y 2007) y Magee (2003) proponen diferentes alternativas para evaluar el impacto de los TLC ante la presencia de endogeneidad.

Otro de los puntos abordados fue la forma en que se escogen las industrias más sucias. Cómo escoger las industrias más contaminantes puede no ser un camino exento de controversias. La primer decisión a tomar discurre entre tomar como punto de análisis los costos de reducción de la contaminación o, por otro lado, la emisión de sustancias contaminantes. De optar por la segunda alternativa nuevamente se abre un segundo punto de decisión: medir directamente la cantidad de contaminantes emitidos o emplear un índice de las industrias más contaminantes. Esta disyuntiva equivale a medir directamente la contaminación o medirla indirectamente a través de los niveles de producción. De cualquier forma, de acuerdo a Grether y Melo (2003), cinco de las seis industrias más contaminantes de acuerdo al nivel de costos de reducción de la contaminación coincide con las cinco industrias más contaminantes de acuerdo al índice de contaminación.

La evolución de la literatura sobre los efectos de la apertura comercial en la contaminación siguió una lógica de impulso-respuesta ante los movimientos que se generaron en el entorno. Los primeros desarrollos datan de la década del setenta cuando la OCDE erige la primera política ambiental para sus países miembros. La respuesta a este impulso fue un conjunto de investigaciones que procuraron echar luz sobre los efectos de la regulación ambiental en el comercio. Sin embargo, la recesión global que se instala en los años ochenta desvió la atención de los economistas hacia otras aristas de la economía. Pero con la recuperación de la década del noventa vuelve a florecer el interés por la relación entre apertura comercial y medio ambiente: el incremento de la actividad se produjo en paralelo a una apertura comercial que la retroalimenta y ejerce mayores presiones sobre los recursos naturales. De esta forma se desarrolla un conjunto de teorías que procuran explicar diversas aristas de la relación entre apertura comercial y el medio ambiente: la Hipótesis del Desplazamiento de Industrias, la Hipótesis de los paraísos de Contaminación, teorías que vinculan la fortaleza de los derechos de propiedad con los patrones de comercio y el perfil contaminador de las industrias y otras que comienzan a estudiar el efecto de la difusión de tecnologías en el comercio y la contaminación.

Finalmente, se realizó una revisión de los métodos de evaluación empírica de los efectos de los TLC, haciendo énfasis en los que Anderson (1979) denominó una de

las "ecuaciones más exitosas empíricamente de los últimos 25 años": el Modelo Gravitacional. En su versión más sencilla, los Modelos Gravitacionales vinculan el volumen de comercio entre un par de países como funciones del PIB de cada uno y de la distancia que los separa. Frecuentemente también se incluye un conjunto de variables que procuran captar otras dimensiones de los costos de comercio: el hecho de que alguno de los países no tenga costa, o por el contrario, que sea insular; la existencia de lazos coloniales comunes; que ambos países compartan una lengua común, etc. Los recientes desarrollos teóricos en la materia también han procurado avanzar en el sentido de hacer más robusto metodológicamente el modelo. Una de las direcciones en las que se ha avanzado es en el tratamiento de los flujos bilaterales nulos y la heteroscedasticidad que ello genera, así como en el tratamiento de la natural endogeneidad en la selección de un socio comercial.

Como se señalara al comienzo de esta última sección, el presente artículo pretende brindar argumentos desde diferentes aristas de la literatura económica que ayuden a encontrar una respuesta a la siguiente pregunta: "¿cuáles es el efecto de los TLC en el medio ambiente?". Sin embargo, luego de realizada una comprehensiva revisión de la literatura sobre la materia, es posible afirmar que lejos de poder arribar a una conclusión única e inequívoca, aún es necesario avanzar significativamente en la comprensión de los efectos ambientales de los TLC, principalmente en aquellos que involucran países con diferentes niveles de desarrollo.

VI. Referencias bibliográficas

Abrams, Richard K. "International Trade Flows under Flexible Exchange Rates." *Economic Review* 65, no. 3 (1980): 3–10.

Aitken, Norman D. "The Effect of the EEC and EFTA on European Trade: A Temporal Cross-Section Analysis." *The American Economic Review*, 1973, 881–92.

Alston, Richard M., James R. Kearl, and Michael B. Vaughan. "Is There a Consensus among Economists in the 1990's?" *The American Economic Review*, 1992, 203–9.

Anderson, James E. "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation." *The American Economic Review*, 1979, 106–16.

Anderson, James E., and Eric van Wincoop. "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle, *oAmerican Economic Review*." *March* 93, no. 1 (2003): 170.

Anríquez, Gustavo. "Trade and the Environment: An Economic Literature Survey." *University of Maryland, Department of Agricultural and Resource Economics Working Papers*, no. 28598 (2002).

Antweiler, Werner, Brian R. Copeland, and M. Scott Taylor. "Is Free Trade Good for the Environment?," 1998.

Baier, Scott L., and Jeffrey H. Bergstrand. "Do Free Trade Agreements Actually Increase Members' International Trade?" *Journal of International Economics* 71, no. 1 (2007): 72–95.

Baier, Scott L., and Jeffrey H. Bergstrand. "On the Endogeneity of International Trade Flows and Free Trade Agreements," 2002.

Bergstrand, Jeffrey H. "The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence." *The Review of Economics and Statistics*, 1985, 474–81.

Brada, Josef C., and José A. Méndez. "Economic Integration among Developed, Developing and Centrally Planned Economies: A Comparative Analysis." *The Review of Economics and Statistics*, 1985, 549–56.

Brooks, Douglas H., David Roland-Holst, and Fan Zhai. "Asia's Long-Term Growth and Integration: Reaching beyond Trade Policy Barriers," 2005.

Burniaux, J. M., & Truong, T. P. (2002). "GTAP-E: an energy-environmental version of the GTAP model".

- Chichilnisky, Graciela. "North-South Trade and the Global Environment." *The American Economic Review*, 1994, 851–74.
- Copeland, Brian R., and M. Scott Taylor. "North-South Trade and the Environment." *The Quarterly Journal of Economics*, 1994, 755–87.
- Dean, Judith M. "Does Trade Liberalization Harm the Environment? A New Test." *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne D'économique* 35, no. 4 (2002): 819–42.
- Dinda, Soumyananda. "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey." *Ecological Economics* 49, no. 4 (2004): 431–55.
- Frankel, Jeffrey, Ernesto Stein, and Shang-Jin Wei. "Trading Blocs and the Americas: The Natural, the Unnatural, and the Super-Natural." *Journal of Development Economics* 47, no. 1 (1995): 61–95.
- Grether, Jean-Marie, and Jaime De Melo. "Globalization and Dirty Industries: Do Pollution Havens Matter?," 2003.
- Grossman, Gene M., and Alan B. Krueger. "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement," 1991.
- Grossman, G., and A. Krueger. "Economic Environment and the Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 110, no. 2 (1995): 353–77.
- Helpman, Elhanan, Marc Melitz, and Yona Rubinstein. "Estimating Trade Flows: Trading Partners and Trading Volumes," 2007.
- Hertel, T. W. (1997). "Global trade analysis: modeling and applications". Cambridge university press.
- Hettige, H., Martin, P., Singh, M., & Wheeler, D. (1995). "The industrial pollution projection system".
- Lucas, R. E., Wheeler, D., & Hettige, H. (1992). "Economic Development, Environmental Regulation, and the International Migration of Toxic Industrial Pollution, 1960-88 (Vol. 1062)". World Bank Publications.
- Kearl, James R., Clayne L. Pope, Gordon C. Whiting, and Larry T. Wimmer. "A Confusion of Economists?" *The American Economic Review*, 1979, 28–37.
- Krugman, Paul. "The Move toward Free Trade Zones." *Economic Review* 76, no. 6 (1991): 5.

- Magee, Christopher S. "Endogenous Preferential Trade Agreements: An Empirical Analysis." *Contributions in Economic Analysis & Policy* 2, no. 1 (2003).
- Mani, Muthukumara, and David Wheeler. "In Search of Pollution Havens." *World Bank*, 1999.
- . "In Search of Pollution Havens? Dirty Industry in the World Economy, 1960 to 1995." *The Journal of Environment & Development* 7, no. 3 (1998): 215–47.
- Martin, Will, and Cong S. Pham. "Estimating the Gravity Equation When Zero Trade Flows Are Frequent," 2008.
- McGuire, Martin C. "Regulation, Factor Rewards, and International Trade." *Journal of Public Economics* 17, no. 3 (1982): 335–54.
- Park, Innwon. "Regional Trade Agreements in East Asia: Will They Be Sustainable?" *Asian Economic Journal* 23, no. 2 (2009): 169–94.
- Pethig, Rüdiger. "Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage." *Journal of Environmental Economics and Management* 2, no. 3 (1976): 160–69.
- Plummer, Michael G., David Cheong, and Shintaro Hamanaka. "Methodology for Impact Assessment of Free Trade Agreements," 2010.
- Plummer, Michael G., and Chia Siow Yue. "Realizing the ASEAN Economic Community: A Comprehensive Assessment," 2009.
- Rashid, Zakariah, Fan Zhai, Peter A. Petri, Michael G. Plummer, and Chia Siow Yue. "Regional Market for Goods, Services and Labor."
- Michael G. Plummer and Chia Siow Yue, Eds, 2009. Regional trade agreements facts and figures. (2015, Agosto 12). Extraído de https://www.wto.org/english/tratop_e/region_e/regfac_e.html
- Rose, Andrew K. "Do We Really Know That the WTO Increases Trade?," 2002.
- Siebert, Horst. "Environmental Quality and the Gains from Trade." *Kyklos* 30, no. 4 (1977): 657–73.
- Silva, JMC Santos, and Silvana Tenreyro. "The Log of Gravity." *The Review of Economics and Statistics* 88, no. 4 (2006): 641–58.
- Subramanian, Arvind, and Shang-Jin Wei. "The WTO Promotes Trade, Strongly but Unevenly." *Journal of International Economics* 72, no. 1 (2007): 151–75.

Tinbergen, Jan. "Shaping the World Economy; Suggestions for an International Economic Policy." *Books (Jan Tinbergen)*, 1962.

Tobey, J. A. (1990). "The effects of domestic environmental policies on patterns of world trade: an empirical test". *Kyklos*, 43(2), 191-209.

Tomz, Michael, Judith L. Goldstein, and Douglas Rivers. "Do We Really Know That the WTO Increases Trade? Comment." *The American Economic Review*, 2007, 2005– 18.

Van Beers, C., & Van Den Bergh, J. C. (1997). "An empirical multi-country analysis of the impact of environmental regulations on foreign trade flows". *Kyklos*, 50(1), 29-46.

Wheeler, David, and Paul Martin. "Prices, Policies, and the International Diffusion of Clean Technology: The Case of Wood Pulp Production." *World Bank Discussion Papers*[*WORLD BANK DISCUSSION PAPER.*]. 1992., 1992.

Zhu, Edward, and Michael J. Boskin. "The Case for Free Trade Agreements: Historical Perspectives and a Projection for China, Japan, and Korea," 2013.

Capítulo 3. ¿Tienen los tratados de libre comercio impacto en el comercio de bienes contaminantes? Un análisis por desigualdad de renta

I. Introducción

Desde la Segunda Guerra Mundial hasta la década del 80 el desarrollo de los Tratados de Libre Comercio (TLC) se dio a la par de la evolución de las negociaciones multilaterales en el marco del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT). Ambos fueron fuerzas que apuntaron a alcanzar un mercado mundial más amplio y abierto (Krugman, 1991)¹⁴. Sin embargo, a partir de entonces ambos tomaron caminos divergentes: mientras el GATT presentó serias dificultades para lograr avances en el ámbito multilateral, los tratados de libre comercio proliferaron por doquier (Krugman, 1991).

De acuerdo a Organización Mundial del Comercio (OMC), de 1948 a 1994 el (GATT) recibió 124 notificaciones de TLC y uniones aduaneras. Sin embargo, desde la creación de la OMC en 1995 hasta fines de 2015 se recibieron más de 400 ("Regional Trade Agreements: facts and figures", 2015). Ello se traduce en que un importante porcentaje del comercio mundial se realiza fuera del marco del multilateralismo.

El impacto de estos recientes cambios en la forma que se materializa el comercio mundial se puede analizar desde una infinidad de aristas. A modo de ejemplo se puede mencionar su impacto en el nivel de comercio, en el empleo, en la producción, en la distribución del ingreso, etc. En esta investigación se aborda el impacto de los mismos en el medio ambiente. En particular se apunta a responder las siguientes preguntas: ¿afectan los TLC el comercio de productos contaminantes? y de ser así, ¿este efecto depende de la diferencia de renta per cápita de ambos?

La hipótesis de investigación que se sostiene en este trabajo es que los TLC tienen un impacto significativo en el comercio bilateral de mercancías contaminantes y que el signo de éste estará determinado por el nivel de riqueza de ambos países. En línea con la Hipótesis de los Paraísos de Contaminación y con la Hipótesis de los desplazamientos de Industrias, en particular con los desarrollos de Copeland y Taylor (1994), en esta investigación se trabajará bajo la hipótesis de que un TLC entre un país rico y un país pobre¹⁵ incrementa las exportaciones de bienes contaminantes de este último al primero.

¹⁴ Paul Krugman señala que la marcha de los acuerdos comerciales regionales y las negociaciones multilaterales en el marco del GATT "pueden ser mejor vistos como complementarios antes que sustitutos - como dos aspectos de una marcha global hacia un mercado mundial cada vez más abierto".

¹⁵ En el apartado III.4.A.c se presenta la definición de país pobre y país rico.

Esta hipótesis implícitamente estaría asumiendo que diferencias en la regulación ambiental tienen mayor peso que las ventajas comparativas en el comercio de bienes contaminantes. No obstante, de rechazar la hipótesis de estudio, ello estaría indicando que tal relación no es significativa o bien que las ventajas relativas en la producción de bienes contaminantes pesan más que diferencias en la fuerza regulatoria entre el par de países. El estudio de esta hipótesis se abordará en el Capítulo IV.

El estudio de la hipótesis sostenida en esta investigación se abordará empleando un modelo gravitacional ampliado. En particular, el modelo gravitacional tradicional que explica el comercio bilateral en función del volumen de la economía de uno y otro país y de la distancia que los separa, se ampliará en dos direcciones. Por un lado, el modelo propuesto será cuádruple indexado dado que cada flujo comercial, además de estar caracterizado por ser de un país de origen (j), uno de destino (i) y un índice temporal (t), será caracterizado por la industria que lo produjo (k). En particular, interesará si lo produjo una industria contaminante o no. Para ello se recurrirá a la clasificación de industrias más contaminantes propuesta por Mani y Wheeler (1999) y a las tablas de correspondencia entre industrias y bienes elaborada por Muendler (2009).

La segunda vía de ampliación del modelo gravitacional será introduciendo una medida de desigualdad entre los países. En una primera instancia se introducirá una medida de desigualdad en base a una definición de riqueza relativa entre los países, esto es, de acuerdo a su posición relativa de ingresos en el mundo. En una segunda instancia se definirá la desigualdad de renta entre los países siguiendo un criterio de riqueza absoluta. Esto significa que siempre que sus ingresos superen determinado umbral, serán clasificados de la misma forma, independientemente de los ingresos de los demás países.

Planteadas por el Premio Nobel de Economía Jan Tinbergen en 1962, los modelos gravitacionales de comercio son una de las identidades económicas más robustas empíricamente. Sin perjuicio de ello, y quizás debido a su éxito en la capacidad predictiva, en los últimos veinte años esta identidad ha sido sometida al escrutinio de numerosos economistas desde diversas aristas. Las principales críticas se agrupan en torno a la falta de fundamentos teóricos y a los métodos econométricos empleados en investigación empírica. Las primeras, si bien sumamente relevantes, están fuera del alcance de la presente investigación. En cuanto a los segundos, algunos de los inconvenientes señalados son la existencia de flujos comerciales nulos, la endogeneidad de algunas de las variables explicativas y la existencia de costos relativos de comercio del par de países.

El enfoque metodológico empleado alivia gran parte de estos problemas. Se emplea el modelo de Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud sugerido por Silva y Tenreyro (2006) para solucionar el problema de los flujos comerciales nulos. Asimismo, se emplean datos de panel con efectos fijos por países para dar cuenta de todas las características inobservables de los países que influyen en el nivel de comercio. Ello, por un lado, mitiga el problema de la endogeneidad causado por variables omitidas,

siempre que éstas sean variables omitidas de un país¹⁶. Por otro lado, emplear datos de panel con efectos fijos por países da cuenta de la existencia de la resistencia multilateral al comercio.

En lo que sigue de este trabajo se presenta, en el siguiente capítulo, una revisión de la literatura relevante para esta investigación. En particular, se reseñan los lazos entre apertura comercial y contaminación, haciendo especial énfasis en la literatura que ha estudiado los impactos de los TLC en ésta, la cual se aglomera en torno a las siguientes áreas: la hipótesis de los desplazamientos de industrias, la hipótesis de los paraísos de contaminación, los derechos de propiedad y los patrones de comercio y la difusión de tecnologías. Asimismo, se visita la vasta literatura que ha empleado modelos gravitacionales para estudiar la influencia de diversos factores en el comercio, así como los inconvenientes metodológicos que su aplicación conlleva y las soluciones que se han propuesto para resolverlos.

En el Capítulo IV se presentan y se discuten los resultados de los modelos estimados. En particular se plantean algunas preguntas cuya respuesta permite contrastar la hipótesis planteada: ¿Tienen los TLC entre países desiguales impactos diferentes en el comercio de bienes contaminantes y de bienes no contaminantes? Por otro lado, ¿tienen los TLC un impacto diferencial en el comercio de bienes contaminantes según haya o no desigualdad de renta entre los países?

II. Una revisión de literatura sobre la relación entre comercio y contaminación: desarrollos teóricos y metodológicos.

II.1. Breve introducción: ¿qué son los TLC? ¿cómo afectan al comercio?

A grandes rasgos, la liberalización del comercio que se experimentó desde la Segunda Guerra Mundial ocurrió, aunque con diferentes énfasis y ritmos, en alguna de estas tres grandes formas (Zhu y Boskin, 2013):

- i. Negociaciones multilaterales: Son aquellas negociaciones que se dan en el marco de la OMC o GATT e incluyen a la mayoría de los países. Con algunas excepciones, las medidas que se toman en el ámbito multilateral obligan a todos los países.

¹⁶ No obstante, ello no soluciona las otras dos causas de endogeneidad planteadas por Wooldridge (2010): simultaneidad y presencia de errores de medida.

- ii. Acuerdos de Libre Comercio: por lo general estos acuerdos eliminan aranceles, cuotas a la importación, y cualquier otro tipo de preferencia en la mayoría (si no todos) de los bienes y servicios transados. Mediante la eliminación de las tarifas, los países miembros del TLC son exonerados de la aplicación del tratamiento de Nación más Favorecida (NMF)¹⁷. Se pueden encontrar dos tipos de TLC:
 - a. Acuerdos de Libre Comercio Regionales: Son acuerdos multilaterales que en general son firmados por países vecinos. Como ejemplo se pueden citar el Tratado de Libre Comercio de América del Norte que involucra a Canadá, Estados Unidos y México.
 - b. Acuerdos de Libre Comercio Bilaterales: Se trata de acuerdos firmados entre dos partes donde cada parte puede ser un país, un bloque comercial, o un grupo informal de países.

Entre los economistas es bastante aceptado que el comercio internacional debería ser libre. Por ejemplo, Kearl et. al. (1979) muestran que el 97% de los economistas encuestados en 1976 están de acuerdo, aunque en algunos casos con reparos, en que los aranceles y las cuotas a las importaciones reducen el bienestar económico general. En un estudio posterior, Alston et. al. (1992) muestran que el 93% estaba de acuerdo con esta sentencia en 1990. Sin embargo, ¿qué nos dice la evidencia empírica al respecto?; ¿La reducción de los aranceles en el ámbito multilateral favorece el comercio?; ¿cuál es el efecto de los tratados de libre comercio en el comercio?

Comencemos por el punto más general, ¿cuál es el efecto que la reducción de los aranceles tiene en el comercio? La teoría indica que una reducción de aranceles hace disminuir el precio doméstico del bien importado y que genera un aumento de las cantidades importadas. Realizando una simple extrapolación de este razonamiento, cuando las reducciones de aranceles se procesan a nivel global, el comercio mundial debería incrementarse.

Ahora bien, si ello es así, aquellos países que se adhieren a la Organización Mundial del Comercio (OMC) deberían experimentar un incremento de su comercio exterior, ya que como se señalaba anteriormente, el país debe recibir y otorgar el trato de NMF, lo que implica una caída tanto de los aranceles aplicados como de los recibidos. Sin embargo, contrariamente a lo que se esperaría, en un artículo con bastantes repercusiones, Rose (2002) señala que una vez que se controla por un

¹⁷ En virtud de la aplicación del tratamiento NMF, los países miembros de la OMC se obligan a establecer igual trato a todos sus pares. Es decir, si se concede a un país una ventaja especial, se tiene que hacer lo mismo con los demás miembros de la OMC. Esta norma no aplica en el caso de los TLC, en el caso que un país ofrezca trato preferencial a países en desarrollo o en el caso que se impongan obstáculos a productos que se consideren competencia desleal proveniente de países específicos.

conjunto de variables típicas de los modelos gravitacionales¹⁸ (como ser PIB, distancia entre ambos países, leguaje común, frontera compartida, etc.), el pertenecer a la OMC o GATT previamente, no tiene efectos significativos en el comercio.

