

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
LICENCIATURA EN ECONOMÍA EMPRESARIAL

**“RELACIÓN ENTRE EL VOLUMEN DE LOS FLUJOS DE COMERCIO BILATERAL
DE GUATEMALA Y LA DIFERENCIA EN LA DOTACIÓN RELATIVA DE FACTORES
PRODUCTIVOS CON SUS SOCIOS DE COMERCIO EXTERIOR EN AMÉRICA”**

DURANTE EL PERÍODO DE 1995 A 2020”

TESIS DE GRADO

GABRIEL ALEJANDRO FUENTES SANDOVAL

CARNÉ 21017-17

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, JULIO DE 2022
CAMPUS CENTRAL

ÍNDICE

I INTRODUCCIÓN	1
II MARCO DE REFERENCIA	3
2.1 Marco contextual	3
2.1.1 El potencial de intercambio entre Vietnam y veintitrés países europeos	3
2.1.2 El patrón comercial entre China y los estados miembros de la OPEP	4
2.1.3 Determinantes de los flujos del comercio internacional: El caso de Colombia	6
2.2 Marco teórico	7
2.2.1 Teorías clásicas del comercio internacional	8
2.2.2 Teorías neoclásicas del comercio internacional	10
2.2.3 La nueva teoría del comercio	13
2.2.4 La nueva economía geográfica	16
2.2.5 Relación entre el volumen de los flujos de comercio bilateral y la diferencia en la dotación relativa de factores productivos	19
III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
3.1 Objetivos	28
3.1.1 Objetivo general	28
3.1.2 Objetivos específicos	28
3.2 Hipótesis	28
3.2.1 Hipótesis de investigación	28
3.2.2 Hipótesis nula	28
3.2.3 Hipótesis alternativa	29
3.3 Variables del estudio	29
3.3.1 Flujos de comercio bilateral	29
3.3.2 Dotación relativa de factores productivos	30
3.4 Alcances	31
3.5 Limitaciones	32
3.6 Aporte	33

IV MÉTODO	34
4.1 Sujetos	34
4.2 Unidad de análisis	34
4.3 Población	34
4.4 Muestra	34
4.5 Especificación econométrica	34
4.6 Método de estimación	38
4.7 Procedimiento	40
V PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
5.1 Estadísticas descriptivas de la base de datos	41
5.2 Apertura comercial de Guatemala	43
5.3 Los patrones comerciales entre Guatemala y América	44
5.4 Comercio intra-industrial, dotación de factores y el tamaño de las economías	48
5.5 Resultados de la estimación	50
5.6 El potencial de intercambio entre Guatemala y las economías en América	55
VI CONCLUSIONES	57
VII RECOMENDACIONES	60
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
IX ANEXOS	68

RESUMEN

La presente investigación emplea una ecuación gravitacional ajustada a un panel de datos (que comprende a los flujos de exportaciones e importaciones desde 1995 hasta 2020 entre Guatemala y 30 economías radicadas en América) mediante el estimador de pseudo-máxima verosimilitud de *Poisson*, con el propósito de determinar la forma en la que los patrones comerciales del país pueden ser caracterizados según la teoría del comercio, examinar los determinantes del volumen de los flujos de intercambio comercial bilateral y evaluar el potencial de expansión de las actividades comerciales de Guatemala en materia de exportación de mercancías. Los resultados sugieren que el patrón comercial del país es explicado mayoritariamente por la teoría de las proporciones factoriales para ambos tipos de flujos de comercio, que los determinantes de las exportaciones difieren ligeramente al de los patrones que determinan al nivel esperado de los flujos de importaciones y que, para el 2020, Guatemala contaba con potencial para aumentar el volumen de sus exportaciones con 17 de los 30 socios comerciales incluidos en el análisis.

I INTRODUCCIÓN

El recrudecimiento de la guerra civil guatemalteca a inicios de la década de los ochenta tuvo un impacto negativo en el volumen de los flujos de comercio internacional del país, reduciendo a la mitad el porcentaje de apertura comercial de Guatemala—al pasar de un punto máximo del 50% de apertura en 1977, a un 25% durante 1985, según cifras del Banco Mundial. Sin embargo, Guatemala comenzó de manera unilateral en los años noventa un proceso de inserción internacional, reforzado mediante un proceso de liberalización de carácter multilateral en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y de la suscripción de tratados comerciales regionales y bilaterales.

El resultado de este primer esfuerzo de inserción del país en los mercados internacionales fue exitoso en términos de apertura. Para el 2001, Guatemala habría registrado setenta puntos porcentuales en tal indicador. No obstante, esta tendencia se revierte a medida que el siglo avanza (para el 2020, la apertura comercial del país ha vuelto a niveles similares a los observados en 1970 y 1990).

Durante el 2012, el Consejo Nacional de Promoción de Exportaciones (CONAPEX) elaboró la Política Integrada de Comercio Exterior, Competitividad e Inversiones, un plan que sigue siendo utilizado en la actualidad por el Ministerio de Economía y, específicamente, por el Viceministerio de Integración y Comercio Exterior. Sus principales objetivos son diversificar la oferta exportable del país y ampliar el acceso de Guatemala en los mercados internacionales a través de la mejora de la competitividad de sus industrias. Sin embargo, la inserción del país en los mercados internacionales cuenta con una serie de desafíos que siguen sin ser completamente abordados. Entre ellos se encuentra la creciente sofisticación de la demanda a nivel mundial.

En atención a estos hechos, la presente investigación tiene como principal propósito analizar los flujos de exportaciones e importaciones entre Guatemala y el resto de naciones en América desde 1995 hasta el año 2020, en el contexto de un modelo gravitacional aumentado, con el objeto de determinar estadísticamente la forma en la que la diferencia en la dotación relativa de factores productivos entre dichas economías ha influido en la determinación del volumen de los flujos de comercio bilateral del país.

Las contribuciones del estudio abarcan tres áreas. En primer lugar, esta investigación demuestra que existe evidencia para considerar que los patrones comerciales de Guatemala con el resto de economías en América se desarrolla de un modo que es mayoritariamente consistente con la teoría de las proporciones factoriales, por lo que el patrón de los flujos

comerciales del país puede ser caracterizado como inter-industrial (en contraposición a un patrón de comercio intra-industrial, basado en las nociones de la hipótesis de Linder).

Además, esta investigación repara en las diversas advertencias que han sido destacadas durante los últimos años respecto a la estimación de ecuaciones linealizadas mediante logaritmos y estimadas a través de mínimos cuadrados ordinarios. Por lo tanto, el modelo gravitacional es ajustado a los datos mediante el estimador de pseudo-máxima verosimilitud de *Poisson* (PPML), un modelo lineal generalizado que se ha convertido gradualmente en el estándar durante los procedimientos de estimación en la literatura empírica relacionada con la teoría gravitacional del comercio.

Por último, las predicciones del modelo de gravedad ajustado mediante el estimador de *Poisson* son empleadas para determinar si los canales comerciales en los flujos de exportaciones de Guatemala hacia el resto de las economías incluidas en el análisis ha sido infra- o sobreutilizado. Los resultados de este ejercicio permiten concluir que, durante el año 2020, Guatemala contaba con potencial para aumentar el volumen de sus exportaciones con 17 de los 30 socios comerciales incluidos en el análisis.

El documento se organiza de modo que la siguiente sección resume los hallazgos de tres estudios que emplean a la ecuación gravitacional, así como a las principales teorías que explican la manera en la que las actividades comerciales han operado a nivel internacional desde lo que convencionalmente es considerado como los inicios de la ciencia económica. En la sección 3 se plantea el problema de investigación y en la sección 4 se detallan tanto la especificación econométrica del modelo como el método de estimación empleado. La sección 5 expone los hallazgos encontrados durante el análisis exploratorio de datos y la estimación de la ecuación gravitacional. Por último, las secciones 6 y 7 discuten las conclusiones y recomendaciones de este estudio, respectivamente.

II MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco contextual

En esta sección serán expuestos los aspectos relevantes de tres trabajos que analizan cómo el volumen en los flujos de intercambio bilateral entre países puede representarse por medio de una función proporcional al tamaño de sus economías e inversamente proporcional a la distancia geográfica que existe entre ellas.

2.1.1 El potencial de intercambio entre Vietnam y veintitrés países europeos

Luego de su reunificación en 1975, Vietnam era un país aislado internacionalmente comerciando de forma intensiva con los países miembros del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CMEA), una organización conformada por diversos estados socialistas bajo el liderazgo de la Unión Soviética con la finalidad de fomentar las relaciones comerciales entre sí.

Dispuestos a reestructurar su sistema económico, pasando de la planificación centralizada a una economía de mercado con orientación socialista, Vietnam implementó en 1986 una serie de reformas económicas (conocidas como *Đổi Mới*, término ampliamente utilizado en vietnamita que puede traducirse al español como “renovar” o “innovar”) cuyo componente esencial fue la modernización del sistema financiero, fiscal y comercial del país (Do, 2006).

Una vez liberalizados sus mercados y concluidas las relaciones con los países miembros del CMEA, el flujo bilateral de comercio entre Vietnam y los países de Europa Occidental aumentó significativamente. Para finales del siglo XX, la economía de Vietnam presentó frecuentemente déficits comerciales con el resto del mundo. Sin embargo, el país comenzó a gozar de superávits cuando se consideraba en el análisis únicamente a los veintitrés estados europeos miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD).

Para comprender si el saldo positivo en la balanza comercial de Vietnam con estos veintitrés países implicaba que la integración de sus economías había llegado a un estadio avanzado, o si podía conseguirse aún más integración comercial con algunos de ellos, Do (2006) estimó un modelo de gravedad con datos de panel durante el periodo de 1993 a 2004 a través de mínimos cuadrados ordinarios con estimadores agrupados, de efectos fijos y de efectos aleatorios.

El modelo especificado por Do (2006) es una variación del modelo de gravedad del comercio de Krugman & Maurice (2005), pero aumentado con tres variables: La tasa de cambio entre los

países (como un *proxy* para precio), la cantidad de habitantes (como una nueva dimensión para la masa en la ecuación de gravedad) y una variable dicotómica que representa los lazos coloniales de Vietnam con los veintitrés países europeos (esta toma el valor de la unidad cuando el país es Francia; cero cuando es cualquiera de los demás).

Posteriormente, Do (2006) evaluó el potencial de intercambio entre cada una de las economías europeas con respecto a Vietnam por medio de la velocidad de convergencia dada por la tasa de crecimiento promedio del intercambio potencial—según las estimaciones de su modelo—dividida entre la tasa de crecimiento promedio del intercambio observado, un método propuesto por Jakab et al. (2001) con el que, en lugar de calcular el potencial de intercambio basado en estimaciones puntuales, es posible “explotar la estructura dinámica de la información durante la estimación” (Do, 2006:20).

Los resultados de Do (2006) permitieron concluir que los flujos comerciales entre los países del análisis están impulsados por el tamaño de las economías, el tamaño de sus mercados y la volatilidad en la tasa de cambio de sus monedas (aunque en una magnitud considerablemente menor a la de las dos primeras variables). Mientras tanto, la distancia entre los países o si estos tienen lazos coloniales no jugó un rol significativo en la explicación de los flujos de comercio internacional.

Do (2006) concluyó que a pesar del superávit en la balanza comercial de Vietnam con los veintitrés países incluidos en el análisis, este y algunas de dichas economías aún no habían explotado todo su potencial comercial, por lo que la desaceleración en importaciones y exportaciones que Vietnam se encontraba experimentando con los países de Europa Occidental debía estar ocasionada principalmente por un clima de negocios local poco atractivo y una tendencia a comerciar intensivamente con nuevos mercados.

2.1.2 El patrón comercial entre China y los estados miembros de la OPEP

Una rápida expansión económica que tuvo sus orígenes en la década de los noventa llevó a la República Popular China a posicionarse en el 2013 como la economía comercial más grande a nivel global. Durante ese año, China mantuvo un volumen en su intercambio de bienes y servicios con el resto de los países que sobrepasó los cuatro billones de dólares.

A partir de ese momento, China comenzó a ser reconocida como una de las grandes economías del mundo moderno, “superando a los Estados Unidos en el campo de batalla del comercio internacional” (Irshad et al., 2017:103). Entre el 2001—año en el que China se incorporó a la Organización Mundial del Comercio (OMC)—y el 2016, esta nación experimentó,

en promedio, cincuenta puntos porcentuales de apertura comercial. El considerable nivel de apertura por parte de China está vinculado con altas tasas de crecimiento económico y de formación bruta de capital fijo en el país, así como con la movilización de fuerza laboral del sector agrícola al sector industrial (Irshad et al., 2017).

Al mismo tiempo, el crecimiento en el sector industrial de China contribuyó a incrementar su necesidad en la importación de mayores cantidades de combustibles fósiles, uno de los insumos primordiales en la producción de su economía. Como resultado, China se convirtió en 2016 en el mayor importador de petróleo a nivel mundial. Durante ese año un setenta y tres por ciento de sus importaciones provinieron de estados miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) (Irshad et al., 2017).

En atención a estos hechos, Irshad et al. (2017) estimaron un modelo de gravedad para analizar los flujos de intercambio bilateral entre China y las catorce naciones que integran la OPEP durante el periodo de 1990 a 2016. Como variable dependiente los autores utilizaron el volumen total de comercio en dólares corrientes, calculado como la suma de las exportaciones más las importaciones entre China y cada una de las catorce economías exportadoras de petróleo.

Siguiendo las recomendaciones halladas en Narayan & Nguyen (2016) y Rasoulinezhad & Kang (2016), en las que se argumenta que “para evadir el dilema de multicolinealidad es mejor desarticular el modelo de gravedad en modelos distintos en los que el PIB y las variables que miden el nivel de renta per cápita sean consideradas por separado” (Irshad et al., 2017:109), la ecuación gravitacional de los autores en cuestión fue estimada como tres modelos con especificaciones ligeramente diferentes entre sí a través de mínimos cuadrados ordinarios con estimadores agrupados.

Sin embargo, Irshad et al. (2017) manifestaron que esta regresión lineal simple para datos de panel tiende a generar parámetros sesgados e ineficientes. Con el fin de mejorar la eficiencia en sus estimaciones y controlar por los factores de resistencia multilateral, los autores también estimaron estos modelos a través del método de efectos fijos.

Los resultados de la regresión con efectos fijos le permitieron a Irshad et al. (2017) concluir que tanto un incremento en el PIB como uno en el PIB per cápita implica un aumento en los flujos comerciales entre China y los países miembros de la OPEP, mientras que la distancia (que funge como un proxy para los costos de transporte) tiende a reducirlos, en línea con lo que se esperaría según la teoría económica. Agregado a esto, los resultados revelaron que una depreciación en el yuan chino frente a las monedas de los países incluidos en el análisis reduce el volumen de intercambio entre China y estas economías.

Asimismo, Irshad et al. (2017) concluyeron que ser miembro de la OMC impactó positivamente en el volumen de los flujos comerciales durante los años del análisis y que un incremento del uno por ciento en la apertura comercial de China condujo, *ceteris paribus*, a un aumento del 0.27 por ciento en el intercambio comercial entre el país asiático y los estados miembros de la OPEP. Por último, los autores observaron que el signo negativo en el coeficiente de la variable que mide la diferencia en renta per cápita entre China y el resto de economías incluidas en el análisis sugería evidencia empírica en respaldo a la hipótesis de Linder (1961).

2.1.3 Determinantes de los flujos del comercio internacional: El caso de Colombia

Colombia, como la mayor parte de las economías en la región, afronta un proceso de apertura comercial con enfoques en la eliminación de barreras arancelarias y la ampliación de normatividad relativa a la promoción de inversión extranjera directa (Ávila, 2017).

Con el propósito de identificar cuáles han sido los factores primordiales que han influido en la variación del volumen de exportaciones entre Colombia y los cuarenta y nueve países que mantienen en vigencia algún tipo de tratado comercial con el país sudamericano, Ávila (2017) estimó una ecuación gravitacional con datos de panel durante el intervalo que va del año 2000 al año 2015.

El modelo especificado por el autor consideró como variable endógena al volumen de exportaciones expresado en millones de dólares *free on board* (FOB) a precios corrientes desde Colombia hacia cada uno de los países en el análisis, siguiendo la recomendación de autores como Dhar & Panagariya (1999), quienes sugieren que tomar en cuenta el flujo total de comercio es menos significativo por contemplar un mismo coeficiente tanto para los flujos de exportación como para los de importación, “representando así una pérdida de información importante al momento de realizar el análisis” (Ávila, 2017:103).

Las variables exógenas contempladas fueron el producto interno bruto de cada país, la distancia geográfica entre las ciudades más importantes—en términos de concentración de actividad comercial e industrial—de cada una de las economías a considerar y tres variables dicotómicas que toman en cuenta si los socios comerciales de Colombia hablan su mismo idioma, si comparten una frontera en común y si mantienen vigente un acuerdo comercial.

Finalmente, el valor absoluto de la diferencia en el ingreso per cápita de Colombia con cada una de las economías fue incluido en el análisis para verificar si existe la presencia de una estructura de comercio intra-industrial (como la descrita por la hipótesis de Linder) o inter-

industrial (caso en el que los patrones comerciales de Colombia se asemejarían al de los descritos por la teoría de las proporciones factoriales).

Ávila (2017) confirmó a través de diversas pruebas estadísticas que los errores de los modelos estimados por medio de mínimos cuadrados agrupados, de efectos fijos y de efectos aleatorios se veían afectados por la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad. Para solucionar de forma conjunta ambos problemas optó por estimar la ecuación gravitacional a través de una regresión de Errores Estándar Corregidos para Panel (PCSE), un método introducido por primera vez en Beck & Katz (1995).