Veamos qué herramientas se aplicaron para arribar a esta inesperada conclusión. En una primera instancia utiliza un modelo gravitacional, una metodología estándar en el análisis del comercio exterior, pero con una variación: al conjunto de variables estándar típicas de los Modelos Gravitacionales que anteriormente se mencionaron, agregan un par de variables binarias que establecen si el par de países pertenecen a la OMC y si un país es miembro y el otro no. Una vez que realizan las regresiones correspondientes encuentran que los coeficientes asociados a estas dos variables no son significativamente diferentes de cero. Sin embargo, Rose (2002) en una segunda aproximación aplica análisis de eventos para evaluar si ingresar a la OMC tiene efectos significativos en el comercio alrededor de la fecha de ingreso. Si bien cuando se analizan los flujos de comercio bilateral se encuentra un efecto positivo significativo, cuando se controla por las variables que usualmente se incluyen en los modelos gravitacionales y se analiza el residuo de la regresión, se encuentra que el efecto se diluye pasando a ser no significativo. En definitiva, una vez descontados los efectos estándar en el comercio de las variables típicas de los modelos gravitacionales, los países que pertenecen a la OMC (y su predecesora GATT) no muestran mayores niveles de comercio que los no pertenecientes.

Esta controversial conclusión, que fue calificada por su autor como un "interesante misterio", luego fue objeto de más profundos análisis por diversos autores. El primero a señalar es el de Tomz, Goldstein y Rivers (2004). Ellos encuentran que el error de Rose (2002) estuvo en clasificar como no miembros a un conjunto de países que tienen derechos y obligaciones ante la OMC. De esta forma, se sesgaba hacia abajo la estimación del efecto del GATT en el comercio, ya que un conjunto de los miembros que habían incrementado su comercio debido al GATT u OMC fueron clasificados como no miembros. Pero, ¿cuáles fueron estos grupos de países que fueron incorrectamente clasificados? Según los autores, las normas del GATT aplican no sólo para sus miembros formales, sino que también a tres categorías de miembros no participantes. Ciertas colonias, Estados recientemente formados y miembros provisorios del GATT, si bien no se incluyen en la lista de miembros formales del GATT, son alcanzados por sus derechos y obligaciones. Los autores encuentran que cuando se incluye como miembros a estos países, los resultados son contundentes en señalar que el GATT y posteriormente la OMC fueron fuertes impulsores del comercio internacional. En particular, el efecto es un 62% de aumento del comercio bilateral cuando los dos países son miembros formales del GATT y 75% superior en el caso de que uno sea un miembro formal y el otro un participante no miembro. En ambos casos, el efecto se mide con respecto al comercio bilateral de países no participantes del GATT.

Otro de los artículos que salió al cruce de Rose (2002) fue Subramanian y Wei (2007). Estos autores centran su crítica en dos direcciones: por un lado, relacionado al

¹⁸ En la sección "Aplicación de instrumentos de valuación de impacto a políticas comerciales" se ahonda en la caracterización de estos modelos.

enfoque econométrico, dichos autores señalan que la ecuación gravitacional anclada en la teoría debe ser estimada usando efectos fijos por países. Por otro lado, en lo que hace a la teoría económica, los autores señalan que se debe tomar en cuenta la forma asimétrica en la que la OMC y su predecesora GATT efectivizó la liberalización del comercio mundial¹⁹. De esta forma, una vez que incorporan estos dos aspectos, su análisis muestra que la OMC de hecho fue un fuerte impulsor del comercio mundial: las importaciones mundiales se incrementaron en un 44%.

Finalmente cabe señalar la crítica que realizan Helpman, Melitz y Rubinstein (2007). Estos autores apuntan su crítica contra el uso de un simple modelo gravitacional en el que sólo se evalúan los casos en los que el par de países tiene valores positivos de comercio. En efecto, los autores apuntan que al dejar de lado los casos en los que el comercio es nulo se pierde importante información y se sesgan los resultados (de hecho, del conjunto de par de países en el mundo, la mitad muestra comercio nulo). Así, desarrollan un modelo teórico con fundamentos microeconómicos a nivel de firma en el que se introducen fricciones en el comercio para que se permita que haya tanto comercio nulo como positivo. A su vez, como cada firma opera a diferentes niveles de productividad, sólo las más productivas son capaces de exportar. Por lo tanto, la estimación es realizada mediante un procedimiento en 2 etapas: en la primera ecuación determina a través de un Probit si un par de países se "seleccionan" para comerciar entre ellos (margen extensivo) y en la segunda se estima en volumen de comercio entre el par de socios comerciales (margen intensivo). Los autores encuentran que el pertenecer a la OMC tiene un fuerte y estadísticamente significativo efecto en el hecho de que un par de países se seleccionen como socios comerciales (margen extensivo), así como que incrementen su flujo comercial (margen intensivo): cuando dos países se unen a la OMC, la probabilidad de comerciar uno con el otro se incrementa en un 15%, mientras que el flujo comercial de dos miembros de la OMC es 42% superior al de dos pares de países no miembros.

Ahora bien, ya hemos visto que el comercio se vio impulsado por la rebaja de tarifas y barreras al comercio producto de las negociaciones multilaterales en el ámbito del GATT/OMC. Pero ¿cuáles son los efectos de los TLC en el comercio?

Una herramienta comúnmente usada con el fin de echar luz sobre esta cuestión son nuevamente los modelos gravitacionales. Si bien, como fuera visto previamente, estos modelos fueron utilizados para analizar los efectos del multilateralismo en el comercio, y como se verá más adelante también fueron aplicados para estudiar el efecto del comercio en el medio ambiente, su origen estuvo circunscripto al estudio de los efectos de los tratados de libre comercio en los flujos comerciales.

En 1962 el Premio Nobel Jan Tinbergen fue el primero en utilizarla en un análisis econométrico para estudiar el efecto de los TLC en el comercio bilateral de países. Desde entonces se ha convertido en el camino por el que transitan un gran

¹⁹ Los autores señalan tres tipos de asimetrías: entre países desarrollados y no desarrollados; entre países en desarrollo que se unieron a la OMC antes de la Ronda Uruguay y aquellos que los hicieron posteriormente; y finalmente entre los sectores en los que la OMC fue más efectiva en la reducción de los aranceles (agricultura, textiles y vestimenta) y aquellos en los que ha sido menos efectiva.

número de investigaciones sobre comercio internacional. Volviendo a su análisis, lo que el autor hizo fue incluir dentro del modelo gravitacional una variable binaria que tomaba el valor 1 en que entre los dos países exista un TLC y 0 en caso contrario. Este análisis fue realizado para dos tratados de libre comercio obteniendo similares resultados: en el caso de la British Commonwealth el efecto asociado a su pertenencia es del 5%, mientras que el efecto en el comercio bilateral asociado a pertenecer al Benelux (la unión aduanera y económica compuesta por Bélgica, los Países Bajos y Luxemburgo) es del 4%. Si bien se trata de resultados estadísticamente significativos, se puede apreciar que en ambos casos el impacto del TLC en el comercio bilateral no es de gran cuantía.

En la misma línea se han realizado diversos estudios que, también, usando el modelo Gravitacional buscan evaluar el impacto de los TLC en el flujo comercial bilateral. Sin embargo, los resultados lejos de ser concluyentes, se han mostrado incapaces de encontrar evidencia en el mismo sentido, ya sea efectos significativos positivos o negativos, incluso para el mismo acuerdo comercial. A modo de ilustrativo, más abajo se considerará un conjunto de estudios que procuran analizar el efecto del establecimiento de la Comunidad Europea en el comercio de sus miembros y se mostrará cómo, aún refiriéndose al mismo tratado comercial, arriban a conclusiones divergentes. Nos referimos a Aitken (1973), Abrams (1980), y Brada y Mendez (1985) quienes encuentran efectos estadística y económicamente significativos en el comercio bilateral de la Comunidad Económica Europea (CEE) y a Bergstrand (1985) y Frankel, Stein y Wei (1995) que encuentran efectos no significativos para el mismo acuerdo comercial.

Comencemos por aquellos que encuentran efectos positivos y significativos en el comercio. Aitken (1973) estudia el efecto de la CEE y de la Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA)²⁰ a través de un modelo gravitacional en el que se incorpora una variable binaria que toma valor 1 en caso que el par de países sean signatarios de la CEE²¹ (para hacerlo comparable con los estudios que se reseñarán posteriormente, únicamente se referirá a la CEE). Estas ecuaciones se corren para cada uno de los años en los que la CEE estuvo en vigor, 1959-1967, y se compara con los 8 años previos. Los resultados muestran que en los años previos a la firma del tratado los resultados no son significativos, mientras que una vez que se signa el acuerdo estos pasan a ser positivos y significativos. Ello muestra que la entrada en vigor del Tratado de Roma, a través del cual se constituye la CEE tuvo un efecto positivo en el comercio de sus miembros.

²⁰ La EFTA surgió como una alternativa para aquellos países que prefirieron no ingresar a la CEE. Entró en vigor en 1960, siendo por ese entonces compuesta por Austria, Dinamarca, Gran Bretaña, Noruega, Portugal, Suecia y Suiza. En 1961 se incorporó Finlandia, en 1970 Islandia y en 1991 Liechtenstein. Sin embargo con la entrada en vigor de la CEE fue perdiendo importancia a la par que algunos miembros se retiraban del acuerdo: en 1973 abandonan Gran Bretaña y Dinamarca, en 1986 Portugal y finalmente en 1995 lo hacen Austria, Suecia y Finlandia.

²¹ Tanto Aitken (1973) como Abrams (1980) realizan el mismo ejercicio para el EFTA encontrando efectos positivos y significativos en el comercio bilateral. Sin embargo, a efectos de la contrastación de resultados con los siguientes estudios reseñados, únicamente se reportarán los resultados sobre la CEE.

Por otro lado, Abrams (1980) procurando estudiar el efecto de la volatilidad e incertidumbre del tipo de cambio en el comercio bilateral, deja al descubierto algunos puntos que vienen a colación. Empleando un modelo gravitacional en el que, además de las variables tradicionales y dos variables que procuran cuantificar la volatilidad e incertidumbre de la evolución del tipo de cambio, el autor incorpora una variable binaria que indica si el par de socios comerciales pertenece a la CEE. Las estimaciones de las regresiones corridas en el período 1973-1976 muestran un efecto positivo y significativo de la CEE en el comercio entre sus miembros.

Brada y Mendez (1980) emplean un modelo gravitacional que analiza los procesos de integración de 6 acuerdos comerciales: Mercado Común Centroamericano, Asociación Latinoamericana de Libre Comercio, Pacto Andino, Consejo de Asistencia Económica Mutua, Comunidad Económica Europea y la Asociación Económica de Libre Comercio. A diferencia de Abrams (1980) no incluyen ninguna medición de la volatilidad del tipo de cambio, pero en cambio incorporan un par de variables categóricas que indican si el par de países pertenece al mismo acuerdo comercial y, por otro lado, si alguno pertenece a algún acuerdo (aunque pueda no ser el mismo que su socio). La metodología que emplean es estimación *cross-section* para los años 1970, 1973 y 1976 para cada uno de los acuerdos mencionados arriba. Los autores encuentran que los acuerdos de integración comercial tienen un efecto positivo y significativo en los flujos comerciales tanto para la CEE como para el EFTA²².

Sin embargo, como se mencionara anteriormente, el efecto de los tratados de libre comercio en el flujo de bienes no siempre estuvo exento de cuestionamientos. Bergstrand (1985) provee fundamentos teóricos microeconómicos para concluir que la ecuación gravitacional no es otra que la forma reducida de un modelo de equilibrio parcial en el comercio de bienes diferenciados por nacionalidad. En esta forma reducida, además de aquellas variables típicas de los modelos gravitacionales, se incluyen 2 variables: precio y tipo de cambio. Sin embargo, a diferencia de Abrams (1980) la variable tipo de cambio se toma en niveles (logarítmicos) y no en varianzas. Una vez que es contrastado empíricamente, el modelo se muestra ambiguo para explicar el efecto de la Comunidad Económica Europea en el comercio; esto es, mientras se llega a resultados significativos para los años 1965 y 1966, los efectos son no significativos en 1975 y 1976.

Sin embargo, quizás sean más elocuentes los resultados a los que arriban Frankel, Stein y Wei (1995). Estos autores analizan los efectos de siete TLC en el comercio bilateral en los años 1965, 1970, 1975, 1980, 1985 y 1990. Los autores encuentran que para los años evaluados los resultados son significativos y del signo esperado sólo en los casos del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico y en el del Grupo Económico de Asia del Este. Por otro lado, la evidencia es ambigua en el caso de la Comunidad Europea, siendo sólo significativos en los años 1985 y 1990. Finalmente, los resultados no son significativos en los casos del EFTA y el NAFTA en ninguno de los años evaluados.

²²Aunque escapa a la presente línea argumental cabe mencionar que dichos coeficientes además son significativos para el resto de los acuerdos mencionados.

Así, lejos de poder concluir sobre los impactos de los TLC sobre el comercio *en abstracto* vemos que aunque se trate de un mismo acuerdo de libre comercio, se encuentra evidencia de efectos significativos positivos, negativos y no significativos.

Sin embargo, hay una carencia común en todos los estudios reseñados arriba: en todos ellos la variable binaria TLC aparece como variable exógena en el lado derecho de la ecuación. Sin embargo, esta variable binaria aleatoria posiblemente no sea tan exógena como se supuso: podría ser factible que los países se enrolen en TLC por algún motivo que esté relacionado al nivel de comercio que se tiene con la otra parte. Si ello es así, las estimaciones ordinarias serán sesgadas e inconsistentes, lo cual implicaría que los flujos de comerciales entre pares de países con acuerdos comerciales son sobre o sub-estimados.

Algunos artículos ya dieron cuenta de esta cuestión. Baier y Bergstrand (2002) fue uno de los primeros artículos en proveer argumentos sosteniendo que la variable binaria TLC puede ser endógena en la estimación de la ecuación gravitacional. En efecto, sostienen que la estimación de dicha ecuación puede presentar errores de medición, sesgo de simultaneidad y variables omitidas (principalmente sesgo de selección). Dentro de estas, los autores apuntan sus baterías en enfrentar el sesgo de selección: los tratados de libre comercio, por lo general, apuntan a entendimientos más allá de la eliminación de aranceles a las importaciones, abarcando un conjunto de medidas no-arancelarias que entorpecen el comercio. En la medida en que el GATT y la OMC en la era post guerra han tenido cierto éxito en la rebaja de aranceles, las medidas no arancelarias se han tornado relativamente más determinantes en obstaculizar el comercio. Por lo tanto, debido a que un país obtiene más ganancia de la firma de un TLC cuanto más restrictivas fueran las medidas no arancelarias de su par previo a su firma, los países seleccionarían con quien firmar TLC de acuerdo al nivel de barreras no arancelarias. Para enfrentar estos inconvenientes, los autores emplean variables instrumentales, encontrando que cuando se toma en cuenta la existencia de endogeneidad (principalmente proveniente de la existencia de sesgos de selección), la presencia de un TLC incrementa el comercio bilateral entre los miembros en 75% respecto a cuando no se toma en cuenta la existencia de la misma: en promedio, cuando no se toma la existencia de endogeneidad, los TLC incrementan el comercio en 23%, mientras que cuando se controla por sesgo de selección, el mismo asciende a 92%.

Magee (2003) retoma los argumentos de Baier y Bergstrand (2002) para aportar evidencia en el sentido de que la variable TLC es endógena en la ecuación gravitacional. Los argumentos econométricos que utiliza a la hora de estimar el Modelo de mínimos cuadrados no lineales en dos etapas. Dentro de las variables que más inciden a la hora de explicar la formación de un TLC se encuentran el comercio bilateral entre ambos miembros: un incremento de un desvío estándar en los flujos comerciales incrementa la probabilidad de pertenecer a un acuerdo comercial en 18% (situando el resto de las variables en sus respectivas medias). Sin embargo, a diferencia de Baier y Bergstrand (2002), Magee (2003) encuentra que una vez que se da cuenta de la existencia de endogeneidad del TLC, los efectos estimados de éstos en los flujos comerciales son altamente sensibles a las variables incluidas en la especificación del

modelo, incluso a aquellas de las que económicamente no cabría esperar un efecto importante.

Sin embargo, quizás es Baier y Bergstran (2007) el artículo que echa más luz sobre la cuestión. Una vez que se proveen argumentos para sospechar de la existencia de endogeneidad, los autores ensayan tres métodos alternativos de dar cuenta de esta: variables instrumentales, función de control y datos de panel. Usando variables instrumentales y funciones de control arriba a los mismos resultados que Magee (2003): ante la presencia de endogeneidad, estas técnicas no proveen estimaciones estables del efecto del TLC. Sin embargo, una vez que se emplea datos de panel en diferencias los resultados dejan de ser sesgados y pasan a mostrar que los TLC tienen significativos impactos positivos en el comercio bilateral: al cabo de 15 años, el comercio bilateral registra un incremento del 86%, lo cual es seis veces superior al estimado usando Mínimos Cuadrados Ordinarios.

A modo de repaso, durante esta sección se definió qué son los TLC y cómo éstos se comparan con los ámbitos de negociación multilaterales. Posteriormente se repasó la discusión sobre si la rebaja de aranceles incentiva el comercio o no. En una primera instancia se analizó en el ámbito multilateral y posteriormente se pasó al plano de las negociaciones bilaterales: ¿son los TLC dinamizadores del comercio bilateral? Si bien en un principio la evidencia empírica mostró, en el mejor de los casos, resultados ambiguos, una vez que se da cuenta de la existencia de endogeneidad, los resultados pasaron a ser concluyentes: los TLC generan incrementos en el comercio bilateral.

II.2. Primeros desarrollos teóricos en torno a la relación entre regulación ambiental y el comercio.

Desde la década del 70 en adelante, diversos economistas han procurado estudiar diferentes aristas de la relación entre el comercio internacional y a contaminación. En un principio, motivados por las regulaciones ambientales impuestas por la OCDE a sus miembros en dicha década²³, los economistas se volcaron al análisis de cómo ésta podía afectar a los países miembros en sus relaciones comerciales con los no miembros.

En efecto, según señala Anriquez (2002), se sostenía que esta política haría migrar las industrias reguladas hacia países no miembros de la OCDE, que por ende, no eran alcanzados por las medidas de esta. Sin embargo, este fue sólo el primer impulso que dio nacimiento a una vasta literatura que se ha desarrollado desde la década del setenta a la fecha y tiene como principal protagonista a la relación entre comercio y medio ambiente.

²³ En 1970 se crea el Comité Ambiental (hoy en día Comité de Política Ambiental). En 1971 este Comité comienza a trabajar siendo sus mayores preocupaciones, en ese entonces, el uso de pesticidas y bifenilopoliclorados en el agua y el manejo de la calidad del aire urbano, el transporte, el ruido y las cuencas.

Uno de los primeros autores en incursionar en la temática fue Pethig (1976), quien aportó uno de los principales desarrollos teóricos de ese entonces. Usando un modelo Ricardiano de dos países, con dos sectores en competencia perfecta y dos insumos (trabajo y emisiones contaminantes) mostró que en presencia de diferentes regulaciones ambientales el país con una regulación más laxa se va a especializar en la producción del bien más contaminante, mientras que el otro lo hará en la producción del bien más limpio.

Siebert (1977), otro de los tempranos desarrollos extendió el análisis al considerar un sólo insumo que puede ser utilizado en la producción de dos bienes transables o en la reducción de la contaminación. El modelo concluye que cuando un país se especializa en la producción y exportación de un bien contaminante, y se abandonan las actividades de reducción de la contaminación, se erosionan las ganancias del comercio al punto que las pérdidas a causa de la contaminación podrían ser mayores que las ganancias del comercio, reduciendo por ende el bienestar. Por su parte, el país que importa el bien intensivo en contaminación se ve beneficiado no sólo a causa del comercio, sino también de la reducción del daño ambiental al interior de sus fronteras, ya que el bien intensivo en contaminación que consume es producido por su par comercial.

Sin embargo, ¿qué pasaría si el *policy-maker* buscando mitigar los efectos adversos del incremento de la contaminación introduce un impuesto a las exportaciones del bien intensivo en contaminación? En este caso, el impuesto haría que se reduzca la ventaja comparativa en la producción del bien contaminante, lo que produciría que se desvíen recursos de su producción hacia otros usos, reduciéndose su producción, pero también contrayéndose las exportaciones.

Ello produciría dos efectos contrapuestos: por un lado la reducción de la producción del bien contaminante generaría efectos positivos en el medio ambiente y por lo tanto en el bienestar, pero por otro, la erosión de las ventajas comparativas reduciría el comercio, contrayéndose las ganancias derivadas del comercio. El caso en el que el gobierno gravara su producción al punto que este bien no se exporte, el nivel de bienestar coincidirá con el de autarquía.

De esta forma, el impuesto incrementará el bienestar siempre y cuando el impuesto (medido como la cantidad de bienes contaminantes que se dejan de producir) sea menor al daño ambiental evitado. Esta conclusión es sumamente relevante: el impuesto al bien intensivo en contaminación, aún disminuyendo las ganancias del comercio, puede incrementar el bienestar producto de reducción de la contaminación. Este resultado depende del supuesto de que la contaminación impacta directamente en la función de bienestar social.