A la luz de los resultados de esta última regresión, Ávila (2017) concluyó que el producto interno bruto es el factor preponderante en la determinación de los flujos de comercio bilateral, y que estos—a medida que existe una mayor separación física entre los países—se reducen como consecuencia de las dificultades logísticas asociadas al traslado de bienes y el aumento en los costos de transporte.

En conjunto, las variables incluidas en la ecuación de gravedad de Ávila (2017) explicaron el cincuenta y ocho por ciento de la variación en el logaritmo de las exportaciones colombianas durante el periodo del análisis. Mientras tanto, el coeficiente de la variable que mide la diferencia entre las rentas per cápita resultó ser no significativo estadísticamente, cuestión que impidió que el autor pudiera determinar si el patrón comercial entre Colombia y sus socios de comercio exterior podía ser descrito como inter- o intra-industrial.

2.2 Marco teórico

Desde sus primeras formulaciones, las teorías del comercio han estado interesadas en explicar cuáles son las leyes fundamentales que rigen la asignación global de los recursos con los que cuentan las diferentes economías (Jeyarajah, 2019). El análisis que estudia los beneficios o pérdidas que origina el comercio internacional es tradicionalmente definido como la parte normativa de la teoría del comercio, mientras que se le denomina análisis positivo a aquel que lida con la determinación de las variables relevantes durante la explicación de los patrones que los flujos comerciales asumen a nivel internacional (Schumacher, 2012a).

Durante las primeras dos partes de esta sección se expondrán las teorías más utilizadas durante el análisis de los patrones comerciales entre las naciones. Para Jeyarajah (2019), tanto las teorías clásicas como las teorías neoclásicas pueden enmarcarse en una sola vertiente denominada como la teoría del comercio tradicional. Dos características sobresalen en esta vertiente.

La primera es su análisis del comercio como un fenómeno basado en las interacciones entre naciones, contrario a lo que los teóricos del comercio propondrán a partir de la segunda mitad del siglo XX, para quienes son las empresas—y no los países—las unidades mínimas desde las que emergen los procesos comerciales a nivel internacional.

Además, como Sen (2010) hace notar, el análisis de las teorías tradicionales se ha enfocado mayoritariamente en explicar este fenómeno desde la perspectiva de la oferta a través de modelos de equilibrio general fundamentados bajo el supuesto de competencia perfecta. Las nuevas teorías del comercio se han desviado de tal paradigma analítico para comprender el rol que desempeñan los rendimientos crecientes y la competencia monopolística en las dinámicas del comercio exterior. Dichas teorías se presentarán en los últimos dos apartados de este marco teórico.

2.2.1 Teorías clásicas del comercio internacional

a. Adam Smith y las ventajas absolutas

Para Smith (2007), el comercio internacional funciona de la misma manera en la que lo hace el comercio doméstico. Durante ambas formas de intercambio, los patrones comerciales están determinados por las ventajas absolutas en los costos de producción de las mercancías. Subyacente en su análisis se encuentra la noción de que, en un mercado, los consumidores comprarán el bien que desean a quien pueda ofrecerlo por el precio más asequible.

De tal modo, en el caso del comercio exterior, aquellos países que cuenten con los costos de producción más bajos tendrán la capacidad de ser más competitivos en los mercados internacionales (Schumacher, 2012b). La teoría de Smith está fundamentada en su concepto de la división del trabajo, que implica mejoras en la calidad y cantidad de los bienes manufacturados durante el proceso productivo debido a que ese tipo de organización conduce al incremento en las habilidades y la productividad de los trabajadores.

Para Smith, debido a que la división del trabajo está limitada únicamente por la extensión del mercado, si el mercado es expandido a través del comercio internacional, se producirá un aumento en la división del trabajo y, en consecuencia, un mayor crecimiento económico (Schumacher, 2012a). Debido a esto, tanto el comercio internacional como el crecimiento económico doméstico son dependientes uno del otro: los dos están estrechamente vinculados a través de la división del trabajo (Morales, 2014).

Smith argumenta que la especialización conseguida deviene de la interacción entre agentes económicos ocasionada por el reconocimiento de los rendimientos crecientes a escala que pueden conseguirse al concentrar sus esfuerzos productivos en una actividad específica (como la lectora y el lector podrán apreciar en las siguientes secciones, el reconocimiento la importancia de las economías de escala es un punto crucial que separa a Smith de la mayoría de pensadores enmarcados en las teorías tradicionales del comercio internacional).

Esta concentración del esfuerzo productivo que inicia en los agentes económicos individuales y que posteriormente se manifiesta a nivel de las naciones se torna en un medio para obtener más bienes de lo que estas podrían conseguir en autarquía, por lo que el comercio exterior representa un efectivo método de producción indirecta (Buchanan & Yoon, 2002).

En su teoría, las ventajas de las que un país puede gozar durante la producción de un bien no están determinadas de forma exógena, más bien se desarrollan endógenamente a través del impacto que el comercio internacional tiene sobre la productividad de sus industrias domésticas (Schumacher, 2012b). A esto se refiere Kibritçioğlu (2002) cuando argumenta que la teoría smithiana del comercio internacional describe un proceso comercial dinámico que se retroalimenta impulsado por economías de escala.

b. David Ricardo y las ventajas comparativas

Al igual que Smith, Ricardo propone que las naciones pueden beneficiarse del libre comercio con sus contrapartes. Sin embargo, ambos difieren respecto al carácter de los beneficios y en la mecánica por la que estos pueden llegar a materializarse.

El propósito de Ricardo es demostrar que el principio que regula el valor relativo de los bienes que se intercambian en los mercados domésticos es distinto al que regula el valor relativo de los productos que se intercambian en los mercados internacionales debido a que, argumenta Ricardo, existe una clara inmovilidad de los factores productivos entre países (Aldrich, 2004).

Con el objeto de demostrarlo, Ricardo ejemplifica un proceso comercial entre Portugal e Inglaterra en la que ambas economías fabrican tela y vino con únicamente un factor productivo. La producción de a unidades de vino en un año puede llevarse a cabo en Portugal con 80 unidades de trabajo y en Inglaterra con 120. Mientras tanto, en el mismo periodo de tiempo, b unidades de tela pueden elaborarse con 90 unidades de trabajo en Portugal y 100 unidades de trabajo en Inglaterra (Ricardo, 2001). Portugal cuenta con una ventaja absoluta dado que el país incurre en costos reales más bajos durante la producción de ambos bienes.

Aun así, el intercambio de las mercancías puede ser y es llevado a cabo debido a que cada país cuenta con una mayor facilidad relativa en la producción de uno de los bienes. Por ende, ambas economías pueden verse beneficiadas al especializarse en la manufactura de tales bienes de acuerdo a sus respectivas ventajas comparativas (Faccarello, 2015).

Para Ricardo, los patrones de comercio en los mercados internacionales emergen debido a que diferentes agentes económicos tienen diferentes ventajas comparativas durante los procesos de producción en los diferentes bienes que pueden intercambiarse (Buchanan & Yoon, 2002). Estas diferencias entre naciones están determinadas de manera exógena y representan la situación del país, su clima y otras ventajas naturales o artificiales (Schumacher, 2012b). Por lo tanto, las disimilitudes en las condiciones naturales y en los conocimientos técnicos de los países son decisivas en la determinación de los patrones de comercio internacional.

En conclusión, Ricardo argumenta que los patrones comerciales a nivel internacional están determinados por ventajas en los costos relativos de producción de los bienes que se manufacturan domésticamente. Como resultado del intercambio y la subsecuente especialización que predice el modelo, ambos países se benefician debido a que estos esencialmente emplean con mayor eficiencia sus recursos (Faccarello, 2015). Además, la teoría establece indirectamente que el comercio internacional ocurre únicamente cuando los costos relativos de los países difieren entre sí: la situación en la que los ratios de los costos fueran iguales para ambos produciría que el intercambio no se llevara a cabo, pues ninguna de las economías contaría con incentivos para iniciar relaciones comerciales con su contraparte (Salvatore, 2012).

2.2.2 Teorías neoclásicas del comercio internacional

a. Teoría del costo de oportunidad

Bernhofen (2005) afirma que fue Haberler (1930) el primero en utilizar el concepto de costo de oportunidad, generalizando el análisis de ventajas comparativas de Ricardo de modo que el valor de uno de los bienes sea medido en términos de las unidades abandonadas durante la producción del otro, en lugar de las unidades de trabajo que son necesarias para producirlo.

De tal forma, puede establecerse que “un país tiene una ventaja comparativa en la producción de un bien si el costo de oportunidad de producir ese bien en términos de otros bienes es menor en ese país que en otros países” (Krugman et al., 2018a:54).

Haberler utiliza la ley del costo de oportunidad para desarrollar el concepto de la frontera de posibilidades de producción (Schumacher, 2012b), que puede definirse como la curva que muestra las combinaciones alternativas de dos mercancías que una nación puede producir al hacer pleno uso de sus recursos (Salvatore, 2012) y que simultáneamente describe el límite del consumo posible de la misma en un estado de autarquía (Schumacher, 2013). El costo de oportunidad—que también puede entenderse como una tasa marginal de transformación—es computado como el valor absoluto de la pendiente.

Salvatore (2012) afirma que, debido al supuesto de costos de oportunidad constantes, la tasa marginal de transformación en cada nación es determinada exclusivamente desde el lado de la oferta. Por lo tanto, las diferencias en los precios relativos de los bienes que ambas naciones pueden producir (determinadas por las diferencias en las pendientes de las curvas de transformación) reflejan sus respectivas ventajas comparativas.

El nivel de producción óptimo dentro del modelo se encuentra determinado por el nivel de demanda, que es a su vez establecido por medio de una curva de indiferencia social. Las curvas de indiferencia son convexas al origen, están conformadas por los puntos en los cuales las necesidades de los consumidores son igualmente satisfechas y pueden interpretarse como la indiferencia de un ciudadano representativo o como la indiferencia comunitaria (Schumacher, 2013).

De esta manera el modelo establece que, en estado autárquico, la producción de un país vendrá determinada por la coordenada en donde la curva de indiferencia social se intercepta tangencialmente con la frontera de posibilidades productivas y, por definición, en este punto ni la producción ni el consumo pueden incrementarse (Schumacher, 2012b).

Sin embargo, el consumo nacional puede ser aumentado más allá de las posibilidades de producción de cada economía a través del comercio exterior. El comercio brinda a ambas naciones la posibilidad de alcanzar una curva de indiferencia más alta, simbolizando que las necesidades de los consumidores pueden ser satisfechas a un grado mayor (Schumacher, 2013).

Luego del intercambio entre naciones—y la subsecuente especialización en función de sus respectivas ventajas comparativas—cada país puede alcanzar una oferta de bienes que se encuentra fuera de su propia frontera de posibilidades productivas debido a que la cantidad de mercancías disponibles para sus habitantes será mayor a la que se podría acceder en una situación de autosuficiencia (Salvatore, 2012).

b. Teoría de las proporciones factoriales: El modelo Heckscher–Ohlin–Samuelson

Según McPherson et al. (2001), la teoría más utilizada al describir los patrones de comercio entre países ha sido la teoría de las proporciones factoriales. Propuesto por primera vez por Heckscher (1919) y modificado con posterioridad por Ohlin (1933) y Samuelson (1949), el modelo tiene por objeto comprender cuáles son las bases de las diferentes ventajas comparativas que experimentan las naciones y, principalmente, identificar cuáles son los efectos del comercio internacional en la distribución del ingreso nacional.

El modelo postula que los flujos de intercambio bilateral están determinados por las diferencias en las proporciones relativas de los factores de producción de cada país (Krugman et al., 2018a). El modelo describe las interacciones comerciales de dos países en un contexto en el que únicamente se manufacturan dos bienes con dos factores de producción (capital y trabajo). Además, se asumen retornos constantes a escala, competencia perfecta (tanto en el mercado de bienes como en los mercados de ambos factores) y homogeneidad en las preferencias de los consumidores de ambas economías.

Ambas naciones cuentan con la misma tecnología para producir dichos bienes y existe una especialización productiva incompleta en cada uno de ellos. Los costos de transporte no son tomados en cuenta, no existen desequilibrios en las balanzas comerciales y ambas economías utilizan sus recursos disponibles en su totalidad. Por último, se asume una perfecta movilidad de los factores de forma doméstica, pero inmovilidad de los mismos a nivel internacional (Pal, 2018).

Dentro de este esquema, una nación se asume como intensiva en factor capital cuando la proporción capital-trabajo que es utilizada en la producción de uno de los bienes es mayor a la misma proporción que se utiliza durante la manufactura del otro. Mientras tanto, la abundancia de uno de los factores puede ser definida de dos maneras: En términos de las unidades físicas que están disponibles para una economía o en términos relativos del precio de los factores (Salvatore, 2012).

Dadas estas definiciones, se especifica que uno de los países, al tener una abundancia relativa en factor trabajo, puede producir una mayor cantidad del bien que es intensivo en dicho factor (Krugman et al., 2018a), por lo que el modelo establece que una nación “exportará el bien cuya producción requiere el uso intensivo del factor relativamente abundante (...) e importará el producto cuya manufactura requiera el uso intensivo del factor relativamente escaso” (Salvatore, 2012:118).

Uno de los principales teoremas que devienen del modelo de Heckscher-Ohlin fue propuesto por Samuelson (1948) y es llamado el teorema de igualación de precios de los factores productivos. El mismo establece (asumiendo mercados perfectamente competitivos y espacio homogéneo) que cuando los precios de las mercancías que se intercambian libremente a nivel internacional comienzan a igualarse de forma paulatina, lo mismo sucede con el precio de los salarios que se pagan a los trabajadores y las rentas del capital obtenidas en todo el mundo (Krugman et al., 2018a).

Boianovsky (2019) observa que tanto Ohlin (1933) como Samuelson (1948) consideraban que esta igualación podía ocurrir únicamente de forma parcial, mientras que Krugman et al. (2018a) argumentan que esto se debe a las grandes diferencias en los recursos de las distintas economías, las barreras al comercio y las brechas internacionales en tecnología e información.

2.2.3 La nueva teoría del comercio

Las teorías presentadas hasta el momento se caracterizan, en su mayoría, por encontrar explicaciones para los patrones comerciales a nivel internacional en el concepto de ventajas comparativas y las diferencias en la dotación de los factores productivos entre naciones.

Hasta la primera mitad del siglo XX, estas teorías proporcionaron un cuerpo teórico con suficiente evidencia empírica para ser consideradas como las únicas explicaciones del fenómeno que pretendían estudiar. Sin embargo, durante la segunda mitad del siglo pasado esta heurística pasó a ser cada vez menos relevante, dando lugar a nuevas explicaciones (Krugman, 2008).

Con el propósito de complementar el análisis positivo y normativo de la teoría neoclásica, los supuestos con los que tales teorías fueron construidas han tenido que ser relajados y nuevos conceptos introducidos. A continuación se presentarán las ideas características que conforman los fundamentos de la nueva teoría del comercio internacional.

a. Comercio en presencia de rendimientos crecientes

Como observan Audretsch & Falck (2007), Marshall—al estudiar la existencia geográfica de aglomerados industriales—enfatizó la importancia de las economías de escala. De hecho, fue el primer autor en reconocer la diferencia entre economías de escala internas y externas.

Krugman et al. (2018a) definen a las economías de escala internas como las economías de escala que ocurren cuando el costo unitario de las mercancías que una empresa produce

depende del tamaño de la misma, mas no necesariamente del tamaño de la industria en la que esta se desempeña. Mientras tanto, “las economías de escala externas ocurren cuando el costo por unidad depende del tamaño de la industria, pero no necesariamente del tamaño de una empresa” (Krugman et al., 2018a:181).

De acuerdo con Marshall, las empresas se aglutan en territorios específicos con el propósito de sacar partido de economías de escala externas, que pueden ser separadas en tres clases distintas. La primera de ellas corresponde a economías de escala generadas como resultado de un mercado laboral común y del hecho de compartir bienes públicos como instituciones educativas e infraestructura disponible en la región.

La segunda corresponde a las ventajas que devienen de los costos de transporte y transacción en los que las empresas dejan de incurrir debido a la proximidad geográfica de las mismas a lo largo de la cadena de suministro. Por último, las empresas pueden gozar de economías externas de escala debido a los *spillovers* de información “que resultan de los secretos de la industria que se pueden discernir fácilmente debido a la proximidad geográfica de las empresas” (Audretsch & Falck, 2007:4).

Ante la presencia de economías de escala externas, la curva de oferta de las empresas que participan en esa industria puede conceptualizarse como una curva de oferta descendiente: el costo promedio de producción se reduce a medida que la producción de la industria aumenta. Por lo tanto, cuanto mayor es la producción de la industria, menor es el precio al que las empresas pueden comercializar sus productos (Krugman et al., 2018a).

Krugman et al. (2018a) hacen notar que los patrones de comercio y especialización de las industrias están determinados por cierta contingencia histórica: “Algo le da a una ubicación en particular una ventaja inicial en una industria en particular, y esta ventaja queda fijada por economías de escala externas incluso después de que las circunstancias que crearon la ventaja inicial ya no sean relevantes” (p.188). Como consecuencia, en industrias caracterizadas por rendimientos crecientes a escala, las ventajas comparativas únicamente explican una porción de sus patrones comerciales.

b. Competencia monopolística y heterogeneidad de productos

Las economías internas de escala implican necesariamente competencia imperfecta (Krugman, 2008). Debido a esto, el concepto de rendimientos crecientes había planteado durante un largo tiempo problemas incómodos para el análisis económico y, específicamente, para las teorías tradicionales del comercio internacional (Gaspar, 2018).