Si se considera que la contaminación tiene impactos negativos en la función de producción de las empresas, el impuesto a la exportación de bienes contaminantes tiene, además, otros efectos. Utilizando este supuesto, Siebert (1987) introduce la contaminación como un insumo negativo en la función de producción de las empresas. Con ello, el impuesto sobre el bien intensivo en contaminación permite una expansión de la frontera de posibilidades de producción de los otros bienes.

McGuire (1982), usando un modelo tipo Heckscher-Ohlin, también arriba a la misma conclusión. Considera dos sectores de producción: el bien X y el Y. En la producción de ambos bienes se utiliza capital y trabajo. Pero además en la producción del bien X se utiliza el medio ambiente, ya que en su producción se generan desechos contaminantes. Por lo tanto el bien X se define contaminante.

El productor del bien X produce hasta el punto en que el valor del producto marginal del insumo "medio ambiente" es igual a su costo, lo cual, en ausencia de regulación es igual a 0. Si el gobierno fija alguna regulación ambiental que limite la emisión de contaminación, el costo relativo de producir X en términos de Y se incrementa, ya que se deben destinar insumos capital y trabajo a la reducción del daño ambiental y/o implementar tecnologías más limpias para obtener el mismo nivel de producción.

En este caso cabe distinguir dos situaciones: si la regulación es impuesta coordinadamente, lo cual significa que se igualan los costos de contaminar en el par de socios comerciales o si, por el contrario, se impone descoordinadamente. En el primer caso, ello lleva a que en ambos países las retribuciones al factor usado de forma más intensiva en el sector regulado decrece al tiempo que el otro factor es el que se beneficia. Este resultado coincide con el obtenido cuando se aplica esta medida en autarquía.

Por el contrario, si la medida no se implementa coordinadamente (i.e. el costo oportunidad de contaminar en ambos países es diferente), ya no se igualan el precio de los factores de producción entre ambos. Esto implica que si estamos frente a una economía pequeña que enfrenta precios de sus productos fijos, las restricciones a la contaminación deprimen el precio del factor usado intensamente en el bien contaminante de forma tal que cuando se contrae la producción, los recursos liberados en la industria contaminante son absorbidos por la otra.

II.3. Década del 90: auge de los TLC y nuevos desarrollos teóricos

Durante la década de los 80's, estas discusiones perdieron vigor al influjo de una recesión global que captó la mayor atención de los economistas (Anriquez, 2002). Sin embargo, a partir de los 90's la relación entre comercio y medio ambiente recobra cada vez mayor relevancia. Al impulso de una mayor actividad económica que genera crecientes presiones en los recursos naturales, y una creciente apertura que retroalimenta la primera, surgen dos movimientos globales: por un lado, brotan los movimientos anti-globalización que se oponen a la creciente integración global bajo la preocupación de que la puja por captar una mayor porción de la inversión global derive en la reducción de los estándares ambientales nacionales.

Desde la otra vereda, el movimiento pro-libre comercio se defiende sosteniendo que una mayor integración daría paso a un mayor crecimiento, generando incrementos en los ingresos, mejorando las condiciones laborales de los trabajadores y

los estándares de la política ambiental. Un tanto más alejados del acalorado, y a veces dogmático debate, desde la academia diversos economistas dieron surgimiento a una vasta literatura que trata de comprender la relación entre comercio y medio ambiente y los efectos de uno sobre el otro, procurando establecer las condiciones bajo las cuales una mayor integración comercial sería beneficiosa para el comercio, el medio ambiente, y el bienestar en general.

A partir de entonces proliferan un conjunto de investigaciones que procuran explicar el impacto de la apertura comercial a través de diferentes aristas.

II.3.A. Hipótesis del desplazamiento de las industrias

A los efectos de este trabajo, nos referimos a desplazamiento de industrias cuando cambios en la estructura productiva de un país desarrollado no son acompañados por cambios equivalentes en su estructura de consumo. En estos casos el desplazamiento de industrias se procesa a través de la exportación de las industrias más contaminantes a los países en desarrollo.

Sobre comienzos de la década de los noventa, cuando los tratados de libre comercio bilaterales comenzaban a ganar terreno, Grossman y Krueger (1991) elaboran un reporte para la conferencia que discutía el acuerdo de libre comercio entre Estados Unidos y México. En dicho documento proponen descomponer el impacto de la liberalización comercial en el medio ambiente en tres efectos: Efecto Escala, Efecto Técnica y Efecto Composición. A través de este último transita la explicación sobre el desplazamiento de industrias. A continuación, se provee una breve explicación de cada uno de éstos para pasar posteriormente al abordaje de la teoría detrás del desplazamiento de industrias.

Por un lado señalan que se produce un *Efecto Escala*: si la liberalización comercial genera un incremento de la actividad económica vía mayor consumo e inversión, y si no se modifica la naturaleza de esta expansión, se termina ejerciendo una presión negativa en el medio ambiente. Por otro lado, según señalan, luego de la liberalización comercial el producto no se produce necesariamente de la misma forma: nuevas empresas se instalan con más modernas y limpias tecnologías, especialmente en los países menos desarrollados, y por otro lado, al incrementar el ingreso se generan mayores presiones para aprobar regulaciones más estrictas sobre la forma de producir. Este es el *Efecto Técnica* y señala que el nivel de contaminación por unidad de producto se reduce con la liberalización comercial.

Finalmente, la apertura comercial lleva a que cada país se especialice en la producción de los bienes en los que goza ventajas comparativas. Si estas ventajas comparativas residen fuertemente en diferencias en la regulación ambiental, entonces la apertura comercial conducirá a mayores niveles de contaminación en aquellos países con regulaciones ambientales más laxas. Por otro lado, si las ventajas comparativas son de corte más tradicional (abundancia relativa de factores de producción y tecnología),

la cuestión se vuelve ambigua. Este es el tercer efecto que los autores encuentran al considerar el impacto de la liberalización comercial sobre el medio ambiente y lo denominan *Efecto Composición*.

Este tercer efecto habla de la relocalización de industrias como respuesta a diferencias en las regulaciones ambientales. Uno de los exponentes teóricos más importantes de esta línea de investigación son Copeland y Taylor (1994) quienes procuran brindar respaldo teórico a esta clasificación empírica. Para ello desarrollan un modelo de equilibrio general estático, en el que hay dos países que producen un continuum de bienes que transan debido a diferencias en la política ambiental derivadas de los diferentes niveles de ingreso: la política ambiental será más estricta en el país rico (al cual los autores denominan "Norte") que en el pobre ("Sur"). La novedad es que dicha investigación por primera vez cuantificó el impacto de la liberalización comercial en términos de los tres efectos reseñados arriba: Efecto Escala, Efecto Técnica y Efecto Composición.

Los autores procuran responder la siguiente cuestión: en el contexto del modelo explicitado sumariamente arriba, ¿qué efectos tiene en la contaminación que ambos países impongan aranceles "eficientes" en el sentido de que equivalen al daño marginal de contaminar? Muestran que incluso ante regulaciones ambientales idénticas (en el sentido de que ambos gravan la contaminación al daño marginal) se puede expulsar industrias fuera de países cuando dos países parten de diferentes niveles de ingreso: el país más rico (al que ellos denominan "Norte") se especializa en industrias "limpias", mientras que el más pobre ("Sur") en industrias "sucias".

Bajo los supuestos del modelo, el comercio incrementa el nivel de actividad y ello genera un incremento de los niveles de emisión de contaminantes (Efecto Escala). Frente a ello, el Gobierno incrementa el impuesto ambiental, con lo que consigue reducir la producción de bienes contaminantes y la adopción de técnicas de producción más limpias (Efecto Técnica). Pero como el Gobierno es capaz de fijar el impuesto igual al daño marginal de la contaminación, ambos efectos se neutralizan.

Por tanto, el efecto neto de la apertura comercial sobre la contaminación estará dado por el signo del Efecto Composición. ¿Qué industrias ganan terreno en el "Norte" y cuáles en el "Sur"? Dado que en autarquía el precio relativo de la contaminación es más alto en el "rico" Norte que en el "pobre" Sur, las industrias intensivas en contaminación se van a trasladar desde el Norte al Sur, mientras que inversamente, aquellas industrias más limpias lo harán desde el Sur al Norte. Ello redundará en un incremento de los niveles de contaminación en el Sur y una contracción en el Norte. Por otro lado, siempre que el comercio no iguale los precios de los factores de producción en el Norte y en Sur, la contaminación global se incrementará.

En síntesis, la Hipótesis del desplazamiento de industrias establece que frente al incremento de los niveles de ingreso los países desarrollados fijan regulaciones ambientales cada vez más estrictas. Ello se traduce en cambios en la estructura productiva que no necesariamente son acompañados por la estructura de consumo: se producen menores cantidades de bienes contaminante pero no necesariamente se

consumen menos. Ello, en definitiva, culmina con la reubicación mundial de las actividades contaminantes en los países en desarrollo.

II.3.B. Hipótesis de los Paraísos de Contaminación

La Hipótesis de los Paraísos de Contaminación (HPC) se refiere a la posibilidad de que las industrias intensivas en contaminación se trasladen a países en desarrollo con el fin de tomar ventaja de sus débiles estándares ambientales (Dinda, 2004). La HPC establece que estándares ambientales bajos constituyen una fuente de ventaja comparativa y por lo tanto un factor que altera los patrones de comercio. A la diferencia de la Hipótesis del Desplazamiento de Industrias, que centra el análisis en el reforzamiento de las regulaciones ambientales de los países desarrollados como respuesta a una población que reclama un ambiente más limpio, en la HPC se hace énfasis en el hecho de que los países en desarrollo reducen sus regulaciones ambientales para captar mayores niveles de inversión (Anriquez, 2002).

Uno de los estudios que brindan mayor respaldo teórico a la HPC es Antweiler, Copeland y Taylor (1998). Estos autores introducen una variante a Copeland y Taylor (1994): además del ingreso, el cual al igual que en su anterior modelo determina la política ambiental, señalan que el perfil contaminador del comercio de un país también puede estar determinado por la abundancia relativa de factores. En efecto, las industrias más intensivas en capital son las que presentan niveles superiores de contaminación, mientras que las intensivas en mano de obra son más limpias.

Bajo estas consideraciones, los autores encuentran que un país *suficientemente* rico se especializará en la producción de bienes limpios en línea con la hipótesis de los paraísos de contaminación. Mientras que en uno *suficientemente* abundante en capital, consideraciones respecto a la abundancia relativa de factores pesarán más que diferencias de ingresos y por tanto se especializará en la producción de bienes contaminantes. La falencia del modelo es que no provee una definición concreta de lo que es "suficientemente rico" y "suficientemente abundante en capital".

Hasta ahora se han reseñado de forma sumaria un conjunto de investigaciones teóricas cuyo denominador común es el abordaje de los efectos del comercio internacional en el medio ambiente producto de diferencias en la regulación ambiental. Sin embargo, existen otro conjunto de motivos que pueden alterar los patrones de comercio y la ubicación de industrias. En el apartado que sigue se abordará el papel de los derechos de propiedad en la definición del patrón de comercio.

II.3.C. Derechos de propiedad y patrones de comercio

Derechos de propiedad débilmente forjados pueden dar lugar a situaciones no óptimas. Un claro ejemplo es el de la "Tragedia de los comunes": si varios productores comparten un mismo recurso escaso, cada uno de ellos va a tener incentivos a explotar más allá del nivel que explotaría de haber derechos de propiedad sobre el recurso. El

hecho de que cada uno razone en el mismo sentido lleva a que se sobre explote el recurso y en el largo plazo el mismo se agote.

Esta idea surgida a mediados del siglo XIX fue también base de algunas investigaciones que surgieron a mediados de los noventa. Uno de ellos fue Chichilnisky (1994) quien realiza una extensión del modelo Hecksher-Ohlin de dos bienes finales que son producidos con un factor cuya oferta es fija, capital, y un insumo intermedio, un recurso natural que es extraído del medio ambiente. Existe un país denominado "Sur" cuyos derechos de propiedad sobre el recurso naturales son incompletos, mientras que en "Norte" están perfectamente definidos.

Esta diferencia en el nivel de cumplimiento de los derechos de propiedad genera incentivos a comercializar aún ante idénticas tecnologías, dotaciones de recursos y preferencias. En efecto, en autarquía, el bien intensivo en recursos ambientales es más barato en el Sur que en el Norte, por lo cual Sur tiene una ventaja comparativa aparente en su producción frente al norte.

Así, una vez que se permite el comercio entre ambos países, el comercio exacerba el problema "de los comunes" en el Sur: el Norte sobre-consume bienes baratos intensivos en recursos naturales importados del Sur, aún cuando se igualen el precio de los bienes finales y los factores de producción. Por tanto, el país con derechos de propiedad "blandos" pierde en términos ambientales con el comercio, mientras que el país capaz de hacerlos cumplir cabalmente gana.

II.3.D. Difusión de Tecnologías

A diferencia de las anteriores, ésta línea de investigación provee sustento a la idea de que la apertura comercial puede de hecho disminuir el daño ambiental. La apertura comercial en muchas ocasiones se da a la par de flujos transfronterizos de inversión extranjera directa (IED) de los cuales los países en desarrollo son los destinatarios. En efecto, las compañías multinacionales frecuentemente se instalan en países en desarrollo en busca de mercados desde donde se pueden aprovisionar de materias primas o productos intensivos en ellas.

Junto con estos flujos de IED frecuentemente se trasladan nuevas y más limpias tecnologías de producción, lo cual ahorra un largo camino de innovación y desarrollo al país que la recibe (Martin y Wheeler, 1992). Pero este no es el único efecto. Estas tecnologías constituyen modos más eficientes de producción, requiriendo menor nivel de insumos y energías de los que requerían otros países industrializados en el pasado.

II.4. Aplicación de instrumentos de valuación de impacto de políticas comerciales.

Hasta este punto se ha reseñado desde la perspectiva de la teoría económica la relación entre comercio y medio ambiente. Ahora, el foco de atención se circunscribirá

al desarrollo de metodologías empíricas para evaluar la relación entre uno y otro. En particular, se brindarán respuestas a las siguientes preguntas: ¿se puede medir el impacto del comercio en el medio ambiente? ¿cómo? ¿cuáles son las herramientas con las que contamos para emprender esta tarea?

Básicamente las herramientas de valuación de impacto se pueden agrupar en dos categorías (Plummer, Cheong y Hamanaka, 2010): herramientas de valuación de impacto *ex-ante* y *ex-post*.

Las herramientas de valuación de impacto *ex-ante* procuran, como su nombre lo indica, echar luz sobre los efectos esperados de los la política comercial previo a su entrada en fuerza. Estas herramientas pueden ser de equilibrio parcial o de equilibrio general. Los análisis de equilibrio parcial procuran medir el impacto de la reducción arancelaria en un único mercado de importaciones. Sin embargo, a modo de ejemplo, las negociaciones de los TLC apuntan a la reducción o eliminación de barreras arancelarias en múltiples mercados al mismo tiempo. Para capturar estos efectos se precisa de un enfoque de Equilibrio General que revele, no sólo los efectos directos de la reducción de aranceles, sino también otros efectos indirectos en mercados relacionados²⁴. El principal inconveniente que este enfoque presenta reside en la cantidad de datos que precisa y el número de supuestos simplificadores que se deben adoptar.

El impacto del TLC puede ser, sin embargo, bastante diferente al esperado *ex-ante*. Por ello, es necesario emplear herramientas de valuación de impacto *ex-post* que ayuden a echar luz sobre los efectos que de hecho generó el TLC en la economía. En esta tarea, los Modelos Gravitacionales han sido un caballo de batalla casi ineludible (Baier y Bergstrand, 2007).

De forma análoga a la ley de la Gravitación Universal²⁵, los Modelos Gravitacionales establecen que el volumen de comercio entre un par de países va a estar directamente relacionado al producto del tamaño de sus economías e inversamente relacionado a la distancia que los separa. A lo largo de los últimos cincuenta años estos modelos han sido una referencia casi ineludible en el estudio de los flujos comerciales y particularmente en el análisis del efecto de los TLC. Plummer, Cheong y Hamanaka (2010) señalan que ello se debe a que presentan diversas ventajas, dentro de las que destacan: la información que requieren se encuentra ampliamente disponible, el modelo tiene amplio poder explicativo y permite al analista controlar por otras variables para aislar el efecto del TLC y cuantificar su impacto en el comercio exterior.

²⁴ Uno de los Modelos de Equilibrio General Computable más utilizados para analizar los efectos de las políticas comerciales es el Global Trade Analysis Project (GTAP) desarrollado por Hertel (1997). Algunas aplicaciones de este modelo a economías del sudeste asiático son Plummer y Yue (2009), Brooks, Roland-Holst y Zhai (2005). El GTAP también ha sido extendido en otras direcciones. Una aplicación que incorpora la sustitución de fuentes de energía puede ser encontrada en Burniaux y Truong (2005).

²⁵ El nombre de "Modelos Gravitacionales" deriva de la Ley de la Gravitación Universal de Newton que establece que la fuerza con la que se atraen dos objetos únicamente depende del producto de sus masas e inversamente de la distancia que los separa.

Dada la relevancia para esta investigación, en lo que sigue de esta sección nos concentraremos en las herramientas de valuación de impacto *ex-post*, haciendo énfasis en el uso de los modelos gravitacionales para evaluar el impacto de los TLC en el comercio. A su vez se explicitarán los inconvenientes que a lo largo de los años se han señalado, los que se han levantado y los que aún resta por abordar.

II.4.A. ¿Qué son los Modelos Gravitacionales?

El Premio Nobel de Economía Jan Tinbergen en 1962 fue el primero en publicar un estudio econométrico utilizando la ecuación gravitacional para estudiar el efecto de los TLC en los flujos de comercio. Los resultados sugerían que los TLC tenían un efecto insignificante en el comercio: pertenecer a la British Commonwealth se asociaba con incremento del 5% de los flujos comerciales, mientras que pertenecer al Benelux impactaba en apenas 4%. Sin embargo, estos modestos resultados no impidieron que durante los 50 siguientes años el modelo que él desarrolló se convirtiera en la primera opción para analizar el impacto de los TLC en los flujos comerciales bilaterales.

El modelo más simple de los modelos gravitacionales establece que las importaciones del país i desde el país j (M_{ij}) dependen positivamente de PIB del país importador (Y_i), del PIB del país exportador (Y_j) e inversamente de la distancia que los separa (D_{ij}):

$$M_{ij} = G \frac{Y_i^{\beta_1} Y_j^{\beta_2}}{D_{ij}^{\beta_3}} \quad (1)$$

Donde G es una constante y los β son los coeficientes a estimar.

La vasta mayoría de los estudios empíricos emplea una transformación lineal de (1) mediante la aplicación de logaritmos²⁶:

$$m_{ij} = g + \beta_1 y_i + \beta_2 y_j + \beta_3 d_{ij} + u_{ij} \quad (2)$$

Donde las variables en minúsculas representan los logaritmos de las variables en mayúsculas, y u_{ij} es un término de error que se supone aleatorio. En esta formulación los β representan la elasticidad de las importaciones a cada una de las variables explicativas. Bajo las consideraciones previas, se esperaría que tanto β_1 como β_2 fueran positivos mientras que β_3 se esperaría que fuera negativo. En el Modelo Gravitacional, la distancia se utiliza como un proxy de los costos de transporte de las mercaderías entre los dos países. Frecuentemente también se suele agregar un conjunto de variables explicativas que capturan otras dimensiones de los costos de comercio, tales como si ambos países son adyacentes, si comparten un lenguaje común, si mantienen lazos coloniales, si tienen una moneda común, o si el país exportador o importador son islas o contrariamente no cuentan con salida al mar.

²⁶ Más adelante se hará referencia a los inconvenientes que acarrea esta transformación logarítmica y las alternativas que Martin y Pham (2008) y Silva y Tenreyro (2006) plantean para solucionarlas.

II.4.B. Algunas precauciones a la hora de emplear los modelos gravitacionales

En base su alta capacidad predictiva, el uso de los Modelos Gravitacionales como herramienta para analizar el impacto de diversos factores en el comercio de diferentes tipos de bienes, gozó de muy buena reputación a lo largo de los últimos cincuenta años. Sin embargo, recientemente algunos autores han llamado la atención sobre algunos puntos a tener en cuenta. En esta sección se los repasaré brevemente y en la sección siguiente se profundizará dado que éstos determinan la metodología para someter a prueba nuestra hipótesis.

Los costos relativos de comercio entre un par de países no sólo dependen de la distancia que los separa (y el conjunto de variables reseñadas arriba). De hecho, la evidencia empírica reciente señala que la resistencia a comerciar entre un par de países depende también de la distancia que los separa a ambos del resto del mundo. Anderson y van Wincoop (2003) acuñaron el término Resistencia Multilateral al Comercio (*Multilateral Trade Resistance*) para referirse a este efecto: cuanto mayor es la resistencia multilateral comercio más fuerte es el incentivo a profundizar el comercio entre el par de países y vice versa. La lógica detrás de lo que señala este efecto es que, el costo de comerciar entre dos países, además de depender del costo de comerciar entre ambos, depende del costo de comerciar con los demás países. A modo de ejemplo, el volumen de comercio entre Australia y Nueva Zelanda, no sería tan alto si en vez de ser dos economías insulares alejadas de los grandes centros económicos mundiales, estuvieran insertadas en el medio de Europa.

Otro conjunto de críticas apunta a la forma de estimación de los modelos gravitacionales. Las más recientes vinculadas a los inconvenientes generados por la presencia de flujos bilaterales nulos y la endogeneidad de los regresores. Asimismo, se presentan las soluciones propuestas por Silva y Tenreyro (2006) y Martin y Pham (2008) para los dos primeros y por Baier y Bergstrand (2007) para el tercero.

En cuanto a los dos primeros, como fuera señalado anteriormente una práctica común en la evaluación empírica de los Modelos Gravitacionales es su *linearización* a través de la aplicación de una transformación logarítmica. De acuerdo a Silva y Tenreyro (2006), esta práctica desconoce las implicancias de la desigualdad de Jensen: $E(\ln y) \neq \ln E(y)$, es decir que el valor esperado del logaritmo de una variable aleatoria es diferente del logaritmo del su valor esperado. Ello hace que la interpretación de los coeficientes como elasticidades sea altamente confuso (Silva y Tenreyro, 2006).

Veamos las razones señaladas por Silva y Tenreyro (2006) por las que la práctica de *linearizar* un Modelo Gravitacional como el señalado en (1) puede ser inconveniente. Primero, y_i puede ser 0, en cuyo caso no se puede aplicar la transformación log-lineal. En efecto, las economías pequeñas enfrentan altos costos de información para exportar a otras economías pequeñas, por lo cual no debiera sorprendernos encontrar que no exista comercio, por ejemplo, entre un país pequeño de África y otro de América Central. En segundo término, los autores prueban que, aun

cuando todos los valores de y_i sean estrictamente positivos, el valor esperado de la log-linearización del término de error dependerá, bajo condiciones razonables, de las variables dependientes.

Por lo tanto, de acuerdo a estos mismos autores, ello generará problemas de heteroscedasticidad y conducirá a que las estimaciones mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios sean inconsistentes. La propuesta vía de salida a este problema consiste en estimar el modelo en su versión multiplicativa mediante Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud (PPMV). Aplicando métodos de simulación Monte Carlo, los autores muestran que la aplicación de PPMV se muestra robusta a diferentes patrones de heteroscedasticidad y adicionalmente soluciona los inconvenientes derivados de que la variable dependiente sea cero.

Martin y Pham (2008) proponen otras soluciones a los problemas identificados por Silva y Tenreyro (2006) cuando se log-linearizan los Modelos Gravitacionales, particularmente cuando se hallan importantes cantidades observaciones en que la variable dependiente toma el valor 0. A grandes rasgos, los autores elaboran un conjunto de estimadores paramétricos y no paramétricos que someten a evaluación empleando Monte Carlo. Los métodos que mejores desempeños muestran son aquellos que emplean Tobit y los estimadores Máximo Verosímiles de Heckman.

Finalmente, aun cuando ya se hiciera referencia previamente, es necesario en esta sección mencionar los desarrollos de Baier y Bergstrand (2002 y 2007) y Magee (2003). Estos autores llamaron la atención sobre el punto de que la elección de dos países de entrar en un TLC no es aleatoria, por ello, a la hora de evaluar empíricamente su efecto TLC, es necesario dar cuenta de esta endogeneidad en el método de estimación empleado.

III. Enfoque metodológico

El objetivo de la presente investigación es estudiar si los Tratados de Libre Comercio entre países desarrollados y no desarrollados favorecen un patrón de comercio en el cual los países no desarrollados exportan principalmente bienes en cuyo proceso productivo se involucraron industrias contaminantes, mientras que en los desarrollados exportan bien producidos por industrias "limpias."²⁷ Para investigar esta hipótesis se utilizará un enfoque de modelo gravitacional sobre datos de panel.

La racionalidad detrás de esta hipótesis es la siguiente. Cuando un país comercia con otro enfrenta costos de diversa índole. Los más notorios son los costos de transporte y los arancelarios. La entrada en vigencia de un Tratado de Libre Comercio elimina (o al menos reduce) los costos arancelarios, lo cual reduce la brecha

²⁷ Cabe destacar que el hecho de que un país aumente las exportaciones de mercancías contaminantes (o no contaminantes), no implica *per se* un aumento de la producción de éstas. De hecho, el aumento de las exportaciones podría darse a expensas de una reducción de las exportaciones a otros destinos (efecto desvío de comercio) o a costas de la reducción de la oferta en el mercado interno.

del precio entre el bien doméstico y el importado. Pero también existe un conjunto de costos más difíciles de cuantificar dado que no implican desembolso claramente identificable para el exportador o el importador. A modo de ejemplo, el comerciar en diferentes idiomas, husos horarios marcadamente diferentes, culturas de negocio disímiles, diferentes orígenes legales, etc.

Por otro lado, cumplir con la regulación ambiental implica diversos costos. Por ejemplo, existen costos de abatimiento de la contaminación, como ser plantas de tratamiento de aguas, multas y penalizaciones, etc. La revisión de la literatura sobre la materia presentada previamente indica que en términos generales, dichos costos son más altos en los países desarrollados que en los países pobres. Por tanto, *ceteris paribus*, producir una unidad de un bien contaminante es más costoso en un país desarrollado que en uno pobre.

En definitiva, expuesto de esta forma simplificada, desde el punto de vista del país desarrollado, si la firma del TLC condujera a que el nuevo precio interno del bien contaminante importado es menor que el precio del bien contaminante producido domésticamente (el cual tiene altos costos de abatimiento de la contaminación), dicho país dejaría de producirlo para pasar a importarlo desde su nuevo socio comercial. Desde el punto de vista del país no desarrollado, éste pasaría a producirlo y exportarlo de forma más intensiva que previo a la entrada en vigencia del TLC.

En lo que sigue de este capítulo se presenta el enfoque metodológico adoptado. En particular se describe el desarrollo teórico que sirve de base para la presente investigación, se formaliza en la ecuación a estimar el razonamiento expuesto previamente, y se describen los métodos de estimación empleados así como sus limitaciones. Asimismo, se exponen las fuentes de información empleadas y los criterios metodológicos empleados.

III.1. Fundamentos de la ecuación gravitacional

De la misma forma que los planetas son atraídos unos a otros en función de su tamaño y la distancia que los separa, la ecuación gravitacional establece que el volumen de comercio entre un país y otro depende de su volumen, el volumen del otro país y la distancia que los separa. Jan Tinberger en su trabajo seminal de 1962 probó empíricamente que existe una relación estable entre el tamaño de dos economías, la distancia que los separa y el volumen de comercio que intercambian.

Es su formulación genérica, la ecuación gravitacional tiene la siguiente forma multiplicativa:

$$X_{ij} = GS_i M_j \phi_{ij} \quad (1)$$

Donde X_{ij} es el valor monetario de las exportaciones de i a j , M_j denota todos los aspectos específicos que hacen a la demanda de j (el ejemplo más claro es su PIB) y S_i está compuesto por todos los aspectos específicos que representan el total de exportadores que están dispuestos a exportar. Finalmente, G es una variable que no depende de i ni de j (como el nivel de liberalización del comercio mundial) y ϕ_{ij} representa la facilidad con la que los exportadores de i acceden al mercado de j , o lo que es lo mismo, la inversa de los costos de comercio bilateral.

Recientemente se ha avanzado en la dirección de encontrar los fundamentos teóricos de la ecuación gravitacional. En este sentido, la contribución de Anderson y van Wincoop (2003) ha sido sumamente relevante: no sólo es necesario controlar por la facilidad con la que los exportadores de i acceden al mercado de j , sino también por la facilidad con la que llegan a otros destinos. Esto, que se ha dado a llamar “Resistencia multilateral al comercio” (RMC), conduce a expresar los costos de comercio entre dos países en relación a los costos de comercio con otros. A modo de ejemplo, Uruguay y Paraguay negociarían mucho más entre sí, si en vez de estar rodeados de dos potencias comerciales (como Brasil y Argentina), fueran dos islas en el medio del océano (como Nueva Zelanda y Australia).

En particular, Anderson y van Wincoop (2003) en un contexto de N países y bienes diferenciados según el país de origen, establecen que una ecuación con mayor fundamento en la teoría sería la siguiente:

$$X_{ij} = \frac{Y_i Y_j}{Y} \left(\frac{t_{ij}}{\Pi_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (2)$$

Donde Y es el ingreso mundial, Y_i el ingreso del país i , Y_j el ingreso del país j , t_{ij} es el costo en j de importar un bien de i , $\sigma > 1$ es la elasticidad de sustitución. Por último, Π_i y P_j representan la facilidad de acceso hacia fuera del país i y la facilidad de acceso hacia dentro del país j , o lo que es lo mismo, la RMC hacia afuera de i y la RMC hacia dentro de j . Ambas son bajas si i o j son países “difíciles” de acceder.

La “dificultad” de acceso al mercado se puede deber tanto a factores físicos (por ejemplo, un país sin salida al mar, importantes distancias a los grandes mercados) o factores políticos/regulatorios tales como altas barreras al comercio. A modo de ejemplo, por tratarse de economías insulares en el medio del Océano Pacífico y cercanas una de la otra, Australia y Nueva Zelanda tienen una elevada resistencia multilateral al comercio lo cual conduce a un alto comercio bilateral. En la ecuación (2), lo primero implica Π_i y P_j “chicos” y lo segundo a X_{ij} elevado.

Dada su naturaleza multiplicativa, un procedimiento estándar a la hora de estimar la ecuación gravitacional es aplicar logaritmos y estimar por mínimos cuadrados ordinarios. De esta forma (2) se transforma en:

$$\ln X_{ij} = a_0 + a_1 \ln Y_i + a_2 \ln Y_j + a_3 \ln t_{ij} + a_4 \ln \Pi_i + a_5 \ln P_j + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

Donde a_0 es el término constante, $a_3 = 1 - \sigma$, $a_4 = \sigma - 1$, $a_5 = \sigma - 1$ y ε_{ij} es el término de error.

En síntesis (3) establece que el logaritmo del valor monetario del comercio entre dos países puede ser expresado en función de tres parámetros:

1. Un término que indica la capacidad de demanda de un país y la capacidad de oferta del otro: $a_1 \ln Y_i + a_2 \ln Y_j$
2. Un término compuesto que mide los incentivos y las barreras que tienen los países para comercializar entre ellos: $a_3 \ln t_{ij}$
3. Un término que mide las barreras a comerciar entre ellos y el resto del mundo, la RMC: $a_4 \ln \Pi_i + a_5 \ln P_j$

El primer término no ofrece mayores inconvenientes dado que es directamente observable: la capacidad de demanda de un país y la de oferta del otro pueden ser aproximadas como sus respectivos PIB.

En cuanto al segundo término, los incentivos y los costos de comerciar entre dos países pueden agrupados dentro de tres amplias categorías:

- a. Por un lado, tenemos los costos de transporte de las mercaderías. Una variable clave en este sentido es la distancia que separa a ambos países. Asimismo, también se suelen utilizar variables *dummies* que recogen si el país en una isla o si por el contrario es sin litoral, si ambos países comparten frontera, etc.
- b. Por otro lado, existen costos de información. Para determinar este tipo de costos se suelen utilizar variables proxy que recogen si ambos países comparten idioma o una historia colonial común. La racionalidad detrás de estos supuestos es que dos economías tenderán a comercializar más entre ellas si comparten un idioma, cultura y similares prácticas de negocio.
- c. Finalmente, el tercer tipo de costos hacen a las barreras arancelarias. En estos casos, se suele introducir una variable *dummy* que toma el valor igual a 1 en el caso que entre ambos países haya un tratado de libre comercio vigente. Como se reseñó en la revisión de literatura, dos países que cuentan con tratado de libre comercio vigente tendrán más incentivos a comercializar entre ellos frente al resto de los países con los que no cuentan con TLC.

Ahora, el problema de estimar la ecuación (3) surge a la hora de cuantificar el tercer término: la RMC no es directamente observable. Así se abren al menos tres posibles caminos. Un camino es seguir los pasos de Anderson and van Wincoop (2003),

quienes emplean un método iterativo para construir estimaciones de los aumentos de precio producto de las barreras al comercio multilateral. Un segundo camino consiste en emplear *proxies* que midan qué tan remotos son las economías. Finalmente está el camino seguido por Rose and van Wincoop (2001), Feenstra (2004) y Baldwin y Taglioni (2006), quienes realizan una estimación empleando datos de panel utilizando efectos fijos por países importadores y exportadores.

En una primer aproximación a la hipótesis que se evalúa, en esta investigación se seguirá este tercer camino. Además de ofrecer una solución al problema de estimar la RMC, el uso de datos de panel tiene otras ventajas. Éste permite controlar cualquier heterogeneidad bilateral no observable y efectos seculares o tendencias en el comercio. A modo de ejemplo, en el contexto de la hipótesis que se somete a prueba, al introducir la dimensión tiempo en un modelo *cross section* podremos identificar el efecto de cumbres climáticas, rondas de negociación, cambio en las políticas de la OMC, crisis globales u cualquier otro efecto que no es recogido por las variables explicativas pero influyen en la variable explicada.

III.2. Método de estimación utilizando efectos fijos por países

Una vez que se decide emplear datos de panel utilizando efectos fijos por países, el foco de atención deriva en la siguiente cuestión: el interés de la investigación, ¿es el coeficiente de una variable bilateral o de una variable específica a un único país? Ejemplos de la primer clase de variables son la distancia entre ambos países, la existencia de un origen colonial común o la existencia de un TLC entre ambos. Por el contrario, son ejemplos del segundo tipo de variable, el PIB, la población, la existencia de un régimen de promoción del comercio, etc.

Esta distinción señalada no es trivial. Como más adelante se apreciará, si se trata las variables específicas a países como variables bilaterales, éstas serán perfectamente colineales con las variables *dummy* de cada país. Como se recordará, el objetivo de esta investigación es echar luz sobre el efecto de los tratados de libre comercio en el comercio de bienes contaminantes. Por lo tanto, se emprenderá en el método de estimación del primer tipo de variables.

Se pueden obtener estimaciones insesgadas del impacto de variables bilaterales, como es el caso de las variables que capturan el efecto de los tratados de libre comercio bilaterales que se estudiará en este trabajo, empleando efectos fijos. Para ello se debe sustituir en (3) los términos correspondientes a la RMC ($a_4 \ln \Pi_i + a_5 \ln P_j$), por variables dummies de los países exportadores e importadores (Anderson y van Wincoop, 2004), que en la siguiente ecuación las denotaremos con I_i y I_j .

Así, la ecuación (3) se transforma en:

$$\ln X_{ij} = a_0 + a_1 \ln Y_i + a_2 \ln Y_j + a_3 I_i + a_4 I_j + a_5 \ln t_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

A modo de ejemplo, si X_{ij} son las exportaciones de Uruguay a Paraguay, I_i tomará el valor igual a 1 siempre que $i = "Uruguay"$ y I_j tomará el valor igual a 1 siempre que $j = "Paraguay"$. En caso contrario, ambas serán cero. Estas variables captan todas las características específicas de los países que no capta t_{ij} .

Ahora, en la literatura comúnmente se asume que t_{ij} toma la siguiente forma:

$$t_{ij} = d_{ij}^{\delta_1} \cdot \exp(\delta_2 cont_{ij} + \delta_3 lang_{ij} + \delta_4 ccol_{ij} + \delta_5 col_{ij} + \delta_6 landlock_{ij} + \delta_7 RTA_{ij}) \quad (5)$$

donde d_{ij} es la distancia bilateral, y $cont_{ij}$, $lang_{ij}$, $ccol_{ij}$, $clandlock_{ij}$, RTA_{ij} son variables *dummies* que denotan respectivamente si ambos países comparten fronteras, idioma, mismo origen colonial, si uno era origen colonial del otro, si alguno (o los dos) de los países no tiene costa y finalmente si ambos países pertenecen a un mismo acuerdo comercial (bilateral o plurilateral). δ_i son los coeficientes asociados a dichas variables.

En el caso que se cuente con la evolución de las variables a lo largo del tiempo, la ecuación gravitacional se transforma en:

$$\ln X_{ijt} = a_0 + a_1 \ln Y_i + a_2 \ln Y_j + a_3 I_i + a_4 I_j + a_5 \ln t_{ijt} + a_6 I_t + u_{ijt} \quad (6)$$

Donde el subíndice t designa el período de tiempo y I_t es una variable binaria que toma el valor 1 en el caso que la observación sea del año en cuestión. Por ejemplo, si nuestra muestra se desarrolla desde 2001 a 2010, tendremos diez variables *dummy* que solamente tomarán el valor 1 en el caso que estemos en el año en cuestión y cero en caso contrario. Siguiendo con el ejemplo, si $t=2001$, I_{2001} será igual a uno mientras que $I_{2002} \dots I_{2010}$ tomarán valor 0²⁸.

El uso de datos de panel también ayuda a mitigar el sesgo causado por la heterogeneidad entre países. Mientras en un *cross-section* la propensión a comerciar entre dos países sólo puede ser controlada por variables que toman en cuenta características de ese par de países (por ejemplo, su PIB, el uso de un idioma común, o el compartir fronteras), en el caso de datos de panel la heterogeneidad puede ser controlada utilizando efectos fijos, dado que toman en cuenta cuestiones no observables que influyen en el comercio entre dos países²⁹

²⁸ Nótese también que lit y ljt , la resistencia multilateral al comercio del importador y del exportador respectivamente, también podría depender del tiempo y por tanto evolucionar con él. Si tenemos n cantidad de países y t cantidad de años, en total tendremos $2nt$ cantidad de variables. Si se considera que alrededor de 170 economías comercian en el mundo y seis períodos de tiempo, ello resulta en 2040 regresores. Ello, en conjunto con la metodología de estimación que se explicará más adelante, hace que el procesamiento de datos considerando RMC variando en el tiempo sea sumamente consumidor de tiempo.

²⁹ Ahora, si el interés de la investigación residiera en un coeficiente asociado a una variable bilateral que no depende del tiempo (como ser la distancia entre ambos países, si comparten origen colonial, etc.), la estimación por efectos fijos no es una opción viable. En estos casos habría una perfecta colinealidad

III.2.A. El problema de los flujos comerciales nulos

Contar con flujos de comercio bilateral nulo para un par de países determinados es un problema al que inevitablemente el investigador se enfrentará. En términos de la ecuación gravitacional, este problema implica que, mientras del lado derecho de la ecuación hay valores para todas las variables, la variable explicada toma el valor cero muy frecuentemente. Esto puede responder a tres causas bien diferentes:

1. Costos de comercio prohibitivos entre un país y otro (ya sean costos de transporte o de información). A modo de ejemplo, los costos de información de una pequeña isla del Caribe pueden ser mucho mayores a los beneficios de comerciar con otra pequeña isla del pacífico.
2. Se redondeó a cero un valor pequeño pero no nulo. Las oficinas estadísticas no reportan valores de comercio por debajo de determinados umbrales..
3. Se imputó valor cero cuando en realidad no se contó con la información.

Dado que nuestro modelo en (8) tiene la variable dependiente en logaritmos, lo cual surge de la práctica generalizada de logaritmizar la ecuación gravitacional multiplicativa original, los ceros en la variable dependiente deben ser tratados adecuadamente. Tradicionalmente se ha adoptado alguna de las siguientes alternativas:

1. Truncar la muestra, dejando de lado las observaciones en las cuales el flujo comercial entre los países es nulo.
2. Imputar un valor positivo pero pequeño al flujo comercial bilateral. Por ejemplo, asumir que el flujo entre los países es de 1 dólar.
3. Estimar el modelo en niveles.

La primera solución es válida si y sólo si los ceros están aleatoriamente distribuidos. De hecho, la racionalidad detrás de esta solución es que los ceros no son informativos y por lo tanto pueden dejarse de lado. Ahora, si estos ceros reportados realmente significan que no hubo comercio entre ambos países o que se redondeó a cero un flujo comercial pequeño (debido a costos de comercio prohibitivos, por ejemplo), entonces estaremos dejando de lado información relevante y las estimaciones que surjan serán inconsistentes. En tanto, la segunda alternativa (reemplazar cero por algún valor pequeño y positivo) puede estar suponiendo un valor de comercio que no represente la verdadera voluntad de comerciar. Finalmente, el uso de MCO en niveles no es apoyado por las ecuaciones gravitacionales con fundamentos teóricos que presentan una forma multiplicativa.

entre las variables. En este caso se debería proceder a estimar usando efectos aleatorios. El test de Hausman puede ser utilizado para decidir si se aplican efectos fijos o efectos aleatorios.

No obstante, la literatura más reciente ha provisto dos nuevas herramientas más robustas para solucionar este problema. Ambas consisten en aplicar métodos de estimación para cuando la variable dependiente es limitada (en nuestro caso, la variable dependiente no puede tomar valores negativos). Una de ellas es emplear el modelo Tobit, donde el valor se censura en cero más una constante pequeña. La otra es emplear un estimador de Pseudo Poisson Máxima Verosimilitud (PPMV).

1. En el primer caso, el modelo Tobit aplica a situaciones en las que el valor de comercio entre dos países se redondea a cero por ser muy pequeño o el valor de las exportaciones refleja un "deseo" de comerciar negativo.
2. En el segundo caso, el modelo PPMV puede ser aplicado directamente en niveles, sin necesidad de aplicar la transformación logarítmica. Como fuera demostrado por Silva y Tenreyro (2006), ésta es una aproximación más robusta frente a la presencia de heteroscedasticidad, cosa que es común encontrar en los datos de comercio bilateral.