Cuando los rendimientos crecientes se relacionan con economías de escala a nivel de la empresa, el equilibrio competitivo que los modelos neoclásicos describen no puede concretarse. Los productores, al gozar de economías de escala internas, pueden verse en la posición de ejercer control sobre los precios del mercado e incrementar sus ventas al reducirlos (Sen, 2010).

De tal forma, el análisis de equilibrio competitivo del que hacen uso las teorías del comercio neoclásicas predice (si se abandona el supuesto de rendimientos constantes) que “si las economías de escala persisten en una gama suficientemente larga de productos, una o unas pocas empresas (...) capturarán todo el mercado de un producto determinado” (Salvatore, 2012:161).

Krugman (2008) comenta que “no habían a la mano modelos de competencia imperfecta fácilmente utilizables” (p.338) previo a Lancaster (1979), Spence (1976) y Dixit & Stiglitz (1977). Estos modelos—que inicialmente fueron desarrollados con el propósito de responder a preguntas sobre el bienestar en situaciones de competencia monopolística—pronto fueron utilizados “para ofrecer una imagen del comercio internacional que pasaba por alto los argumentos convencionales basados en la teoría de la ventaja comparativa” (*ibidem*). Krugman mostró, al utilizar el modelo de competencia monopolística Dixit-Stiglitz, la forma en que el concepto de economías de escala podía ser introducido en la teoría del comercio.

Aunque, técnicamente, la empresa con mayor escala cuente con los costos más bajos y esta situación deba culminar en un escenario en la que dicha empresa sea la única abasteciendo a la totalidad de los consumidores, el modelo Dixit-Stiglitz constata que existe una fuerza de mercado compensatoria: El hecho de que “las personas obtienen una mayor utilidad al tener más productos de diferentes variedades, que más productos de la misma variedad” (Sen, 2010:7). A esta predilección por la variedad se le denomina preferencia Dixit-Stiglitz.

Por lo tanto, tal y como argumentan Ottaviano & Thisse (2002), las estructuras de mercado caracterizadas por competencia monopolística emergen de la interacción entre consumidores con gustos heterogéneos y productores con requisitos fijos de recursos productivos limitados. La demanda de estos últimos, según Pindyck & Rubinfeld (2013), se caracteriza por ser una curva con pendiente negativa, debido a que dichas empresas producen bienes diferenciados.

Cuando se trata de un mercado competitivo, la curva de ingreso marginal de una empresa corresponde a su curva de demanda. Sin embargo, tal situación no ocurre en el caso de una empresa monopolista, para la cual la curva de demanda se encuentra por encima de su curva

de ingreso marginal. Esto indica que el ingreso marginal es menor que el precio del bien diferenciado que produce (Krugman et al., 2018a).

En el corto plazo, el precio al que dicha empresa está dispuesta a vender su producto excede al costo de manufactura promedio, por lo que la empresa obtiene ganancias que se computan como la diferencia entre el precio y el costo promedio, multiplicada por la cantidad de unidades vendidas. Sin embargo, en el largo plazo estos beneficios atraen a nuevas empresas y “esto conduce a un mercado en el que los competidores venden productos diferenciados” (Krugman et al., 2018a:202).

La entrada de nuevos competidores genera que la participación de mercado de la empresa se reduzca, haciendo que su curva de demanda se desplace hacia abajo. En el equilibrio de largo plazo el precio es igual al costo promedio, por lo que la empresa no obtiene beneficios, incluso aunque cuente con poder de monopolio (Pindyck & Rubinfeld, 2013).

Para Krugman et al. (2018a), el modelo de competencia monopolística puede ser utilizado para demostrar cómo el comercio internacional genera un mercado global caracterizado por sinergias, en el que el mercado resultante es más grande que la combinación de los mercados nacionales que lo componen. Un mercado de mayor tamaño implica una mayor cantidad de empresas y un volumen de ventas promedio más alto para cada empresa individual, cuestión que se traduce a un mayor bienestar para los consumidores, pues tal mercado se encuentra en la capacidad de ofrecer tanto una mayor variedad de productos como precios relativamente más bajos debido a que “si el mercado crece mientras el número de empresas se mantiene constante, la producción por empresa aumentará y, por lo tanto, el costo promedio de cada empresa disminuirá” (Krugman et al., 2018a:207).

2.2.4 La nueva economía geográfica

Ottaviano & Thisse (2002) hacen notar que Starrett (1978) demostró— a través del teorema de la imposibilidad espacial—que las grandes aglomeraciones urbanas, la especialización productiva y los flujos comerciales no pueden emergir del equilibrio competitivo de los modelos con espacio homogéneo, puesto que la aglomeración industrial se encuentra asociada con al menos uno de los siguientes fenómenos: Locaciones heterogéneas, externalidades espaciales no comerciales, economías de escala o competencia imperfecta.

Con el propósito de complementar los resultados de los modelos tradicionales, la nueva economía geográfica fue iniciada por Fujita (1988), Krugman (1991) y Venables (1996) al utilizar modelos de equilibrio general con competencia monopolística para mostrar de qué manera

pequeños choques asimétricos en un momento del tiempo y espacio generan desequilibrios permanentes en la distribución de las actividades económicas (Ottaviano & Thisse, 2002).

La distribución de las actividades económicas en el espacio se puede explicar, de acuerdo a Overman et al. (2001), al delimitar dos conceptos esenciales: geografía de primera naturaleza y geografía de segunda naturaleza. El primer concepto alude a las características físicas determinadas exógenamente de los diferentes lugares en el planeta, ya sea el tipo de clima, la presencia de montañas, ríos o cualquier otro tipo de recurso natural. En general, la teoría tradicional del comercio ha considerado únicamente esta noción. Mientras tanto, el concepto de geografía de segunda naturaleza se relaciona con las implicaciones que el espacio y la distancia tienen en las acciones e interacciones de los agentes económicos.

La nueva economía geográfica considera una situación inicial en la que el espacio es homogéneo y las actividades productivas están igualmente presentes en todos los sitios (Ottaviano & Thisse, 2002) y posteriormente adopta el concepto geográfico de segunda naturaleza al controlar por los elementos de primera naturaleza (Grajeda & de León, 2009).

El resultado de tal metodología son modelos de divergencia regional, capaces de explicar las disparidades espaciales extremas de un núcleo industrializado y una periferia agrícola (Ehnts & Trautwein, 2012). Para Fujita & Krugman (2004:140), el objetivo de la nueva economía geográfica es “explicar la formación de una gran variedad de aglomeración económica en el espacio geográfico”. Dos fuerzas dinámicas son la causa de esta concentración espacial de la actividad económica: Las fuerzas centrípetas y las fuerzas centrífugas.

La intuición de las primeras se basa en las externalidades marshallianas explicadas anteriormente. Sin embargo, Grajeda & de León (2009) observan que Scitovsky (1954) argumentó que cada una de las tres externalidades descritas por Marshall están conformadas a la vez por dos componentes, a los que catalogó como externalidades puras y externalidades pecuniarias, por lo que puede decirse que en total existen seis fuerzas centrípetas. La nueva economía geográfica se enfoca en una en particular: el componente pecuario de la externalidad marshalliana del tamaño del mercado.

Fujita & Krugman (2004) afirman que las fuerzas centrípetas implican causalidad circular que puede ser generada a través de vínculos hacia adelante (*forward linkages*), que consisten en los incentivos que los trabajadores tienen para estar cerca de los productores de bienes de consumo, y vínculos hacia atrás (*backward linkages*), que consisten en los incentivos de los productores para concentrarse donde el mercado es más grande.

A su vez, las fuerzas centrífugas radican en el fenómeno conocido como *market crowding*. Por ejemplo, debido a los alicientes de oferta y demanda que inducen a la concentración de la actividad económica, las rentas de la tierra aumentan o se producen externalidades negativas puras como la congestión, generando el efecto opuesto al de las fuerzas centípetas (Grajeda & de León, 2009).

La atención al espacio en los modelos planteados por la nueva economía geográfica ocasiona que las distancias entre los mercados solo puedan superarse al pagar costos de transporte de las mercancías, por lo que tales costos contrarrestan las economías a escala a nivel de empresa.

En este sentido, Ehnts & Trautwein (2012) exponen tres escenarios distintos. El primero de ellos ocurre cuando los costos de transporte son cero. En tal caso la ubicación se vuelve irrelevante puesto que todos los mercados pueden atenderse de forma óptima desde una sola localidad. En el segundo, los costos de transporte son prohibitivamente altos. En dicho escenario, las empresas no podrían atender mercados más allá del mercado interno. Por último, se encuentra el caso entre ambos extremos, en el que “los costos de transporte determinan la distribución espacial de la industria” (Ehnts & Trautwein, 2012:50).