En esta investigación se seguirá el camino propuesto por Silva y Tenreyro (2006). En lo que sigue de este apartado se explicará en detalle este enfoque para el caso del modelo gravitacional.

III.2.B. ¿En qué consiste y como soluciona el problema de los flujos comerciales nulos la estimación mediante Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud?

Una de las soluciones para superar el problema de los flujos comerciales nulos es seguir la solución planteada por Silva y Tenreyro (2006). ¿En qué consiste dicha aproximación metodológica? Estos autores emplean el modelo de Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud. En este modelo, dada la cantidad de valores cero que encontraremos en la variable dependiente, no es posible aplicar la usual transformación logarítmica. Por tanto, lo que este modelo sugiere es modelar la variable explicada como una función exponencial:

$$E(y|x_1, x_2, \dots, x_k) = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k) \quad (7)$$

Como la función exponencial siempre es positiva, realizar esta transformación nos asegura que los valores esperados de y siempre sean positivos.

Ahora, dado que (7) no es lineal en β no se puede emplear el clásico modelo de regresión lineal y estimar empleando Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Una alternativa es aplicar Mínimos Cuadrados No Lineales (MCNL). Este procedimiento consiste, al igual que MCO, en minimizar la suma de los cuadrados de los residuos, en

un contexto en que y no es lineal en β . No obstante, si bien aplicar MCNL para estimar es un método asintóticamente válido para estimar (7), no es eficiente en presencia de heteroscedasticidad, la cual es característica de este tipo de datos.

El estimador de MCNL de β se define de la siguiente forma:

$$\hat{\beta} = \arg \min_b \sum_{i=1}^n [y_i - \exp(x_i b)]^2 \quad (8)$$

lo cual implica el siguiente conjunto de condiciones de primer orden:

$$\sum_{i=1}^n [y_i - \exp(x_i \hat{\beta})] \exp(x_i \hat{\beta}) x_i = 0 \quad (9)$$

Como se aprecia, los MCNL le dan más peso a las observaciones donde $\exp(x_i \hat{\beta})$ es "grande". Sin embargo, estas también son las observaciones que tienen mayor varianza, lo cual implica que los MCNL le otorgan más peso a las observaciones con mayor "ruido" (Silva y Tenreyro, 2006). Es que, si bien no se conoce la expresión funcional de la varianza, si se sabe que la heteroscedasticidad es creciente con la media condicional. Por lo tanto, el estimador podría ser muy ineficiente en caso que la varianza sea "alta".

Este problema podría solucionarse aplicando MCNL ponderados en caso que se conociera la forma de $V[x]$. Sin embargo, lo único que sabemos de ella es que a medida que se aproxima a 0 a medida que $E[x]$ se acerca a 0. Por tanto, la aplicación óptima de MCNL no es eficiente en el contexto de modelos gravitacionales en los que no se conoce la distribución de los errores (Silva y Tenreyro, 2006).

Una alternativa más eficiente que los MCNL es emplear Poisson Máxima Verosimilitud (PMV) y realizar algún supuesto sobre la forma funcional de la varianza condicional (dado que se desconoce). De acuerdo a Wooldrige (2010), cuando asumimos que la distribución Poisson no es enteramente conocida y empleamos algún supuesto sobre la misma, el método de estimación adopta el nombre Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud (PPMV)³⁰.

Dentro de todas las posibilidades, asumir que la varianza condicional es proporcional a la media condicional es sumamente atractivo (Silva y Tenreyro, 2006). Bajo esta alternativa,

$$E[x] = \exp(x_i \beta) \propto V[x] \quad (10)$$

por lo que β puede ser estimado resolviendo el siguiente conjunto de condiciones de primer orden (Silva y Tenreyro, 2006):

³⁰ En Wooldrige (2012) dicho método de estimación se presenta como Poisson Quasi Máxima Verosimilitud

$$\sum_{i=1}^n [y_i - \exp(x_i \tilde{\beta})] x_i = 0 \quad (11)$$

Como se aprecia, a diferencia de (9), donde las observaciones eran ponderadas por su varianza ($\exp(x_i \beta)$), en (11) cada observación pesa igual. Ello es así porque, bajo el supuesto de que $E[x] \propto V[x]$, todas las observaciones tienen la misma información sobre los parámetros de interés (Silva y Tenreyro, 2006). En efecto, tomando como referencia la ecuación (9), todo incremento de $\exp(x_i \hat{\beta})$ es reemplazado por un incremento proporcional de la varianza.

De acuerdo a Silva y Tenreyro (2006), asumir que la varianza de y es proporcional a su media podría no ser óptimo. Sin embargo, en ausencia de información sobre el patrón de la heteroscedasticidad, "resulta natural darle el mismo peso a todas las observaciones". Es más, según estos mismos autores, aún cuando no se cumpla (10), el estimador de PMV es más eficiente que el de MCNL cuando la heteroscedasticidad esté relacionada positivamente con la media condicional.

Ahora, dado que (7) es no lineal en los parámetros, los β estimados no deberían ser interpretados directamente como la respuesta de y ante un incremento unitario de x . En efecto, realizando una transformación logarítmica de (7) llegamos a que:

$$\log[E(y|x_1, x_2, \dots, x_k)] = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \quad (12)$$

y usando las propiedades de aproximación de la función logarítmica:

$$\% \Delta E(x) \approx (100 \beta_j) \Delta x_j \quad (13)$$

Sin embargo, si queremos hallar la respuesta exacta de y ante cambios en x , debemos suponer un cambio discreto en la variable explicativa. Supongamos únicamente el cambio en la variable explicativa x_k y que todas las demás permanecen fijas, siendo x_k^0 el valor inicial y x_k^1 el valor final. En ese contexto el cambio esperado en y será:

$$\left[\frac{\exp(\beta_0 + \beta_{k-1} x_{k-1} + \beta_k x_k^1)}{\exp(\beta_0 + \beta_{k-1} x_{k-1} + \beta_k x_k^0)} \right] - 1 = \exp(\beta_k \Delta x_k) - 1 \quad (14)$$

En el caso que x_k sea una variable *dummy* el cambio esperado en y es $\exp(\beta_k) - 1$. Por otro lado, si el objetivo de estudio es analizar la respuesta de y ante cambios simultáneos en más de una variable *dummy*, por ejemplo el cambio en las variables *dummy* explicativas x_1 a x_k , entonces la respuesta de y será la siguiente:

$$\left[\frac{\exp(\beta_0 + \beta_1^1 x_1 + \dots + \beta_k x_k^1)}{\exp(\beta_0 + \beta_1^0 x_1 + \dots + \beta_k x_k^0)} \right] - 1 = \exp(\beta_1 + \dots + \beta_k) - 1 \quad (15)$$

Como se recordará, el objetivo de la presente investigación es analizar la respuesta del comercio bilateral ante los TLC entre países de diferentes niveles de desarrollo. Ello involucra la interacción simultánea de dos variables *dummy*, TLC y desigualdad de ingreso, por lo que el efecto marginal que debemos analizar será del tipo de la ecuación (15).

III.2.C.El problema de la endogeneidad

Rara vez la política comercial es exógena: los países tienden a formar tratados de libre comercio con países con los cuales tienen un comercio relevante. Ello tiene particular relevancia a la hora de estimar el efecto que los tratados de libre comercio tienen en los flujos comerciales. En efecto, si efectivamente la política comercial no fuera exógena, en términos de la ecuación (5), la variable RTA del lado derecho de la ecuación estará correlacionada con el término de error: ciertas características inobservables de algunos pares de países explican por qué éstos comercian mucho y al mismo tiempo tienden a formar tratados de libre comercio.

Este es un claro ejemplo donde la endogeneidad surge de la simultaneidad entre la variable explicativa, TLC, y la variable explicada, nivel de comercio. Sin embargo, de acuerdo a Wooldrige (2002), la endogeneidad puede resultar de otras dos causas adicionales:

- a. Errores de medida. Los errores de medida aparecen cuando quiero conocer el efecto parcial de una variable explicativa x_k^* en y , pero únicamente dispongo de una observación aproximada de x_k^* que denotamos x_k .
- b. Variables omitidas. En este caso lo que sucede es que del lado derecho de la ecuación se omite una variable explicativa relevante para la estimación (por ejemplo porque no se dispone de dicha variable). En el contexto de esta investigación pudiera surgir porque queremos explicar el nivel de exportaciones contaminantes, pero no disponemos de una medida de la aversión a la contaminación del país exportador.

En esta investigación se dará cuenta del tercer tipo de endogeneidad, aquella surgida por la omisión de variables relevantes, y de aquella ocasionada por la simultaneidad dado que se controlará por variables que pueden explicar la propensión de los países a firmar TLC. A modo de ejemplo, pudiera ser que los países que tienen un mismo origen colonial, idioma o comparten fronteras, tiendan a firmar TLC con mayor frecuencia que con aquellos con los que no los tienen.

Diversos enfoques proveen soluciones a esta problemática:

1. Una solución comúnmente aceptada para relevar los problemas de variables omitidas es aplicar variables instrumentales. Ahora, esta solución, de forma inherente conlleva un desafío meramente empírico: se deben encontrar variables que estén relacionadas con el nivel de comercio pero no con la *dummy* TLC.

2. Otra de las soluciones comúnmente aceptada es utilizar Método Generalizado de los Momentos. En particular un sistema de Método Generalizado de los Momentos en el que se aplican lags como instrumentos para las diferencias actuales. El inconveniente de este enfoque es que las estimaciones realizadas por este método son sumamente sensibles a cantidad de lags utilizados.
3. Finalmente, el problema de variables omitidas se soluciona parcialmente con el enfoque de datos de panel de efectos fijos. En efecto, utilizar efectos fijos puede solucionar el problema de la omisión de variables explicativas relevantes siempre y cuando éstas variables omitidas no varíen en el tiempo. Si este fuera el caso, realizar estimaciones con datos de panel por efectos fijos no solucionaría el problema.

En esta investigación se empleará el tercer enfoque. Además de corregir cualquier endogeneidad originada en la omisión de variables que no varían en el tiempo, emplear este enfoque corrige, como fuera mencionado el problema de la Resistencia Multilateral al Comercio.

III.3. Especificación del modelo gravitacional empleado

Dado que se pretende analizar el impacto de los tratados de libre comercio en el comercio de mercancías contaminantes, la ecuación gravitacional estándar se debe modificar para dar cuenta de ello. Como se explicara anteriormente, el modelo gravitacional estándar procura explicar el nivel de comercio bilateral en función de características de uno y otro país y de características que dependen de ambos simultáneamente.

En su versión más simplificada este se puede expresar como:

$$M_{ij} = \exp(\beta_0 + \beta_1 Y_i + \beta_2 Y_j + \beta_3 L_i + \beta_4 L_j + \beta_5 D_{ij} + \beta_6 TLC_{ij} + \beta_7 cont_{ij} + \beta_8 lang_{ij} + \beta_9 ccol_{ij} + \beta_{10} col_{ij} + \beta_{11} landlock_{ij} + I_j + I_i + I_t) \quad (16)$$

Donde M_{ij} son las importaciones que el país i realiza desde el país j ³¹, Y_i es el ingreso del país i , Y_j es el del país j , L_i es la población del país, L_j la del país j y D_{ij} es la distancia entre uno y otro país (se mide entre capitales o centros económicos). Asimismo, TLC_{ij} , $cont_{ij}$, $lang_{ij}$, $ccol_{ij}$, col_{ij} , $landlock_{ij}$ son variables *dummies* que valen 1 si, respectivamente, entre i y j hay un tratado de libre comercio vigente, si comparten fronteras, si tienen un mismo origen colonial, si una es colonia de la otra y

³¹ A diferencia de la ecuación gravitacional teórica, la versión estimable de la misma se expresa en términos de importaciones. Ello es práctica usual dado que se cuenta con mejores estadísticas de estas que de exportaciones. Cabe destacar que las importaciones del país i provenientes del país j frecuentemente no coinciden con las exportaciones de j al país i .

si tienen salida al mar. I_i y I_j son variables que toman el valor 1 en caso que la observación corresponda al país en cuestión y cero en caso contrario. Hay una variable para cada país. I_t es un conjunto de variables *dummies* (tantas como años la cantidad de años en la muestra) que toman el valor 1 en caso que la observación sea del año de la variable. Los β_k son parámetros que miden los efectos marginales de i a j de cada uno de las variables reseñadas.

La especificación de esta ecuación incorpora dos elementos que ayudan a evitar los problemas señalados más arriba. Por un lado, expresa las variables explicativas dentro de la función exponencial (sin aplicar logaritmos), de forma de estimar empleando el modelo PPMV. Por otro lado, incorpora las *dummies* por países de forma de contralar por la resistencia multilateral al comercio de los países.

Sin embargo, a los efectos de la presente investigación a este modelo "estándar" hay que adaptarlo en dos direcciones. Por un lado, es necesario dar cuenta que el objeto de estudio está en el impacto del TLC en el comercio de bienes contaminantes *versus* el del resto de los bienes. Es decir, hay que diferenciar el comercio por tipo de bien. Como fuera reseñado previamente, los TLC incrementan el comercio bilateral entre los miembros, sin embargo podría tener un efecto diferencial dependiendo del tipo de bien.

Por otro lado, es necesario tomar en consideración que, a los efectos de esta investigación, el impacto que se espera del TLC en el comercio de bienes contaminantes dependerá del nivel de renta de uno y otro, en particular si hay desigualdad de renta entre ambos y el sentido de esta.

En lo que sigue de este apartado se desarrollan las modificaciones introducidas a la ecuación gravitacional general para dar cuenta del ambas variantes al modelo.

III.3.A. Sobre la incorporación países con diferentes relaciones de ingreso per cápita.

Se adoptaron dos enfoques alternativos y complementarios en la diferenciación de los países por nivel de renta³². El primero consiste en la definición de una medida relativa de renta. Esta consistente en ordenar a los países por nivel de PIB per cápita y definir que los países por encima de determinado quintil son "ricos" y los países por debajo de determinado quintil son "pobres". En función de que las líneas que delimitan los grupos se definen en función de la distribución de ingresos de cada año, a esta clasificación se la denominará Desigualdad Relativa.

En tanto, el segundo consistió en usar como base de agrupación la clasificación del Banco Mundial (BM). Esta emplea líneas absolutas de ingreso para agrupar a los

³² Atendiendo a la disponibilidad de información en la base de datos CEPII, la clasificación se hizo por los ingresos per cápita en dólares corrientes.

países. Se define como una medida de la Desigualdad Absoluta, por diferencia a la anterior, en el sentido de que no dependen de la distribución de ingresos y la posición relativa de uno y otro país.

En el primer caso, se agruparon los países en quintiles de acuerdo a su nivel de renta per cápita definida como PIB per cápita en dólares corrientes. A los países pertenecientes a los primeros quintiles se les llamó "pobres", mientras que a los países pertenecientes a los últimos dos quintiles se les llamó "ricos"^{33 34}. El tercer quintil, que estaría conformado por países de renta media, no fue utilizado con el fin de marcar una mayor diferencia entre uno y otro grupo.

Basados en esta clasificación se definió una variable discreta ordenada que procura captar si hay desigualdad (la variable asume un valor diferente de cero) y el sentido de la misma. Así, esta variable desigualdad asume el valor 1 si la desigualdad "favorece" al importador y -1 si la desigualdad "favorece" al exportador. De forma tal que:

$$\begin{aligned}
 &DesRel_{ij} \\
 &= \{1 \text{ si importador es rico y exportador pobre } 0 \text{ si no hay relación de } (17) \\
 &- 1 \text{ si el importador es pobre el exportador rico}
 \end{aligned}$$

Donde $DesRel_{ij}$ es la variable que recoge el criterio de desigualdad presentado ente i y j siguiendo el criterio por quintiles.

Así, una vez que se incorpora esta variable y la interacción entre ésta y la variable TLC, la ecuación a estimar adquiere la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 M_{ij} = \exp (\beta_0 + \beta_1 Y_i + \beta_2 Y_j + \beta_3 L_i + \beta_4 L_j + \beta_5 D_{ij} + \beta_6 TLC_{ij} \\
 + \beta_7 cont_{ij} + \beta_8 lang_{ij} + \beta_9 ccol_{ij} + \beta_{10} col_{ij} \\
 + \beta_{11} landlock_{ij} + \beta_{12} DesRel_{ij} + \beta_{13} TLC_{ij} * DesRel_{ij} \quad (18) \\
 + I_j + I_i + I_t)
 \end{aligned}$$

Con el objetivo de simplificar la notación, en (18) y en lo que sigue del capítulo, se omitió el sufijo temporal t .

En la ecuación (18), β_{12} el coeficiente asociado a la variable $DesRel_{ij}$ incorpora el efecto de la desigualdad relativa en el ingreso. Un coeficiente positivo se asocia con mayores importaciones del país rico desde el país pobre ($DesRel_{ij} = 1$) y menores en caso de la desigualdad sea en el sentido inverso ($DesRel_{ij} = -1$) que en el caso que no haya tal desigualdad relativa de ingresos. Por su parte, si el coeficiente es de signo negativo, la interpretación será la opuesta.

³³Para simplificar se emplea la terminología "rico" y "pobre" pese a que está evaluando una variable de flujo (como ser los ingresos) y no de stock.

³⁴ El criterio para determinar cuando un país es pobre o rico se explica en detalle en la siguiente sección, donde se detallan los datos empleados y los criterios metodológicos adoptados en relación a los mismos.

El segundo criterio de desigualdad empleado define la desigualdad en términos de la diferencia en la categorización de los ingresos del BM. El BM clasifica a los países de acuerdo a sus ingresos en Bajo, Medio Bajo, Medio Alto y Alto. Esta clasificación presenta, además, dos diferencias en relación a la anterior.

- a. Por un lado, la mediada de ingreso considerada es el Producto Nacional Bruto (PNB), el cual considera como producto de un país el generado por los trabajadores nacionales en el extranjero y no considera el generado por los trabajadores extranjeros en el país.
- b. Por otro lado, a diferencia del criterio anterior, este criterio es absoluto en el sentido de que no toma en cuenta las posiciones relativas de los países. Siempre que el país supere un nivel de ingreso determinado será clasificado de una forma, sin importar el nivel de ingreso obtenido por los demás países.

Así, de forma similar a la anterior, se define una variable desigualdad absoluta que refleja si el grupo de ingresos (GI) del importador es más alto que el del exportador (toma el valor 1), si pertenecen al mismo grupo (toma el valor 0) o si el grupo del exportador es más alto que el del importador (toma el valor -1). De forma tal que:

$DesAbs_{ij}$

= {1 si GI del importador es más alto que el GI del exportador 0 si pertenecen al mismo GI
- 1 si GI del importador es más bajo que el GI del exportador

De esta forma reemplazando en (18) la variable $DesRel_{ij}$ por la variable recién definida, se llega a la ecuación (19).

$$\begin{aligned}
 M_{ij} = \exp (\beta_0 + \beta_1 Y_i + \beta_2 Y_j + \beta_3 L_i + \beta_4 L_j + \beta_5 D_{ij} + \beta_6 TLC_{ij} \\
 + \beta_7 cont_{ij} + \beta_8 lang_{ij} + \beta_9 ccol_{ij} + \beta_{10} col_{ij} \\
 + \beta_{11} landlock_{ij} + \beta_{12} DesAbs_{ij} \\
 + \beta_{13} TLC_{ij} * DesAbs_{ij} + I_j + I_i + I_t)
 \end{aligned}
 \tag{19}$$

La interpretación del coeficiente β_{12} en la ecuación (19) se realiza de forma análoga al mismo coeficiente de la ecuación (18)

III.3.B. Sobre la incorporación de diferentes tipos de bienes.

El foco de interés de la investigación es el análisis del efecto de los TLC entre países con diferentes relaciones de ingreso en el comercio de bienes contaminantes y no contaminantes. Tal cual fuera planteado en las ecuaciones (18) y (19). Hasta ahora se incorporado el impacto de los TLC entre países de diferentes niveles de ingreso en el comercio. Sin embargo, a esta altura cabe realizar la diferenciación por nivel de contaminación del bien.

A estos efectos el camino que se emprenderá implica la modificación del lado derecho de las ecuaciones (18) y (19) mediante la incorporación de una *dummy* que identifique si el flujo de comercio es de bienes contaminantes no.

Este enfoque consiste en estudiar el impacto de los TLC y las diferentes configuraciones de renta en el comercio de bienes contaminantes incorporando una variable *dummy* que toma el valor 1 en caso que el flujo de comercio bilateral es contaminante y 0 en caso contrario. En efecto, para cada par de países tendremos dos observaciones por año: una tendrá el valor de comercio bilateral de bienes contaminantes y la otra el de bienes no contaminantes.

En términos prácticos, se incorporará la variable *dummy Contamin* que tomará el valor 1 en caso que el flujo comercial sea contaminante. De esta forma las ecuaciones (18) y (19) tomarán la siguiente expresión respectivamente:

$$\begin{aligned}
 M_{ijk} = \exp (\beta_0 + \beta_1 Y_i + \beta_2 Y_j + \beta_3 L_i + \beta_4 L_j + \beta_5 D_{ij} + \beta_6 TLC_{ij} \\
 + \beta_7 cont_{ij} + \beta_8 lang_{ij} + \beta_9 ccol_{ij} + \beta_{10} col_{ij} \\
 + \beta_{11} landlock_{ij} + \beta_{12} DesRel_{ij} + \beta_{13} TLC_{ij} * DesRel_{ij} \\
 + \beta_{14} Contamin_k + \beta_{15} TLC_{ij} * Contamin_k \\
 + \beta_{16} DesRel_{ij} * Contamin_k + \beta_{17} DesRel_{ij} \\
 * Contamin_k * TLC_{ij} + I_j + I_i + I_t)
 \end{aligned} \tag{20}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ijk} = \exp (\beta_0 + \beta_1 Y_i + \beta_2 Y_j + \beta_3 L_i + \beta_4 L_j + \beta_5 D_{ij} + \beta_6 TLC_{ij} \\
 + \beta_7 cont_{ij} + \beta_8 lang_{ij} + \beta_9 ccol_{ij} + \beta_{10} col_{ij} \\
 + \beta_{11} landlock_{ij} + \beta_{12} DesAbs_{ij} + \beta_{13} TLC_{ij} * DesAbs_{ij} \\
 + \beta_{14} Contamin_k + \beta_{15} TLC_{ij} * Contamin_k \\
 + \beta_{16} DesAbs_{ij} * Contamin_k + \beta_{17} DesAbs_{ij} \\
 * Contamin_k * TLC_{ij} + I_j + I_i + I_t)
 \end{aligned} \tag{21}$$

En estas ecuaciones, β_{17} es el coeficiente de interés. En caso que éste sea significativamente diferente de cero, ello estaría indicando que los TLC tienen efectos en el comercio de bienes contaminantes dependiendo del tipo de configuración de relaciones de renta. En caso que este coeficiente sea positivo, ello estaría indicando un TLC tiene un impacto positivo en el comercio de bienes contaminantes siempre que exista una relación de desigualdad entre ambos miembros y que ésta favorezca al país importador.

A esta altura la estimación de esta ecuación permite responde dos preguntas:

1) ¿Los TLC incentivan en mayor medida las importaciones de bienes contaminantes que las de no contaminantes si la relación de desigualdad favorece al importador "rico"? La racionalidad detrás de esta pregunta es situarnos en un tipo de relación de desigualdad y ver cómo responde el comercio de bienes contaminantes y no contaminantes a la firma de un TLC.

2) Por otro lado, supongamos un *policymaker* que en su menú de opciones tiene la alternativa de firmar un TLC con un país de similar nivel de renta y con uno de diferente. Una pregunta relevante que se podría plantear es si en términos del comercio de bienes contaminantes, firmar un TLC con uno u otro es indiferente. En este caso, el centro de atención es el comercio de bienes contaminantes y la pregunta a punta a explorar como éste es afectado dependiendo de la relación de renta entre los países.

Para responder la primera pregunta es necesario computar dos efectos parciales. Por un lado el impacto de los TLC en los bienes contaminantes y en un contexto de desigualdad que favorece a los importadores. Por otro lado, el impacto de los TLC en los bienes no contaminantes en un contexto de desigualdad que favorece a los importadores.

De forma genérica tenemos que el impacto de los TLC en las importaciones se mide de la siguiente forma^{35 36}:

$$EP_{TLC} = \exp(\beta_6 + \beta_{13} * DesRel_{ij} + \beta_{15} * Contamin + \beta_{17} * DesRel_{ij} * Contamin_k) - 1 \quad (22)$$

Como se observa, el impacto teórico de los TLC depende de tipo de bien comercializado así como del tipo de desigualdad de renta.

Por tanto el efecto parcial de los TLC en el comercio de bienes contaminantes y en un contexto desigualdad que favorece al país importador será:

$$EP_{TLC|DesREL_{ij}=1,Contamin_k=1} = \exp(\beta_6 + \beta_{13} + \beta_{15} + \beta_{17}) - 1 \quad (23)$$

Mientras que el mismo efecto en el comercio de bienes no contaminantes y desigualdad que favorece al importador será:

$$EP_{TLC|DesREL_{ij}=1,Contamin_k=0} = \exp(\beta_6 + \beta_{13}) - 1 \quad (24)$$

De comparar (23) con (24), podremos responder si los TLC, en un contexto de desigualdad que favorece al importador, tienen mayores impactos en el comercio de bienes contaminantes que en el de no contaminantes.

Por otro lado, para abordar la segunda pregunta debemos comparar el efecto parcial del TLC en los bienes contaminantes asumiendo, por un lado que $DesREL_{ij} = -1$, i.e. las exportaciones del país rico al pobre (lo que es lo mismo que las importaciones del país pobre provenientes del rico), y por otro lado asumiendo $DesREL_{ij} = 0$, es decir el impacto en el caso del comercio TLC en los bienes contaminantes en el caso del comercio entre pares de países de similar nivel de renta.

³⁵ Para simplificar sólo se presentan con la medida de desigualdad DesRel. Se puede sustituir ésta por DesAbs y se llega al otro efecto parcial.

³⁶ Cabe recordar en el caso de la estimación Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud, los efectos marginales de las variables no se corresponden exactamente con la sumatoria de los β estimados

En este caso se calcularon los efectos parciales del TLC en el comercio de bienes contaminantes en el contexto de una relación de desigualdad de ingresos que favorece al exportador y en el contexto de una relación de ingresos en el que no hay desigualdad. En términos de la ecuación (22), esto implicó computar los siguientes efectos parciales:

$$EP_{TLC|DesRel_{ij}=-1,Contamin_k=1} = exp(\beta_6 - \beta_{13} + \beta_{15} - \beta_{17}) - 1 \quad (25)$$

y

$$EP_{TLC|DesRel_{ij}=0,Contamin_k=1} = exp(\beta_6 + \beta_{15}) - 1 \quad (26)$$

De comparar las dimensiones de uno y otro se podrá concluir si existe un impacto diferencial de los TLC en las exportaciones de mercancías contaminantes, según haya una relación de ingresos que favorezca al exportador o que ambos países tengan un nivel de renta similar.

III.4. Especificaciones de datos y criterios metodológicos utilizados

Para someter a estudio la hipótesis planteada fueron necesarios tres tipos de datos. Por un lado, fue preciso contar con series anuales de comercio bilateral de mercancías contaminantes y no contaminantes. Por otro lado, se necesitó información sobre las clásicas variables de los modelos gravitacionales que influyen en el nivel de comercio bilateral. Finalmente, fue preciso adoptar un criterio que permitiera determinar cuándo hay desigualdad en el nivel de renta. En lo que sigue de este capítulo se detallan los datos utilizados y los criterios metodológicos empleados.

III.4.A.a. Datos de comercio bilateral de mercancías contaminantes

Uno de los insumos clave en la investigación es la información de comercio bilateral de mercancías contaminantes. Para llegar a esta información se emprendió un camino en tres pasos. Éste implicó, primeramente, identificar cuáles son las industrias más contaminantes. En segundo lugar, se identificó qué bienes producen dichas industrias altamente contaminantes. Por último, se obtuvieron los valores de comercio bilateral para cada uno de esas mercancías contaminantes y para el resto de mercancías que fueron identificadas como "no contaminantes". El proceso para llegar de códigos de industrias contaminantes a códigos de bienes contaminantes es la siguiente:

Esquema 1: Procedimiento para la obtención de datos de comercio bilateral



Para determinar en la producción de qué mercancías se empleó un proceso productivo contaminantes el criterio metodológico empleado fue la medición indirecta de la emisión de partículas contaminantes. Este enfoque clasifica las industrias contaminantes de acuerdo a un índice de emisiones (por ejemplo emisiones en el agua, aire y metales pesados) y utiliza el mismo ranking para todos los países. Otro enfoque usualmente empleado es la medición directa de las partículas contaminantes. Medir de forma directa la contaminación implica, a modo de ejemplo, medir en el nivel de emisiones de dióxido de azufre de la Industria de Hierro y Acero en un país determinado. Ello permite contar con una medida de qué tan contaminante es dicha industria en el país calculando, por ejemplo, el cociente emisiones/nivel de producto.

Sin embargo, esta forma de medir la contaminación no permite analizar los patrones de comercio de productos sucios o la relocalización de las industrias más contaminantes entre países: la medición de los niveles de producción quedan subordinados a la medición de los niveles de contaminación.

Por lo tanto, en esta investigación se medirá de forma directa los flujos comerciales (e indirectamente el nivel de contaminación contenidos en ellos) a través de algún índice de contaminación de los flujos comerciales. Éste también ha sido el camino emprendido en diversos estudios que procuran analizar la existencia de paraísos de contaminación. Algunos ejemplo de ello son: Mani y Wheeler (1999) quienes emplean un índice compuesto de emisiones contaminantes basado en Hettige et al. (1995); Hettige, Lucas y Wheeler (1992) que emplean un índice de emisiones tóxicas basado en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos; Tobey (1990) que emplea un índice ordinal del 1 al 7; Van Beers y Van den Bergh (1997) que emplean un índice de contaminación compuesto compilado con datos de la OECD.

A tales efectos, el proceso para la obtención de los códigos de de bienes contaminantes comenzó con la obtención del ranking de industrias más contaminantes. El ranking empleado fue el elaborado por Mani y Wheeler (1999). Estos autores elaboraron un ranking de las diez industrias más contaminantes usando con información de industrias de Estados Unidos. El ranking considera contaminación en las siguientes tres dimensiones: contaminación en el aire, el agua y la contaminación de metales pesados. En adición a este ranking por dimensión de contaminación, los autores elaboran un ranking general, según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: Ranking de industrias de acuerdo al nivel de contaminación. Fuente: Mani y Wheeler (1999)

Ranking	Agua	Aire	Metal	General
1	371. Industrias básicas de hierro y acero	371. Industrias básicas de hierro y acero	372. Industrias básicas de metales no ferrosos	371. Industrias básicas de hierro y acero
2	372. Industrias básicas de metales no ferrosos	372. Industrias básicas de metales no ferrosos	371. Industrias básicas de hierro y acero	372. Industrias básicas de metales no ferrosos
3	369. Fabricación de otros productos minerales no metálico	341. Fabricación de papel y productos de papel	351. Fabricación de sustancias químicas industriales	351. Fabricación de sustancias químicas industriales
4	354. Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y del carbón	390. Otras industrias manufactureras	323. Industria del cuero y productos de cuero y sucedáneos de cuero y pieles, excepto el calzado y otras	353. Refinerías de petróleo
5	341. Fabricación de papel y productos de papel	351. Fabricación de sustancias químicas industriales	361. Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	369. Fabricación de otros productos minerales no
6	353. Refinerías de petróleo	352. Fabricación de otros productos químicos	381. Fabricación de productos metálicos, exceptuando	341. Fabricación de papel y productos de papel
7	351. Fabricación de sustancias químicas industriales	313. Industrias de bebidas	355. Fabricación de productos de caucho	352. Fabricación de otros productos químicos
8	352. Fabricación de otros productos químicos	311-312 Fabricación de productos alimenticios.	383. Construcción de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros	355. Fabricación de productos de caucho
9	331. Industria de la madera y productos de madera y de corcho, excepto muebles	355. Fabricación de productos de caucho	382. Construcción de maquinaria, exceptuando la eléctrica	323. Industria del cuero y productos de cuero y sucedáneos de cuero y pieles, excepto el calzado y otras
10	362. Fabricación de vidrio y productos de vidrio	353. Refinerías de petróleo	369. Fabricación de otros productos minerales no	381. Fabricación de productos metálicos, exceptuando

Las diez industrias más contaminantes de acuerdo al índice general fueron rotuladas como "contaminantes". Las restantes se clasificaron como "no contaminantes". La clasificación de industrias utilizada por dichos autores fue la Segunda Revisión de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (ISIC Rev 2, por sus siglas en inglés) a tres dígitos.

El siguiente paso consistió en traducir los códigos de dichas industrias a códigos de bienes SITC Rev. 2. Para ello se utilizaron las tablas de correlaciones de industrias a bienes elaboradas por Muendler (2009). Dichas tablas de correspondencias ISIC Revisión 2 a SITC Revisión 2 fueron extraídas de la siguiente página web: <http://econweb.ucsd.edu/muendler/html/resource.html>

El último paso consistió en la obtención de los valores de comercio bilateral y su rotulación en contaminante y no contaminante de acuerdo al ranking elaborado por Mani y Wheeler (1999) y las tablas de correspondencia de Muendler, M. (2009). Si bien diferentes sitios ofrecen la posibilidad de descargar datos de comercio bilateral, dado que se necesitaba una apertura por código de producto y para un período relativamente largo (1992-2015), se procedió a descargarlos de la base COMTRADE de la Naciones Unidas. Se utilizó la Bulk API dado el gran volumen de datos a descargar. La clasificación de datos utilizados fue la Segunda Revisión de la Clasificación Estándar del Comercio Internacional (SITC Rev. 2). De esta forma se pudo acceder al valor en dólares corrientes del comercio bilateral de mercancías contaminantes y no contaminantes para el período 1992-2015. Para agilizar el procesamiento de los datos se computaron promedios cuatri-anales. Por tanto, se contó con seis observaciones diferentes de tiempo.

Una discusión no menor sobre la correspondencia entre industrias y mercancías reside en si la correspondencia entre ambos es unívoca. Es decir, si cada mercancía puede ser producida por una y no más que una industria. En efecto, si una determinada mercancía puede ser producido por más de una industria, podría suceder que sea clasificada como contaminante cuando es producida por una y como no contaminante cuando es producido por la otra. A modo de ejemplo, supongamos que la producción del bien en cuestión puede ser realizada por una industria que realiza el ciclo completo de producción y por una industria que sólo produce las etapas finales del mismo. Si las etapas iniciales de producción de dicho bien son las contaminantes, pero las finales no lo son, tendremos que la primera industria sería contaminante pero la segunda no, aun cuando ambas producen el mismo bien.

Del análisis de las mercancías identificadas como contaminantes, surge que éstas son producidas por una y no más que una industria. Por lo tanto, el problema esbozado previamente se descarto para los diez códigos de industrias más contaminantes. En términos prácticos, ello implica que no hay posibilidad de que las mercancías catalogadas como "contaminantes" puedan ser producidas, además, por una industria no contaminantes.

III.4.A.b. Datos del modelo gravitacional

Los modelos gravitacionales insumen datos de diversa índole. La literatura reseñada muestra que estos datos explican, al menos en parte, el nivel de comercio bilateral entre los países. A modo de ejemplo, para estimar la ecuación (7), primeramente es preciso contar con un conjunto de datos inherentes a cada uno de los países, como ser su PIB, población, si son insulares, etc., pero también es preciso contar con datos que se definen en función de ambos países: la distancia que los separa, si comparten frontera, idioma, origen colonial, o la cantidad de husos horarios que los separa, entre otro. Todos ellos se obtuvieron de la base Gravity Data del Centro de Estudios Prospectivos e Información Internacional (CEPII por sus siglas en inglés). Se obtuvo esta información desde el año 1925 a 2015.

III.4.A.c. Definición de los niveles de desigualdad de ingreso

Los países fueron clasificados de acuerdo a su nivel de renta per cápita en ricos y pobres. Se considero "país rico" a aquel cuya renta per cápita en dólares corrientes lo ubica en el cuarto o quinto quintil de renta per cápita en el año que se firmó el TLC. Asimismo, se consideró "país pobre" aquel cuya renta per cápita lo ubica en el primer o segundo quintiles de ingreso.

Dado que los miembros de uno y otro grupo pueden variar en el tiempo dependiendo de la evolución de su renta per cápita, se estableció que la clasificación se haría en base al año en que se firmó el TLC entre ambos países. La derivada natural de ello es que en un determinado año, un país puede ser clasificado como pobre en un TLC y como rico en otro si ambos los firmó en diferentes años.

Se consideró un atributo deseable definir una brecha lo suficientemente ancha entre el grupo de países pobres y el grupo de países ricos a fin de dotar de mayor estabilidad a dichos grupos. En efecto, cuanto más delgada sea la brecha que separa un país pobre de un país rico más inestables serán los miembros de uno y otro grupo. En términos prácticos esto implicaría que un país en el entorno de la línea divisoria sea catalogado como pobre y al año siguiente como rico en caso que su renta per cápita se incrementa levemente en relación al resto. Por ello, se considero que el 20% central de los países no pertenecería al grupo de los países pobres ni al de los países ricos.

IV. Resultados y discusión

En esta sección se presentarán los resultados obtenidos de la estimación de las ecuaciones (20) y (21), correspondientes al modelo gravitacional en monto de importaciones.

En una primera instancia se estimaron las ecuaciones (20) y (21) empleando el Modelo de PPMV con efectos fijos por países y efectos fijos temporales. Resumiendo las ventajas reseñadas anteriormente, PPMV es la mejor alternativa en contexto de los modelos gravitaciones en los que hay presencia de flujos de comercio nulos. Por su parte, estimar empleando efectos fijos por países, tiene la ventaja que incorpora al análisis el efecto de la resistencia multilateral al comercio y soluciona el problema de la endogeneidad causada por variables omitidas³⁷. Asimismo, emplear efectos fijos temporales da cuenta de cualquier impacto en las importaciones que pudiera afectar a todos los países en un momento dado del tiempo.

En este capítulo se presentan los resultados de la estimaciones realizadas y se discute las implicancias de ellas en el contexto de la hipótesis que plantea esta investigación. En el primer apartado se presentan las estimaciones efectuadas y el ajuste de las mismas a la teoría y a resultados alcanzados por estudios que emplean similar metodología. También, se analiza la significación del modelo gravitacional que incorpora las variables relevantes para el estudio de la hipótesis de trabajo. En el siguiente apartado se pretende echar luz sobre la hipótesis del estudio. En particular se abordan dos preguntas relevantes para el *policymaker*: (1) ¿tienen los TLC entre países de diferentes niveles de renta diferentes impactos en el comercio de bienes contaminantes y no contaminantes? y (2) ¿en términos del comercio de bienes contaminantes, es indiferente para un país firmar un TLC con país de diferente nivel de renta que con un país del mismo nivel?

³⁷ La estimación fue realizada usando el comando "ppml" de Stata desarrollado por Silva y Tenreyro (2011). Este comando difiere del provisto por Stata en el método empleado para identificar y descartar los regresores que podrían llevar a la no existencia de la función de máxima verosimilitud. De hecho, el algoritmo detrás de éste hace que encuentre soluciones en ocasiones que el comando "xtpoisson" falla en converger.

IV.1. ¿Cuánto se ajusta el modelo gravitacional tradicional estimado a la teoría?

Como fuera expuesto en el apartado V.4, para someter a prueba la hipótesis del estudio, se estimarían las ecuaciones (20) y (21). Como se recordara, lo que diferencia a ambas ecuaciones es la medida empleada de desigualdad entre ambos países. En efecto, en (20) se empleó una medida de desigualdad relativa, mientras que en (21) una de desigualdad absoluta.

La estimación de las mismas se realizó introduciendo una a una las variables relevantes para la investigación. El primer modelo a estimar fue un Gravity tradicional (sin variable que dé cuenta de la existencia de un TLC entre los miembros). Luego se incorporó la variable TLC_{ij} y finalmente se incorporaron las variables particulares del ensayo y sus interacciones: $Contamin_k$; $TLC_{ij} * Contamin_k$; $DesAbs_{ij}$; $DesAbs_{ij} * Contamin_k$, $DesAbs_{ij} * TLC_{ij}$, $DesAbs_{ij} * TLC_{ij} * Contamin_k$. De esta forma, las estimaciones obtenidas fueron las siguientes^{38 39}:

³⁸ En anexos se incluye la salida de cada una de estas regresiones.

³⁹ No se incluyen los coeficientes asociados a las variables *dummy* temporales ni a los efectos fijos de los países.

Tabla 2: Coeficientes estimados de los modelos gravitacionales estudiados

Variable dependiente: M_{ijk}	Modelo G_1	Modelo G_2	Modelo G_3	Modelo G_4
log(PIB exportador)	0.699*** (0.0436)	0.642*** (0.0532)	0.685*** (0.0465)	0.722*** (0.0520)
log(PIB importador)	0.695*** (0.0582)	0.649*** (0.0633)	0.855*** (0.0566)	0.780*** (0.0512)
log(Pob exportador)	-0.230* (0.121)			
log(Pob importador)	-0.372* (0.190)			
contig	1.286*** (0.156)	0.881*** (0.123)	0.601*** (0.0896)	0.608*** (0.0901)
comlang_off	0.377*** (0.114)	0.174* (0.0983)	0.126 (0.0790)	0.135* (0.0796)
comcol	0.584** (0.229)	0.650*** (0.217)	0.517** (0.220)	0.516** (0.220)
log(distancia)	-0.330*** (0.0712)	-0.279*** (0.0754)	-0.555*** (0.0441)	-0.545*** (0.0438)
FTA _{ij}		0.905*** (0.0938)	0.768* (0.466)	0.629 (0.474)
Contamin _k			-3.906*** (0.436)	-3.636*** (0.443)
FTA _{ij} *Cont _k			-0.276 (0.877)	0.0284 (0.899)
DesRel _{ij}			-0.856*** (0.123)	
Contamin _k *Desrel _{ij}			1.669*** (0.253)	
FTA _{ij} *Contamin _k			0.0527 (0.343)	
FTA _{ij} *Contamin _k *DesRel _{ij}			-0.0716 (0.670)	
DesAbs _{ij}				-0.737*** (0.155)
DesAbs _{ij} *Contamin _k				1.739*** (0.304)
FTA _{ij} *DesAbs _{ij}				0.841** (0.390)
FTA _{ij} *Contamin _k *DesAbs _{ij}				-1.576** (0.761)
Constante	-26.17*** (1.458)	-27.42*** (0.998)	-25.61*** (0.992)	-25.14*** (1.009)
Observaciones	199,172	198,996	198,996	198,996
R-cuadrado	0.660	0.750	0.852	0.848

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

La versión más sencilla del modelo gravitacional, la que en la Tabla 2 se rotuló G_1, está en línea con teoría y las aplicaciones empíricas del modelo gravitacional. En efecto, tanto el PIB del exportador como el del importador y la distancia que los

separan tienen coeficientes significativos y del signo esperado⁴⁰. Un incremento del PIB del importador (efecto mayor demanda) o un incremento del PIB del exportador (efecto mayor oferta) tiene impactos positivos en el comercio bilateral. Por otro lado, el coeficiente negativo asociado a la variable distancia nos dice que países lejanos tienden a comerciar menos que los cercanos, lo cual está en línea con la teoría y los resultados empíricos debido a los crecientes costos de comercio.