Krugman (2008:339) ilustra esta dinámica de la siguiente forma: “Los rendimientos crecientes proporcionan un incentivo para concentrar la producción de cualquier producto en un solo lugar: dado este incentivo para concentrarse, los costos de transporte se minimizan eligiendo una ubicación cercana al mercado más grande, y esta ubicación luego exporta a otros mercados”.

Dicho fenómeno es conocido como efecto del mercado interno (*home market effect*) e implica que una ubicación con mayor demanda local tiene la capacidad de atraer a más empresas que se caracterizan por participar en industrias imperfectamente competitivas. Este patrón de especialización impulsado por el tamaño de los mercados “se relaciona con los flujos comerciales y genera la predicción teórica de que las grandes regiones deberían ser exportadoras netas de bienes producidos con rendimientos crecientes en condiciones de competencia imperfecta” (Ottaviano & Thisse, 2002:19).

De tal forma, el efecto del mercado interno actúa como una fuerza que atrae a las empresas que compiten monopolísticamente hacia los mercados de mayor tamaño, desde donde exportarán sus manufacturas a otras localidades. De hecho, para Krugman (2008:339), una de las nociones más importantes en la introducción del modelo Dixit-Stiglitz a la teoría del comercio fue que “¡Burenstam Linder tenía razón! Una vez que se agregan costos de

transporte al modelo, es sencillo demostrar que los países—en igualdad de condiciones—tenderán a convertirse en exportadores en las industrias en las que cuentan con grandes mercados internos”.

2.2.5 Relación entre el volumen de los flujos de comercio bilateral y la diferencia en la dotación relativa de factores productivos

a. Teoría de la demanda superpuesta: La hipótesis de Linder

Como se ha mencionado previamente, el modelo Heckscher–Ohlin–Samuelson sugiere que el comercio internacional es un fenómeno económico que puede ser explicado mayoritariamente desde la perspectiva de la oferta. McPherson et al. (2001) comentan que uno de los primeros economistas en desafiar directamente esta noción fue Wassily Leontief.

Leontief (1953) notó, al examinar el volumen de exportaciones e importaciones de Estados Unidos durante 1947, que las exportaciones estadounidenses eran relativamente intensivas en factor trabajo, mientras que sus importaciones eran relativamente intensivas en factor capital. “Dado que Estados Unidos fue y es ampliamente percibido como un país con abundante capital en relación con casi cualquier otro país, este hallazgo pareció contradecir al modelo Heckscher–Ohlin–Samuelson” (McPherson et al., 2001:650).

El descubrimiento pasó a ser conocido como la paradoja de Leontief y pronto modelos alternativos fueron desarrollados con el objetivo de darle una explicación. Uno de ellos es la teoría de la demanda superpuesta, formulada por Burenstam Linder en 1961. De acuerdo a esta teoría, países en niveles semejantes de desarrollo económico intercambiarán más bienes y servicios entre sí, pues esta similitud supone estructuras de demanda parecidas (Jošić & Bašić, 2019).

Para Linder, el nivel de renta per cápita es uno de los rasgos más importantes en la estructura de la demanda de un país. Dado a que la demanda de los consumidores está determinada en gran medida por el nivel de ingresos de los mismos, países con altos ingresos per cápita tenderán a demandar productos de alta calidad, mientras que países de bajos ingresos demandarán productos de calidades inferiores (Kaharam, 2015). Bohman & Nilsson (2006:2) citan a Linder en este punto: “Cuanto más similar sea la estructura de la demanda de los dos países, más potencialmente intensivo es el comercio entre ambos”.

Aunque generalmente la hipótesis de Linder es expuesta como una teoría que contradice a los modelos basados en la ley de la ventaja comparativa, Hallak (2006) considera que, en realidad,

la hipótesis de Linder combina las perspectivas de “la demanda y la oferta (...) para argumentar que la superposición de patrones de producción y consumo entre países de ingresos per cápita similares debería inducirlos a comerciar más intensamente entre sí” (p. 2). De tal forma, países con altos ingresos desarrollan una ventaja comparativa en la producción de bienes de alta calidad debido a que esta clase de productos son los más demandados por sus mercados internos. Análogamente, países de ingresos bajos desarrollan ventajas comparativas en la producción de bienes de baja calidad.

Lo anterior implica que las empresas de un país generalmente desean producir bienes para los que existe un gran mercado interno y luego buscan exportar el excedente. Por lo tanto, un producto se exportará si existe una gran demanda en el mercado interno (Kaharam, 2015). Como ha sido indicado, esta intuición de Linder fue—sin pretenderlo (véase Krugman, 2008:339)—ampliada por Krugman al incluir el costo de transporte y los rendimientos crecientes a escala como dinámicas que fortalecen el efecto del mercado interno.

Si bien autores como Salvatore (2012) señalan que el comercio intrainustrial es mayor entre economías industrializadas, autores como Choi (2012) han demostrado que existe evidencia para la aplicación de la hipótesis de Linder en países en vías de desarrollo, principalmente debido a que “a medida que el proceso de globalización avanza, la hipótesis de Linder tiende a fortalecerse” (Choi, 2002:604).

Además, McPherson et al. (2001:650)—quienes citan a Linnemann & van Beers (1988)—consideran que “uno podría esperar al menos una tendencia hacia la similitud entre el vector de exportaciones de manufacturas de un país y su vector de importaciones de bienes manufacturados, independientemente, en principio, de su nivel de desarrollo”.

b. Flujos comerciales y dotación relativa de factores en la nueva teoría del comercio

Aunque durante los inicios de la nueva teoría del comercio pudo haber parecido que esta debilitaría la posición dominante de las aproximaciones basadas en la dotación de factores, “pronto se hizo evidente que estos dos enfoques se complementaban el uno al otro” (Cieślik, 2005:904).

Soo (2015) enfatiza la forma en la que Helpman y Krugman (1985) combinaron la dotación de factores de una estructura Heckscher–Ohlin con la diferenciación de productos y economías de escala à la Dixit–Stiglitz, demostrando cómo los patrones comerciales observados pueden surgir cuando tanto las teorías tradicionales y las nuevas teorías son combinadas. De hecho, para Cieślik (2005), la principal contribución de este trabajo están resumidas por Helpman

(1999), quien argumenta que el volumen de los flujos de comercio bilateral es mayor a medida que incrementa la similitud en la dotación relativa de factores productivos y el tamaño económico de los países.

La estructura propuesta por Helpman y Krugman (1985) es un modelo de 2x2x2: Dos economías producen dos bienes con dos factores productivos, capital y trabajo. La producción de uno de los bienes es intensiva en capital (por lo que es un producto diferenciado manufacturado en condiciones de competencia monopolística), mientras que ocurre lo contrario con el segundo producto. Además, cada economía difiere entre sí en términos de dotación de factores productivos, pero se asumen funciones de producción idénticas en ambas naciones.

Por otra parte, las preferencias de los consumidores se asumen homogéneas y los mismos gastan una proporción idéntica de sus ingresos disponibles en cada bien. Mientras tanto, las preferencias por los productos diferenciados son especificadas de forma que los consumidores desean adquirir cada una de las variedades posibles. Así, el modelo Helpman–Krugman predice (al igual que el paradigma Heckscher–Ohlin–Samuelson) que el país cuya abundancia relativa se encuentra en el factor capital exporta el bien producido en condiciones de competencia monopolística, mientras que el país con abundancia en factor trabajo exporta el bien que es intensivo en este mismo factor.

Sin embargo, la presencia de diferenciación de productos y economías de escala implica que el país con abundancia en factor trabajo también exporta variedades del producto intensivo en capital, por lo que el modelo contempla no solo flujos de intercambio comercial inter-industrial, también considera comercio intra-industrial que emerge a raíz de las distintas variedades del factor intensivo en capital y la preferencia por la variedad de los consumidores en ambas economías (Cieślik, 2005).

Debido a que el desarrollo de los modelos de comercio internacional de competencia monopolística estuvo basado en la observación de la existencia de flujos de comercio intra-industrial entre países similares, la aplicación empírica de estos modelos se produjo básicamente enseguida.

Neary (2009), observa que Helpman (1987)—uno de los pioneros en este campo—demostró que las predicciones del modelo Helpman–Krugman eran consistentes con los patrones de comercio industrial entre economías avanzadas, señalando al mismo tiempo la forma en la que “las ecuaciones del volumen comercial implícitas en el modelo de competencia monopolística son idénticas a la ecuación de gravedad” (Neary, 2009:231).

c. Teoría de gravedad del comercio internacional

La ley de gravitación universal, propuesta por Newton en su *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687), establece que toda partícula de materia en el universo atrae a cualquier otra a través de una fuerza gravitacional que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre sus centros.

A raíz de esta formulación, aplicaciones análogas fueron propuestas con el fin de evaluar fenómenos ajenos a las ciencias naturales. En un inicio, la ley de gravitación universal fue utilizada durante el análisis de flujos migratorios (Ravenstein, 1885; Zipf, 1946). La introducción del concepto de gravedad dentro del contexto económico puede rastrearse hasta Isard (1954), quien estimaba que “el efecto resistencia de la distancia actúa de manera similar tanto en el mundo social como en el mundo físico” (Capoani, 2021:5). Sin embargo, es Tinbergen (1962) el autor considerado como el pionero en la aplicación de la ecuación gravitacional tradicional durante el análisis de los flujos de comercio bilateral entre naciones (Yotov et al., 2016).

Los usos iniciales del modelo de gravedad en el contexto del comercio internacional no estuvieron basados en ningún principio contenido dentro la teoría económica, cuestión por lo que esta metodología fue habitualmente criticada durante la primera mitad del siglo XX. Es ampliamente reconocido en la literatura (Shahriar et al., 2019; Kabir et al., 2017; Yotov et al., 2016; Bacchetta et al., 2012) que el primer autor en ofrecer una estructura teórica a lo que previamente había sido una relación eminentemente empírica (si bien exitosa en términos de poder explicativo) fue Anderson (1979), quien derivó la ecuación gravitacional bajo el supuesto de Armington (1969)—un modelo cuya premisa es que cada país produce un bien diferente y que los consumidores desean cierta proporción de ambos productos—combinado con funciones de utilidad de elasticidad de sustitución constante (CES, por sus siglas en inglés).

Luego de esta contribución seminal, diversos autores han derivado al modelo gravitacional a partir de una diversa gama de aproximaciones. Entre los trabajos notables pueden ser mencionados Bergstrand (1985; 1990), quien—según Shahriar et al. (2019)—es el segundo autor en proveer bases microeconómicas al modelo de gravedad, desarrollando “una relación entre la teoría del comercio y el comercio bilateral que incluyó explícitamente el lado de la oferta de la economía” (p. 28).

Por su parte, Krugman (1985) y Helpman (1987) establecieron el vínculo entre los modelos de competencia monopolística y el modelo de gravedad, mientras que Deardorff (1998) reveló que el modelo gravitacional es consistente con un gran número de modelos de comercio

internacional tales como el modelo ricardiano, el modelo Heckscher–Ohlin–Samuelson y los modelos de la nueva teoría del comercio, basados en rendimientos crecientes (Shahriar et al., 2019). Para Yotov et al. (2016), las contribuciones más influyentes a la teoría del modelo de gravedad son la derivación del modelo gravitacional por el lado de la oferta a través de una estructura ricardiana (Eaton & Kortum, 2002) y el trabajo de Anderson & van Wincoop (2003) que popularizó el modelo Armington-CES de Anderson (1979).

Evidentemente, el modelo gravitacional cuenta con sólidos fundamentos teóricos dentro de la literatura económica. Kabir et al. (2017) ubican al desarrollo y aplicación de la teoría de gravedad del comercio internacional en cuatro grandes áreas:

- **Modelo de gravedad aumentado:** Este método explica los flujos de comercio bilateral basado en el tamaño económico y la distancia de dos unidades geográficas, modelados en un contexto de equilibrio general. El mismo es comúnmente utilizado para analizar los determinantes de los flujos bilaterales al incluir variables que consideran si ambas economías comparten fronteras, lenguajes o sistemas legales en común, así como una misma moneda o un mismo legado colonial.
- **Comercio intra-industrial:** Esta especificación del modelo gravitacional sugiere que los flujos de comercio bilateral pueden ser utilizados para determinar si los patrones comerciales de mercados caracterizados por competencia monopolística pueden ser descritos a través de un modelo Heckscher–Ohlin–Samuelson (comercio inter-industrial), o si estos se encuentran explicados por el tipo de comportamiento enfatizado por la hipótesis de Linder (comercio intra-industrial).
- **Productos homogéneos y heterogéneos:** Las ecuaciones gravitacionales pueden describir tanto preferencias y productos homogéneos como heterogéneos. Específicamente, cuando se considera la existencia de empresas heterogéneas, es posible explicar la variedad de niveles de productividad debido a que estos se encuentran condicionados por una distribución de Pareto. Además, es posible puntualizar la exposición de estas empresas a costos hundidos procedentes de su entrada al mercado.
- **Modelo de gravedad estructural:** Basados en los modelos de la nueva teoría del comercio que contemplan tanto competencia monopolística como rendimientos crecientes a escala, los modelos de gravedad estructurales tienden a centrarse en la elasticidad de sustitución del consumo, en un marco de estática comparativa de equilibrio general.

d. El modelo de gravedad estructural

Para culminar este marco teórico, serán descritas las principales conclusiones de la derivación del modelo de gravedad estructural desde el lado de la demanda. El lector y la lectora pueden remitirse a Yotov et al. (2016) para conocer tanto los pormenores de este procedimiento, como los resultados de la derivación obtenida por el lado de la oferta.

El modelo considera un sistema económico global conformado por N países en el que cada uno de ellos produce (e intercambia con el resto de sus socios) una variedad de bienes diferenciados por el lugar de origen, en línea con el supuesto de Armington (1969). El valor de la producción doméstica de una economía representativa se encuentra determinado por $Y_i = p_i Q_i$. Además, Y_i también simboliza el ingreso nominal del país i .

El gasto agregado del país i está definido como $E_i = \phi_i Y_i$, donde $\phi > 1$ implica que el mismo incurre en un déficit comercial, mientras que $1 > \phi > 0$ denota un superávit. Las preferencias de los consumidores se asumen homotéticas (idénticas a lo largo de los países) y definidas por una función de utilidad CES, la cual cuenta con un parámetro $\sigma > 1$, que representa la elasticidad de sustitución entre las distintas variedades de bienes. Además, los costos comerciales t_{ij} son modelados como costos tipo *iceberg*, en el espíritu de Samuelson (1952).

Posterior a la solución del problema de maximización del consumidor respecto a cierta restricción presupuestaria y a la imposición de condiciones de vaciamiento del mercado por país de origen, el modelo de gravedad estructural queda definido como un sistema de tres ecuaciones simultáneas:

$$X_{ij} = \frac{Y_i E_j}{Y} \left(\frac{t_{ij}}{\Pi_i P_j} \right)^{1-\sigma} \quad (2.1)$$

$$\Pi_i^{1-\sigma} = \sum_j \left(\frac{t_{ij}}{P_j} \right)^{1-\sigma} \frac{E_j}{Y} \quad (2.2)$$

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i \left(\frac{t_{ij}}{\Pi_i} \right)^{1-\sigma} \frac{Y_i}{Y} \quad (2.3)$$

Como es posible apreciar, la representación teórica del modelo gravitacional está subdividida en dos partes. En primer lugar, la expresión $Y_i E_j / Y$ —a la que Yotov et al. (2016) denominan término de tamaño—puede ser interpretada como el nivel de comercio sin fricciones entre los socios comerciales i y j , e indica que grandes productores exportan más a todos los países destino, que mercados más grandes y ricos importan más variedades de todas las locaciones y que los flujos de comercio bilateral aumentan a medida que la similitud entre el tamaño de los mercados de los socios comerciales también lo hace (Yotov et al., 2016).

Por lo tanto, esta expresión demuestra la forma en la que “la distribución de bienes o factores a través del espacio está determinada por fuerzas de gravedad condicionadas por el tamaño de las actividades económicas en cada sitio” (Anderson, 2011:142).

Además, el modelo de gravedad estructural contempla una expresión de costos del comercio $(t_{ij} / \Pi_i P_j)^{1-\sigma}$. La misma “captura los efectos totales de los costos comerciales que abren una brecha entre el comercio realizado y el comercio sin fricciones” (Yotov et al., 2016:16). Anderson & van Wincoop (2003) denominan a los términos P_j y Π_i como resistencia multilateral interna y resistencia multilateral externa, respectivamente.

Es importante mencionar que la estructura de costos en el modelo—si bien enigmática a simple vista—tiene una interpretación intuitiva, “la resistencia multilateral interna y externa miden la incidencia promedio de los costos comerciales de los importadores y exportadores, respectivamente” (Anderson, 2011:142). Una interpretación formulada de manera distinta (pero que sigue siendo análoga a la mencionada con anterioridad) proviene de Yotov et al. (2016), quienes ven a estos términos como la facilidad de acceso al mercado.

III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según datos del Banco Mundial, el coeficiente de apertura de Guatemala (medido como la suma de exportaciones e importaciones de bienes y servicios relativa al producto interno) se ha reducido, pasando de un 70.7% en el 2001 a un 41.8% en el 2020. Debido a esta considerable disminución, el país se ha situado como la economía con menor apertura comercial en Centroamérica durante los últimos quince años consecutivos.

Hace ya una década, Vodusek (2012) veía en el comportamiento de los flujos comerciales de Guatemala la sintomatología de un país que está dejando pasar la oportunidad de utilizar el comercio internacional como un factor que promueva el desarrollo económico dentro de sus fronteras.