Otro conjunto de factores que determinan el nivel de comercio son el compartir una frontera, compartir origen colonial y compartir idioma. Todos estos factores se asocian positivamente a un mayor nivel de comercio. Como se aprecia en la Tabla 2, todos ellos tienen coeficientes significativamente diferentes de cero y del signo esperado.

Por último, como se aprecia en la misma tabla, los coeficientes asociados a las variables población del exportador y población del importador no son significativamente diferentes de cero. Antes de ensayar una posible explicación, cabe recordar para qué se incluyen estas variables en el modelo gravitacional. La población de los países se asocia a la dimensión del mismo, lo cual impacta en la demanda de importaciones y en la capacidad de ofertar mercancías al resto de los socios comerciales. No obstante, que estas variables no sean significativas podría responder a que el efecto dimensión es mejor captado por la variable PIB. De hecho, si se omite las variables que recogen el nivel de PIB del exportador y el importador en el modelo G_1, las variables población del importador y del exportador resultan significativas y del signo esperado (positivo):

Tabla 3: Modelo sin variables explicativas log(PIB). Salida de Stata

Variable dependiente: M_ijk	G_1.1
lpop_exporter	0.695*** (0.178)
lpop_importer	0.515*** (0.174)
contig	1.290*** (0.154)
comlang_off	0.372*** (0.113)
comcol	0.578** (0.230)
ldist	-0.334*** (0.0703)
Constant	-12.81*** (1.595)
Observations	217,662
R-squared	0.651
Errores estándar robustos en paréntesis	
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

⁴⁰ A lo largo de todo el capítulo empírico se utilizará un nivel de significación del 5%.

El siguiente modelo estimado realiza dos alteraciones sobre el modelo anterior. Por un lado, omite las variables Población del país importador y del exportador, dado sus respectivos PIB captan de mejor manera el efecto "dimensión" buscado. Por otro lado, se incorpora la variable *dummy* TLC. Esa variable vale 1 si entre ambos países hay un acuerdo de libre comercio vigente reportado a la OMC y 0 en caso contrario.

Como se ve en la columna G_2 de la Tabla 2, en línea con la teoría, el coeficiente asociado a la variable TLC es significativo y positivo. En efecto, el TLC implica una rebaja de las barreras arancelarias entre el par de países. Esta rebaja hace que el comercio entre ambos se intensifique. Dado que en este caso el parámetro asociado a dicha variable es $\beta_6 = 0,905$, el efecto parcial estimado de los TLC en el comercio bilateral de los miembros es de $\exp(0,905)-1=1,472$, o lo que es lo mismo, 147%.

Si bien en cuanto a su significación y signo, este resultado está en línea con la literatura que emplea similares metodologías de estimación, dicho parámetro se encuentra algo por encima de lo estimado por otros autores. A modo de ejemplo, Baier y Bregstrand (2007), emplean datos de panel y efectos fijos por países y arriban que el coeficiente asociado al TLC es 0,68, o lo que es lo mismo a un incremento de 97,3%. Una de las posibles explicaciones de tal diferencia es que los primeros no tienen en cuenta el problema de los flujos comerciales nulos y, por lo tanto, no emplean PPMV. Al no tomar en cuenta que las importaciones bilaterales es una variable censurada en 0, se podrían estar subestimando los resultados.

IV.2. Modelo gravitacional ampliado: ¿los TLC entre países de diferentes niveles de desarrollo tienen impacto diferentes en el comercio de bienes contaminantes?

El modelo G_3 introduce las variables *Contamin* y *DesRel*. Estas variables permiten echar luz sobre la hipótesis de estudio. Asimismo, este modelo incluye las interacciones entre estas y las interacciones entre estas y la variable *TLC*. En particular la triple interacción que permite concluir sobre la existencia de una efectos diferenciales en el comercio de bienes contaminantes en países con diferentes niveles de renta que firmaron un TLC.

Este modelo muestra que cada una de estas variables consideradas aisladamente son significativas al 10%. No obstante, sólo la interacción entre el tipo de flujo comercial y la relación de renta de los países es significativa. En particular, a los efectos del presente estudio, resulta relevante destacar que la triple interacción entre estas variables resulta no significativa. Por lo tanto, bajo el supuesto de desigualdad relativa adoptado, se encuentra que los TLC entre países de diferentes niveles de ingreso no tienen impacto en el comercio de bienes contaminantes.

Ahora, dado que el criterio de desigualdad relativa adoptado se basa en un conjunto de criterios metodológicos, se exploró camino alternativo para ver si la conclusión anterior es robusta a otra especificación de desigualdad. Por lo tanto, se

recurrió a la clasificación de los países del BM, de acuerdo a su PBN per cápita. Como se explicitó en el punto III.4.A.c, se definió una variable categórica con el mismo patrón de comportamiento que la anterior: 1, 0 y -1, dependiendo si la desigualdad de ingreso favorece al importador, si no hay desigualdad de ingreso o si favorece al exportador. En (20) se sustituyó *DesAbs* por ésta y se llegó a (21). El método de estimación fue el mismo que en los casos anteriores: PPMV con efectos fijos por países.

De esta forma se llegó a la estimación siguiente:

Tabla 4: Estimación ecuación (21)

Var. Dependiente: M_{ijk}	
log(PIB_export)	.72246126***
log(PIB_import)	.77984482***
contig	.60820802***
comlang_off	0.13487344
comcol	.51637221*
log(distancia)	-.54511964***
FTA (WTO)	0.6290644
Contamin_k	-3.6359133***
FTA_ij*Cont_k	0.02835544
DesAbs_ij	-.7372162***
DesAbs_ij*Contamin_k	1.7393981***
DesAbs_ij*FTA_ij	.84099043*
DesAbs_ij*Contamin_k*FTA_ij	-1.5764818*
_cons	-25.13527***

legend: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Como se puede ver en la Tabla 4, el coeficiente asociado a la interacción simultánea de las variables TLC, Desigualdad absoluta en la relación de ingresos y comercio de bien contaminante, es significativamente diferente de cero. Este es un resultado importante en la presente investigación. En efecto, esto quiere decir que los TLC tienen diferentes impactos en el comercio de bienes contaminantes dependiendo de la relación de ingreso entre los países.

No obstante, cabe destacar que no todas las interacciones entre las tres variables clave son significativas. En efecto, la variable *TLC* considerada asiladamente no es significativa al igual que la interacción entre ésta y la variable *contamin*. Lo primero significa que una vez que se recogen las interacciones entre *TLC* y las demás variables, ésta pierde poder explicativo por sí sola. Es decir, firmar un TLC no tiene un efecto incremental homogéneo *per se*, sino que en tanto y en cuanto interactúa con otras variables.

Por otro lado, lo segundo implica que el efecto del TLC en los bienes contaminantes no es significativo una vez que se toma en cuenta el tipo de desigualdad (o igualdad) entre los países. En efecto, esto implica que para que conocer

el impacto de los TLC en el comercio de bienes contaminantes, hay que conocer cuál es el tipo de relación de renta entre ambos.

IV.3. ¿Cuál es la dirección del impacto de los TLC en el comercio de bienes contaminantes?

Una vez que la evidencia empírica muestra una significativa relación entre *TLC*, *Contamin* y *DesRel*, cabe identificar el sentido de la misma y, en particular, responder si (1) los TLC entre países con diferentes niveles de ingreso incentivan en mayor medida las exportaciones de mercancías contaminantes que de no contaminantes y (2) si los TLC entre países de diferentes niveles de ingreso tienen un impacto diferente dependiendo en el comercio de mercancías contaminantes.

Para responder la primera pregunta sustituiremos los coeficientes teóricos de las ecuaciones (23) y (24) por sus respectivos valores estimados.

Tabla 5: Efecto parcial de los TLC. Importador rico y exportador pobre. Bienes contaminantes y no contaminantes

X = Variables relevantes en el cómputo de los efectos parciales (EP).	β estimado	Ecuación 23 DesRel _{ij} =1 Contamin _k =1		Ecuación 24 DesRel _{ij} =1 Contamin _k =0	
		X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X
FTA (WTO)	0.6290644	1	0.6291	1	0.6291
Contamin _k	-3.6359133***		0.0000		0.0000
FTA _{ij} *Cont _k	0.02835544	1	0.0284		0.0000
DesAbs _{ij}	-.7372162***		0.0000		0.0000
DesAbs _{ij} *Contamin _k	1.7393981***		0.0000	0	0.0000
DesAbs _{ij} *FTA _{ij}	.84099043*	1	0.8409	1	0.8409
DesAbs _{ij} *Contamin _k *FTA _{ij}	-1.5764818*	1	-1.5700	0	0.0000
Σ		-	-0.0717	-	1.4700
EP = exp(Σ)-1		-	-7%	-	335%

notación: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

nota: se omitieron los coeficientes con p-valor > 5%

En esta tabla se observa que los TLC entre un país rico y uno pobre reducen las importaciones de bienes contaminantes del primero provenientes del segundo en un 7% en promedio, una vez que se tienen en cuenta la RMC y los demás determinantes del modelo gravitacional tradicional. Ello es equivalente a afirmar que, desde el punto de vista del país de menores ingresos, las exportaciones de mercancías contaminantes del país pobre al país rico se reducen 7%.

Por su parte, las importaciones de bienes no contaminantes del país rico se incrementan 335% con la firma del TLC. De igual manera, desde la óptica del país pobre, ello implica que sus exportaciones de bienes no contaminantes se incrementan en dicho porcentaje.

Ahora, como se puede apreciar, en dicha tabla hay dos coeficiente no significativos. Uno es el coeficiente asociado a la variable TLC y el otro el asociado a la interacción entre ésta y la variable que indica si la mercancía es contaminante. Ello conduce a poner en duda la significación de este efecto parcial estimado. Ello abre dos caminos. Por un lado evaluar la significación de los efectos parciales empleando simulaciones y por otro no tomar en cuenta aquellos coeficientes estimados no significativos. En este trabajo se emprenderá el segundo.

En un primera instancia, se omitieron los coeficientes no significativos en el cálculo de los efectos parciales estimados. Así se llegó a la siguiente tabla.

Tabla 6: Efecto parcial de los TLC. Importador rico y exportador pobre. Bienes contaminantes y no contaminantes. Omisión de coeficientes no significativos.

X = Variables relevantes en el cómputo de los efectos parciales (EP). β estimado	Ecuación 23 DesRel_ij=1 Contamin_k=1		Ecuación 24 DesRel_ij=1 Contamin_k=0	
	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X
FTA (WTO)	0.6290644	1	1	
Contamin_k	-3.6359133***		0.0000	0.0000
FTA_ij*Cont_k	0.02835544	1		
DesAbs_ij	-.7372162***		0.0000	0.0000
DesAbs_ij*Contamin_k	1.7393981***		0.0000	0.0000
DesAbs_ij*FTA_ij	.84099043*	1	0.8409	0.8409
DesAbs_ij*Contamin_k*FTA_ij	-1.5764818*	1	-1.5700	0.0000
Σ		-	-0.7291	0.8409
EP = exp (Σ)-1		-	-52%	132%

notación: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

nota: se omitieron los coeficientes con p-valor > 5%

Como se puede apreciar, el signo de los efectos parciales no se modifica: los TLC entre un país rico y uno pobre reducen las importaciones de bienes contaminantes del primero provenientes del segundo e incrementan las exportaciones de bienes no contaminantes del país pobre al país rico. No obstante, el tamaño de los efectos parciales varía.

En una segunda instancia se reestimó el modelo anterior sin las variables no significativas y se computaron los efectos parciales de interés.

Tabla 7: Efecto parcial de los TLC. Importador rico y exportador pobre. Bienes contaminantes y no contaminantes. Reestimación modelo G_8 emitiendo variables no significativas

X = Variables relevantes en el cómputo de los efectos parciales (EP). β estimado	Ecuación 23 DesRel _{ij} =1 Contamin _k =1		Ecuación 24 DesRel _{ij} =1 Contamin _k =0	
	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X
FTA (WTO)				
Contamin _k	-4.087284***	0.0000		0.0000
FTA _{ij} *Cont _k				
DesAbs _{ij}	-0.8015441***	0.0000		0.0000
DesAbs _{ij} *Contamin _k	1.837636***	0.0000	0	0.0000
DesAbs _{ij} *FTA _{ij}	1.146795***	1	1	1.1468
DesAbs _{ij} *Contamin _k *FTA _{ij}	-2.10706*	1	0	0.0000
Σ		-0.9603		1.1468
EP = exp(Σ)-1		-62%		215%

notación: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001
nota: se omitieron los coeficientes con p-valor > 5%

La conclusión que se extrae va en el mismo sentido que las anteriores aunque nuevamente se modifican las dimensiones de los efectos parciales estimados. En este caso, las importaciones de bienes contaminantes del país rico provenientes del pobre se reducen en 62% mientras que las de no contaminantes se incrementan en 215%.

Estos resultados proveen evidencia en contra de la hipótesis de trabajo de esta investigación. De hecho, ésta establecía que los TLC entre países desarrollados y no desarrollados, en línea con la hipótesis de los paraísos de contaminación, incrementan las exportaciones de productos contaminantes del país pobre al país rico. No obstante, los resultados muestran que los TLC, en esta configuración de relación de ingresos, tienen el sentido opuesto al esperado, mientras que en la configuración alternativa de relación de rentas (que se llamó Desigualdad Relativa), no se encuentra un efecto significativo.

Una respuesta a por qué se obtienen estos resultados se puede obtener echando una mirada más cercana al ranking de industrias contaminantes:

Tabla 7: Top 10 industrias más contaminantes

Ranking	Industria
1	371. Industrias básicas de hierro y acero
2	372. Industrias básicas de metales no ferrosos
3	351. Fabricación de sustancias químicas industriales
4	353. Refinerías de petróleo
5	369. Fabricación de otros productos minerales no metálicos
6	341. Fabricación de papel y productos de papel
7	352. Fabricación de otros productos químicos
8	355. Fabricación de productos de caucho
9	323. Industria del cuero y productos de cuero y sucedáneos de cuero y pieles, excepto el calzado y otras prendas de vestir
10	381. Fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y equipo

Como se puede apreciar, las industrias más contaminantes son principalmente las pesadas: la siderurgia, la química, la petrolera y la papelera. Estas industrias consumen grandes cantidades de energía para transformar las materias primas en productos que luego serán utilizadas como insumo en otros procesos productivos. Sin embargo, cabe notar que dentro de este ranking no se encuentra ninguna actividad vinculada a la agropecuaria y la agroindustria.

Por diversos factores que escapan al objeto de estudio de esta investigación, a grandes rasgos estas industrias se han tendido a instalar en países de altos ingresos (Alemania, Estados Unidos, Japón, Inglaterra, Francia, etc.), mientras que los países con menores niveles de ingreso han desarrollado ventajas comparativas en la producción de bienes que utilizan los recursos naturales con mayor intensidad.

Por tanto, el signo de los efectos parciales estimados podría estar reflejando que una vez que se reducen las barreras arancelarias, quedan al descubierto las ventajas comparativas en el comercio de mercancías contaminantes y no contaminantes, lo que lleva a (1) un incremento de las exportaciones de bienes contaminantes (industria pesada mayormente) del país rico al pobre y (2) un incremento de los bienes no contaminantes del país pobre al rico.

En efecto, estos resultados están alineados a las posturas que países de altos y bajos ingresos tienen a la hora de firmar TLC. Mientras los de bajos ingresos incluyen los productos agrícolas en sus lista de intereses ofensivos, los de altos ingresos los incluyen en los de intereses defensivos. Lo opuesto frecuentemente se observa en el caso de los productos industriales.

Para abordar la segunda cuestión, si los TLC en el comercio de bienes contaminantes tiene diferentes impactos según sea entre países clasificados en la misma categoría por el BM o no, se procederá a sustituir en (23), (25) y en (26) $Contamin = 1$ y $DesAbs = 1$ en (23), $DesAbs = -1$ en (25) y $DesAbs = 0$ en (26).

Tabla 9: Efecto parcial de los TLC. Bienes contaminantes. Desigualdad (exportador rico, importador pobre) vs no desigualdad.

X = Variables relevantes en el cómputo de los efectos parciales (EP).	β estimado	Ecuación 23 DesAbs_ij=1 Contamin_k=1		Ecuación 26 DesAbs_ij=0 Contamin_k=1		Ecuación 25 DesAbs_ij=-1 Contamin_k=1	
		X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X
FTA (WTO)	0.6290644	1	0.6291	1	0.6291	1	0.6291
Contamin_k	-3.6359133***		0.0000		0.0000		0.0000
FTA_ij*Cont_k	0.02835544	1	0.0284	1	0.0284	1	0.0284
DesAbs_ij	-.7372162***		0.0000		0.0000		0.0000
DesAbs_ij*Contamin_k	1.7393981***		0.0000		0.0000		0.0000
DesAbs_ij*FTA_ij	.84099043*	1	0.8409	0	0.0000	-1	-0.8409
DesAbs_ij*Contamin_k*FTA_ij	-1.5764818*	1	-1.5700	0	0.0000	-1	1.5700
Σ		-	-0.072	-	0.657	-	1.387
EP = exp (Σ)-1		-	-7%	-	93%	-	300%

notación: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

nota: se omitieron los coeficientes con p-valor > 5%

Como se aprecia en la Tabla 9, el TLC impacta en las importaciones de bienes contaminantes del país rico provenientes del país pobre en -7%. No obstante, si ambos países son clasificados por el BM dentro de la misma categoría de ingreso, el impacto es de 93%. Por último, si el importador es pobre y el exportador es rico, el TLC tiene un impacto de 300% en las importaciones del primero provenientes del segundo.

Al igual que en el caso de la pregunta anterior, en éste se procedió a realizar el cómputo de los efectos parciales desestimando las variables no significativas por un lado y reestimando el modelo G_8 sin las variables no significativas. En ambos casos los resultados apuntan en el mismo sentido aunque se modifican las dimensiones de los respectivos efectos⁴¹.

Esto indica que el TLC tiene un impacto de signo positivo y de magnitud considerable en las exportaciones de bienes contaminantes del país rico al país pobre. Sin embargo, cuando no hay tal desigualdad, es decir los países son clasificados de la misma forma por el BM en cuanto a sus ingresos, los TLC no se asocian con un efecto significativo en el comercio de mercancías contaminantes. Si el comercio de mercancías contaminantes fuera asimilable al de mercancías producto de las industrias pesadas, cuestión que queda por fuera del análisis de la presente investigación, lo cual no es más que una mera simplificación, ello estaría indicando que el comercio intraindustrial de industrias pesadas sólo tiene lugar en el caso que haya desigualdad de ingresos entre los países que firman el TLC.

V. Conclusiones

Al tiempo que el ámbito multilateral se ha mostrado incapaz de mostrar avances, desde hace poco más de veinte años el mundo está asistiendo a una incesante proliferación de TLC. Ello tiene diversos impactos en la economía, lo que ha dado surgimiento a diferentes líneas de investigación en torno a ellos que procuran echar luz sobre sus impactos en el comercio, en la renta, en la desigualdad, en las industrias, etc. En este artículo se aborda el impacto de los mismos en el medio ambiente. En particular se echa luz sobre un aspecto de esta relación: ¿Tienen los TLC impacto en el comercio de mercancías contaminantes? De ser así, ¿el sentido del impacto depende de la desigualdad de renta de los países?

La hipótesis inicial que se somete a prueba en esta investigación es que los TLC entre países con diferentes niveles de renta favorecen un patrón de comercio en el que el país pobre, en los términos definidos más arriba, incrementa sus exportaciones de productos contaminantes al país rico. Esta hipótesis está en línea con la Hipótesis de los Paraísos de Contaminación y la Hipótesis del Desplazamientos de Industrias.

Para someter a prueba esta hipótesis se empleó un clásico caballo de batalla de a la hora de analizar impactos de diferentes variables en el comercio: los modelos gravitacionales. Esta familia de modelos explica el volumen de comercio de un par de

⁴¹ En anexos se muestran las tablas comparativas.

países en función del producto de cada uno y de la distancia que los separa. Mientras los primeros se utilizan como medida aproximada de la capacidad de demanda y de oferta de uno y otro, la distancia se utiliza como *proxy* del costo de comerciar entre ellos. Además de estas tradicionales variables, usualmente se incluyen otras que apuntan a captar otros costos inobservables de comercio. A modo de ejemplo, frecuentemente se incluye si ambos países comparten idioma, el mismo origen colonial o fronteras. Se estima que estas variables están asociadas positivamente con mayores volúmenes de comercio.

Para evaluar la hipótesis planteada, este modelo gravitacional tradicional se ha ampliado en dos direcciones. Por un lado, se clasificaron los flujos comerciales de mercancías de acuerdo al nivel de contaminación generada en su elaboración. Ello generó que cada par de países en un año determinado tuviera un flujo comercial de comercio contaminante y otro de no contaminantes. Las industrias fueron clasificadas como contaminantes o no de acuerdo al ranking de industrias contaminantes elaborado por Mani y Wheeler(1999) y la identificación de la producción de cada una de estas industrias se realizó siguiendo a Muendler (2009).

Por otro lado, se tuvo que incorporar la dimensión desigualdad de renta entre el par de socios comerciales. Ello condujo a la definición de dos medidas de desigualdad. En una primera instancia se crearon niveles relativos de ingreso en base a quintiles de PIB per cápita y se definió una variable categórica ordenada para dar cuenta de la existencia y el sentido de la desigualdad. Esta variable categórica toma tres valores diferentes: 1 si la desigualdad favorece al importador, 0 si no hay tal desigualdad y -1 si la misma favorece al exportador.

En una segunda instancia se utilizó una medida absoluta de riqueza. Se recurrió a la clasificación de los países por nivel de ingreso del BM. Esta define líneas absolutas de PNB per cápita y clasifica a los países en función de la línea más alta que superó. En base a ella se definió la misma variable categórica ordenada que toma tres valores para dar cuenta de la existencia y el sentido de la desigualdad.

Si bien los modelos gravitacionales desde su comienzo han gozado de buena reputación debido a su alto poder explicativo, durante las últimas décadas se les ha cuestionado en función de dos conjuntos de falencias. Por un lado, estos modelos carecen de fundamentos teóricos. Y por otro, se les ha señalado algunos problemas de estimación. En este artículo se han dejado de lado los primeros por considerarlos fuera del alcance de la investigación. En cuanto a los segundos, en la investigación se da cuenta de tres de estos inconvenientes: la resistencia multilateral al comercio, la endogeneidad de los regresores generada por la omisión de variables y la heteroscedasticidad intrínseca a estos modelos producto de la existencia de flujos comerciales nulos.

En virtud de la crítica de Silva y Tenreyro (2006), el modelo propuesto se estima empleando datos de panel con efectos fijos por países y el método de estimación de Poisson Pseudo Máxima Verosimilitud. Lo primero resuelve el problema de la resistencia multilateral al comercio y alivia el problema de la endogeneidad ocasionada por la omisión de variables relevantes. En particular soluciona la omisión de variables

relevantes a cada país. En tanto, lo segundo soluciona la heterogeneidad intrínseca de estos modelos.

Los datos de comercio bilateral por productos fueron obtenidos del BM. El resto de datos que caracteriza la relación comercial de los países fue la base usualmente empleada en estos casos Gravity Dataset del CEPII. El modelo se estimó empleando datos de comercio bilateral desde 1992 a 2015 con agrupaciones cuatrienales. En total se contó con seis períodos.

La estimación del Modelo Gravitacional tradicional empleando estos datos y metodología genera resultados significativos y del signo predicho por la teoría y estimado por otros trabajos empíricos. En efecto se encuentra que tanto el PIB del importador como el del exportador son significativos y de signo positivo, en tanto que el coeficiente asociado a la distancia es significativo y de signo negativo.

El considerar como variable explicativa del comercio bilateral la existencia de un TLC entre ambos países también genera resultados similares en significación y dirección de lo esperado. En efecto, la existencia de un TLC entre el par comercial se asocia positivamente al volumen de comercio bilateral. En tanto, en cuanto a la dimensión del impacto de éste en el comercio se encuentran valores algo superiores a los estimados por otros trabajos. En esta investigación se encuentra que la existencia de un TLC se asocia con un comercio 147% superior entre el par de países, mientras Baier y Bregstrand (2007) estiman un impacto del 97%. Ello puede obedecer a que si se ignora que es una variable censurada inferiormente, los coeficientes estimados serán sesgados a la baja.

Ahora, la hipótesis de partida de esta investigación es que los TLC entre países de diferentes niveles de renta generan un impacto asimétrico en el comercio de mercancías contaminantes y que éste lleva a que el país pobre aumente las exportaciones de bienes contaminantes. Esta sentencia se puede dividir en dos partes. Primero, que los TLC entre países con diferentes niveles de renta generan impactos asimétricos en el comercio de bienes contaminantes. Segundo, que en términos de la contaminación, los TLC se asocian con mayores exportaciones de bienes contaminantes del país pobre.

Las estimaciones realizadas apoyan la primera sentencia cuando se considera la medida de desigualdad bilateral basado en grupos de ingreso del BM. En tanto, cuando se considera la media de desigualdad relativa no se encuentran efectos significativos. El conjunto de criterios metodológicos ad-hoc adoptados en la definición de esta medida relativa podrían estar implicando que la medida de desigualdad de ingreso empleada no refleje fielmente el fenómeno buscado. Ello se refleja en que *p-valor* del coeficiente de interés, si bien no significativo a los niveles de significación usuales, tampoco se aleja demasiado de estos: 0,11.

En cuanto a la segunda parte de la sentencia, los resultados obtenidos apuntan en dirección opuesta a lo sostenido en la hipótesis de investigación. En efecto, se encuentra que mientras el país pobre incrementa las exportaciones de bienes no contaminantes a su socio comercial rico (+335%), el país rico incrementa las de bienes

contaminantes (+300%). Por otro lado, cuando ambos países pertenecen al mismo grupo de ingreso definido por el BM el impacto de los TLC en el comercio de mercancías contaminantes el comercio de mercancías contaminantes se incrementa en 93%.

Estos resultados se comprenden mejor cuando se analiza cuáles son las industrias que producen bienes. A grandes rasgos se puede afirmar que las diez industrias contaminantes consideradas son industrias más intensivas en capital que en mano de obra. En estas industrias frecuentemente los países ricos tienen mayores ventajas comparativas que los pobres. Por ello, no debería sorprendernos que una vez que se firma el TLC los países ricos encuentren más ventajoso exportar productos contaminantes a los pobres que *viceversa*.

VI. Anexos

VI.1. Anexo 1: Salidas regresiones estimadas

Variable dependiente: M_ijk	Modelo G_1	Modelo G_2	Modelo G_3	Modelo G_4
log(PIB exportador)	0.699*** (0.0436)	0.642*** (0.0532)	0.685*** (0.0465)	0.722*** (0.0520)
log(PIB importador)	0.695*** (0.0582)	0.649*** (0.0633)	0.855*** (0.0566)	0.780*** (0.0512)
log(Pob exportador)	-0.230* (0.121)			
log(Pob importador)	-0.372* (0.190)			
contig	1.286*** (0.156)	0.881*** (0.123)	0.601*** (0.0896)	0.608*** (0.0901)
comlang_off	0.377*** (0.114)	0.174* (0.0983)	0.126 (0.0790)	0.135* (0.0796)
comcol	0.584** (0.229)	0.650*** (0.217)	0.517** (0.220)	0.516** (0.220)
log(distancia)	-0.330*** (0.0712)	-0.279*** (0.0754)	-0.555*** (0.0441)	-0.545*** (0.0438)
FTA_ij		0.905*** (0.0938)	0.768* (0.466)	0.629 (0.474)
Contamin_k			-3.906*** (0.436)	-3.636*** (0.443)
FTA_ij*Cont_k			-0.276 (0.877)	0.0284 (0.899)
DesRel_ij			-0.856*** (0.123)	
Contamin_k*Desrel_ij			1.669*** (0.253)	
FTA_ij*Contamin_k			0.0527 (0.343)	
FTA_ij*Contamin_k*DesRel_ij			-0.0716 (0.670)	
DesAbs_ij				-0.737*** (0.155)
DesAbs_ij*Contamin_k				1.739*** (0.304)
FTA_ij*DesAbs_ij				0.841** (0.390)
FTA_ij*Contamin_k*DesAbs_ij				-1.576** (0.761)
Constante	-26.17*** (1.458)	-27.42*** (0.998)	-25.61*** (0.992)	-25.14*** (1.009)
Observaciones	199,172	198,996	198,996	198,996
R-cuadrado	0.660	0.750	0.852	0.848

Errores estándar robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

VI.2. Anexo 2: Tres escenarios alternativos para la estimación de efectos parciales.

Estimación efectos parciales considerando todos los coeficientes

X = Variables relevantes en el cómputo de los efectos parciales (EP). β estimado	Ecuación 23 DesAbs_ij=1 Contamin_k=1		Ecuación 24 DesAbs_ij=1 Contamin_k=0		Ecuación 25 DesAbs_ij=-1 Contamin_k=1		Ecuación 26 DesAbs_ij=0 Contamin_k=1	
	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X
FTA (WTO)	0.6290644	1	0.6291	1	0.6291	1	0.6291	1
Contamin_k	-3.6359133***		0.0000		0.0000		0.0000	
FTA_ij*Cont_k	0.02835544	1	0.0284		0.0000	1	0.0284	1
DesAbs_ij	-.7372162***		0.0000		0.0000		0.0000	
DesAbs_ij*Contamin_k	1.7393981***		0.0000	0	0.0000		0.0000	
DesAbs_ij*FTA_ij	.84099043*	1	0.8409	1	0.8409	-1	-0.8409	0
DesAbs_ij*Contamin_k*FTA_ij	-1.5764818*	1	-1.5700	0	0.0000	-1	1.5700	0
Σ		-	-0.072	-	1.470	-	1.387	-
EP = exp (Σ)-1		-	-7%	-	335%	-	300%	-

notación: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

nota: se omitieron los coeficientes con p-valor > 5%

Estimación efectos parciales sin considerar coeficientes no significativos

X = Variables relevantes en el cómputo de los efectos parciales (EP). β estimado	Ecuación 23 DesAbs_ij=1 Contamin_k=1		Ecuación 24 DesAbs_ij=1 Contamin_k=0		Ecuación 25 DesAbs_ij=-1 Contamin_k=1		Ecuación 26 DesAbs_ij=0 Contamin_k=1	
	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X
FTA (WTO)	0.6290644	1		1		1		1
Contamin_k	-3.6359133***		0.0000		0.0000			
FTA_ij*Cont_k	0.02835544	1				1		1
DesAbs_ij	-.7372162***		0.0000		0.0000			
DesAbs_ij*Contamin_k	1.7393981***		0.0000	0	0.0000			
DesAbs_ij*FTA_ij	.84099043*	1	0.8409	1	0.8409	-1	-0.8409	0
DesAbs_ij*Contamin_k*FTA_ij	-1.5764818*	1	-1.5700	0	0.0000	-1	1.5700	0
Σ		-	-0.7291	-	0.8409	-	0.7291	-
EP = exp (Σ)-1		-	-52%	-	132%	-	107%	-

notación: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

nota: se omitieron los coeficientes con p-valor > 5%

Estimación efectos parciales reestimando G_8 sin coeficientes no significativos en éste

X = Variables relevantes en el cómputo de los efectos parciales (EP). β estimado	Ecuación 23 DesAbs_ij=1 Contamin_k=1		Ecuación 24 DesAbs_ij=1 Contamin_k=0		Ecuación 25 DesAbs_ij=-1 Contamin_k=1		Ecuación 26 DesAbs_ij=0 Contamin_k=1	
	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X	X	(β estimado)*X
FTA (WTO)								
Contamin_k	-4.087284***		0.0000		0.0000		0.0000	
FTA_ij*Cont_k								
DesAbs_ij	-0.8015441***		0.0000		0.0000		0.0000	
DesAbs_ij*Contamin_k	1.837636***		0.0000	0	0.0000		0.0000	
DesAbs_ij*FTA_ij	1.146795***	1	1.1468	1	1.1468	-1	-1.1468	0
DesAbs_ij*Contamin_k*FTA_ij	-2.10706*	1	-2.1071	0	0.0000	-1	2.1071	0
Σ		-	-0.9603	-	1.1468	-	0.9603	-
EP = exp (Σ)-1		-	-62%	-	215%	-	161%	-

notación: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

nota: se omitieron los coeficientes con p-valor > 5%

VII. Referencias Bibliográficas

Abrams, Richard K. "International Trade Flows under Flexible Exchange Rates." *Economic Review* 65, no. 3 (1980): 3–10.

Adam, C., Cobham, D. "Modelling multilateral trade resistance in a gravity model with exchange rate regimes", (2007).

Aitken, Norman D. "The Effect of the EEC and EFTA on European Trade: A Temporal Cross-Section Analysis." *The American Economic Review*, 1973, 881–92.

Alston, Richard M., James R. Kearl, and Michael B. Vaughan. "Is There a Consensus among Economists in the 1990's?" *The American Economic Review*, 1992, 203–9.

Anderson, James E. "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation." *The American Economic Review*, 1979, 106–16.

Anderson, James E., and Eric van Wincoop. "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle, *oAmerican Economic Review.*" *March* 93, no. 1 (2003): 170.

Anríquez, Gustavo. "Trade and the Environment: An Economic Literature Survey." *University of Maryland, Department of Agricultural and Resource Economics Working Papers*, no. 28598 (2002).

Antweiler, W., Copeland, B, Taylor, M. "Is Free Trade Good for the Environment?," 1998.

Baldwin, R., & Taglioni, D. (2006). *Gravity for dummies and dummies for gravity equations* (No. w12516). National Bureau of Economic Research.

Baltagi, B., Egger, P., Pfaffermayr, M. "*Panel data gravity models of international trade*". CESifo working paper no. 4616. (2014)

Baier, Scott L., and Jeffrey H. Bergstrand. "Do Free Trade Agreements Actually Increase Members' International Trade?" *Journal of International Economics* 71, no. 1 (2007): 72–95.

Baier, Scott L., and Jeffrey H. Bergstrand. "On the Endogeneity of International Trade Flows and Free Trade Agreements," 2002.

Bergstrand, Jeffrey H. "The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence." *The Review of Economics and Statistics*, 1985, 474–81.

- Brada, Josef C., and José A. Méndez. "Economic Integration among Developed, Developing and Centrally Planned Economies: A Comparative Analysis." *The Review of Economics and Statistics*, 1985, 549–56.
- Brooks, Douglas H., David Roland-Holst, and Fan Zhai. "Asia's Long-Term Growth and Integration: Reaching beyond Trade Policy Barriers," 2005.
- Burger, M., van Oort, F., Linders, Gert-Jan. "On the Specification of the Gravity Model of Trade: Zeros, Excess Zeros and Zero-inflated Estimation", 2009.
- Burniaux, J. M., & Truong, T. P. (2002). "GTAP-E: an energy-environmental version of the GTAP model".
- Chichilnisky, Graciela. "North-South Trade and the Global Environment." *The American Economic Review*, 1994, 851–74.
- Copeland, Brian R., and M. Scott Taylor. "North-South Trade and the Environment." *The Quarterly Journal of Economics*, 1994, 755–87.
- Dean, Judith M. "Does Trade Liberalization Harm the Environment? A New Test." *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne D'économique* 35, no. 4 (2002): 819–42.
- Dinda, Soumyananda. "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey." *Ecological Economics* 49, no. 4 (2004): 431–55.
- Feenstra, R. C. (2004). *Advanced International Trade*, Princeton (NJ) et al. *International Economics (Bachelor level) Forms of Teaching*, 4.
- Frankel, J., Stein, E., Wei, S. "Trading Blocs and the Americas: The Natural, the Unnatural, and the Super-Natural." *Journal of Development Economics* 47, no. 1 (1995): 61–95.
- Frankel, J., Rose, A. "Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality". The review of Economics and Statistics, MIT Press, vol. 87(1), pages 85-91, October. (2005)
- Grether, Jean-Marie, and Jaime De Melo. "Globalization and Dirty Industries: Do Pollution Havens Matter?," 2003.
- Grossman, Gene M., and Alan B. Krueger. "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement," 1991.
- Grossman, G., and A. Krueger. "Economic Environment and the Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 110, no. 2 (1995): 353–77.

Harris, M., Kónya, L. Mátyás, L. "Modelling the impact of environmental regulations on bilateral trade flows: OECD 1990-1996". (2002)

Helpman, Elhanan, Marc Melitz, and Yona Rubinstein. "Estimating Trade Flows: Trading Partners and Trading Volumes," 2007.

Hertel, T. W. (1997). "Global trade analysis: modeling and applications". Cambridge university press.

Hettige, H., Martin, P., Singh, M., & Wheeler, D. (1995). "The industrial pollution projection system".

Lucas, R. E., Wheeler, D., & Hettige, H. (1992). "Economic Development, Environmental Regulation, and the International Migration of Toxic Industrial Pollution, 1960-88 (Vol. 1062)". World Bank Publications.

Kearl, James R., Clayne L. Pope, Gordon C. Whiting, and Larry T. Wimmer. "A Confusion of Economists?" *The American Economic Review*, 1979, 28–37.

Krugman, Paul. "The Move toward Free Trade Zones." *Economic Review* 76, no. 6 (1991): 5.

Maddison, A. "Historical Statistics of the World Economy". (2008)

Magee, Christopher S. "Endogenous Preferential Trade Agreements: An Empirical Analysis." *Contributions in Economic Analysis & Policy* 2, no. 1 (2003).

Mani, Muthukumara, and David Wheeler. "In Search of Pollution Havens." *World Bank*, 1999.

Mani, Muthukumara, and David Wheeler. "In Search of Pollution Havens? Dirty Industry in the World Economy, 1960 to 1995." *The Journal of Environment & Development* 7, no. 3 (1998): 215–47.

Martin, Will, and Cong S. Pham. "Estimating the Gravity Equation When Zero Trade Flows Are Frequent," 2008.

McGuire, Martin C. "Regulation, Factor Rewards, and International Trade." *Journal of Public Economics* 17, no. 3 (1982): 335–54.

Muendler, M. A. (2009). Converter from SITC to ISIC. *University of California-San Diego, unpublished mimeo.*

Park, Innwon. "Regional Trade Agreements in East Asia: Will They Be Sustainable? " *Asian Economic Journal* 23, no. 2 (2009): 169–94.

Pethig, Rüdiger. "Pollution, Welfare, and Environmental Policy in the Theory of Comparative Advantage." *Journal of Environmental Economics and Management* 2, no. 3 (1976): 160–69.

Plummer, Michael G., David Cheong, and Shintaro Hamanaka. "Methodology for Impact Assessment of Free Trade Agreements," 2010.

Plummer, Michael G., and Chia Siow Yue. "Realizing the ASEAN Economic Community: A Comprehensive Assessment," 2009.

Rashid, Zakariah, Fan Zhai, Peter A. Petri, Michael G. Plummer, and Chia Siow Yue. "Regional Market for Goods, Services and Labor."

Michael G. Plummer and Chia Siow Yue, Eds, 2009. Regional trade agreements facts and figures. (2015, Agosto 12). Extraído de https://www.wto.org/english/tratop_e/region_e/regfac_e.html

Rose, A. K., & Van Wincoop, E. (2001). National money as a barrier to international trade: The real case for currency union. *American Economic Review*, 91(2), 386-390.

Rose, Andrew K. "Do We Really Know That the WTO Increases Trade?," 2002.

Scott, M., Copeland, A. (2003). "Trade and the Environment. Theory and Evidence". Princeton University Press. (2003).

Siebert, Horst. "Environmental Quality and the Gains from Trade." *Kyklos* 30, no. 4 (1977): 657–73.

Silva, J. S., y Tenreyro, S. "The Log of Gravity." *The Review of Economics and Statistics* 88, no. 4 (2006): 641–58.

Subramanian, Arvind, and Shang-Jin Wei. "The WTO Promotes Trade, Strongly but Unevenly." *Journal of International Economics* 72, no. 1 (2007): 151–75.

Tinbergen, Jan. "Shaping the World Economy; Suggestions for an International Economic Policy." *Books (Jan Tinbergen)*, 1962.

Tomz, Michael, Judith L. Goldstein, and Douglas Rivers. "Do We Really Know That the WTO Increases Trade? Comment." *The American Economic Review*, 2007, 2005– 18.

Tobey, J. A. (1990). "The effects of domestic environmental policies on patterns of world trade: an empirical test". *Kyklos*, 43(2), 191-209.

Van Beers, C., & Van Den Bergh, J. C. (1997). An empirical multi-country analysis of the impact of environmental regulations on foreign trade flows. *Kyklos*, 50(1), 29-46.

Wheeler, David, and Paul Martin. "Prices, Policies, and the International Diffusion of Clean Technology: The Case of Wood Pulp Production." *World Bank Discussion Papers*, 1992.

Wooldridge, J. "Introductory Econometrics. A modern approach", (2012).

Wooldridge, J. "Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data" (2010).

World Trade Organization. "*A practical guide to trade policy analysis*". UNCTAD Virtual Institute. (2012).

Zhu, Edward, and Michael J. Boskin. "The Case for Free Trade Agreements: Historical Perspectives and a Projection for China, Japan, and Korea," 2013.