Hasta el momento, la inserción internacional de Guatemala—que tiene sus orígenes en la década de los noventa a través de un proceso de apertura unilateral “complementado por el proceso de liberalización a nivel multilateral en el marco de la Organización Mundial del Comercio (OMC)” (Vodusek, 2012:1)—cuenta con diversos desafíos que siguen sin ser abordados en su totalidad.

Uno de los retos más importantes, según la compañía consultora de gestión global McKinsey & Company (2017), es la creciente sofisticación de la demanda a nivel mundial. En Centroamérica y el Caribe, el sector exportador está mayoritariamente basado en productos y servicios de bajo valor agregado. Sin embargo, la demanda global está enfocada, como efecto del crecimiento económico en otras regiones, hacia la adquisición de productos caracterizados por una mayor complejidad económica.

El Laboratorio del Crecimiento (*Growth Lab*) de la Universidad de Harvard (2019) es enfático en este punto: “Guatemala sigue aún por iniciar una verdadera transformación estructural en su sistema productivo”. Para esta entidad, las economías en vías de desarrollo deberían de generar estrategias con el propósito de, en una primera fase, trasladar una parte de su actividad productiva desde la agricultura a sectores de productividad media (como la industria textil) y, posteriormente, tornar sus esfuerzos a actividades de alta productividad como la manufactura de bienes electrónicos y maquinaria.

Sin embargo, la participación de Guatemala en el mercado global de exportaciones textiles se ha estancado durante la última década, su participación en manufacturas electrónicas y de maquinaria sigue aún por iniciar y el crecimiento de sus exportaciones en los últimos cinco años ha sido impulsado principalmente por la agricultura (*Growth Lab*, 2019).

Bartley et al. (2015) señalan que el hecho de que cadenas de valor a nivel global sean un fenómeno cada vez más común es un factor relevante durante el proceso de inserción de los países en vías de desarrollo dentro de la economía mundial debido a que esto implica que la construcción de industrias completas y altamente competitivas puede dejar de ser un requerimiento indispensable para generar mayores tasas de participación en las dinámicas del comercio internacional. A medida que los costos de transporte y comunicación disminuyen entre regiones, las empresas ubicadas en países en desarrollo pueden contar con cada vez más quehaceres particulares dentro de las cadenas de valor que se extienden a lo largo de regiones determinadas (Bartley et al., 2015).

Del mismo modo, al examinar los flujos intrarregionales de comercio para los principales mecanismos de integración económica en Latinoamérica y el Caribe, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2020) concluye que “todos los sectores analizados (...) tienen una gran proporción de bienes intermedios que son requeridos por toda la gama de industrias, lo que los convierte en candidatos a participar en cadenas de valor tanto regionales como globales” (CEPAL, 2020:93), por lo que, el que todavía no exista una estrategia a nivel regional que tenga como propósito aprovechar la proximidad geográfica para aumentar la eficiencia productiva y la competitividad del bloque a nivel internacional “impone una pesada carga al desarrollo de la región” (CEPAL, 2020:79).

Derivado de la problemática previamente manifestada y de los aspectos teóricos abordados en la sección anterior, surge la interrogante: **¿Cuál ha sido la relación entre el volumen de los flujos de comercio bilateral de Guatemala y la diferencia en la dotación relativa de factores productivos con sus socios de comercio exterior en América durante el período de 1995 a 2020?**

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo general

- Determinar, mediante la estimación econométrica de un modelo de gravedad aumentado, cuál ha sido la relación entre el volumen de los flujos de comercio bilateral de Guatemala y la diferencia en la dotación relativa de factores productivos con sus socios de comercio exterior en América durante el período de 1995 a 2020.

3.1.2 Objetivos específicos

- Establecer si, durante el periodo de 1995 a 2020, los patrones de intercambio comercial bilateral entre Guatemala y el vector de sus socios de comercio internacional en el continente americano puede describirse mayoritariamente como uno inter-industrial (tal y como son descritos por el modelo Heckscher–Ohlin–Samuelson) o como uno intra-industrial (en línea con la hipótesis de Linder).
- Describir la evolución de los flujos de comercio intra-industrial entre Guatemala y sus socios comerciales en el continente americano a lo largo de los años contemplados por el estudio.
- Determinar el potencial de intercambio bilateral entre Guatemala y cada uno de sus socios comerciales en el continente americano durante el año 2020.

3.2 Hipótesis

3.2.1 Hipótesis de investigación

- Existe una relación entre la diferencia absoluta en la dotación relativa de factores productivos y el volumen de los flujos de intercambio comercial bilateral entre Guatemala y cada uno de sus socios comerciales en América durante el periodo de 1995 al 2020.

3.2.2 Hipótesis nula

- En la medida en que existe un aumento de la diferencia absoluta en la dotación relativa de factores productivos entre Guatemala y cada uno de sus socios comerciales en América, los flujos de comercio bilateral tienden a aumentar.

3.2.3 Hipótesis alternativa

- En la medida en que existe un aumento de la diferencia absoluta en la dotación relativa de factores productivos entre Guatemala y cada uno de sus socios comerciales en América, los flujos de comercio bilateral tienden a disminuir.

3.3 Variables del estudio

3.3.1 Flujos de comercio bilateral

a. Definición conceptual

Los flujos de intercambio comercial bilateral comprenden a las exportaciones e importaciones de una economía cuando estos son evaluados de manera individual para cada uno de sus socios de comercio exterior. Krugman et al. (2018b:37) definen a las exportaciones como “la cantidad que las compras de residentes extranjeros agregan al ingreso nacional de la economía doméstica”. Mientras tanto, Suranovic (2012:55) define el concepto de importaciones como “los bienes y servicios que son comprados al resto del mundo”.

b. Definición operacional

Para fines del presente estudio, los flujos de comercio bilateral serán comprendidos como las exportaciones e importaciones anuales de bienes expresados en dólares a precios corrientes (calculados utilizando el promedio anual de los diferentes tipos cambiarios) para el periodo que abarca de enero de 1995 a diciembre del año 2020. Los datos son extraídos del repositorio de estadísticas oficiales de comercio internacional de Naciones Unidas (Comtrade) a 4 dígitos del Sistema Armonizado (HS, por sus siglas en inglés).

c. Indicadores

- Volumen anual de las exportaciones de Guatemala hacia 30 países en América durante el período de 1995 a 2020, a 4 dígitos del Sistema Armonizado (HS).
- Volumen anual de las importaciones de Guatemala desde 30 países en América durante el período de 1995 a 2020, a 4 dígitos del Sistema Armonizado (HS).
- Residuos en los flujos de intercambio comercial bilateral que no son explicados por la especificación econométrica del modelo gravitacional.

3.3.2 Dotación relativa de factores productivos

a. Definición conceptual

Salvatore (2012) señala que existen dos formas de definir el concepto de dotación de factores. En primer lugar, uno podría expresar esta idea en términos de unidades físicas: una economía es intensiva en el factor del que posee más unidades en total. Esta definición considera únicamente la oferta de los factores.

Por otro lado, la abundancia de factores puede ser expresada en términos de los precios relativos de los factores de producción en cada nación: una economía es más abundante en un factor específico cuando el precio relativo de este es más bajo que el precio del mismo factor en otra nación.

Para Krugman et al. (2018a) esta definición es preferible porque permite “comparar la relación entre trabajo y capital en los dos países (de tal forma que) ningún país sea abundante en todo” (p.118). Además, la misma considera tanto la oferta como la demanda del factor productivo, la cual es una demanda derivada debido a que esta deviene de la demanda de un producto final que requiere al factor con el cual es manufacturado (Salvatore, 2012).

Como fue descrito durante el marco teórico, la consideración formal de este concepto es una característica que comparten tanto los modelos tradicionales como los modelos de la nueva teoría del comercio, debido a que es ampliamente reconocido que uno de los determinantes básicos de los patrones del comercio a nivel internacional es la diferencia en la dotación relativa de factores entre las naciones.

b. Definición operacional

En este estudio, la diferencia en la dotación relativa de factores productivos entre dos economías será medida como el valor absoluto de la diferencia entre el logaritmo natural del PIB per cápita entre Guatemala y cada uno de sus socios de comercio exterior en América, en línea con Helpman (1987), Egger (2000), Baltagi et al. (2003) y Kabir & Salim (2010).

La información proviene de la base de datos *World Development Indicators* (WDI) del Banco Mundial y las cifras están expresadas en dólares estadounidenses a precios corrientes.

c. Indicadores

- Aumentos en los flujos de comercio bilateral explicados por la disminución en la diferencia absoluta de la dotación relativa de factores productivos.
- Disminución en los flujos de comercio bilateral explicados por el incremento en la diferencia absoluta de la dotación relativa de factores productivos.

3.4 Alcances

Al delimitar la cobertura geográfica de la investigación como el continente americano, el presente estudio abarca, en promedio, el 80% de los flujos totales de exportación y el 73% de los flujos totales de importación de Guatemala para cada año del análisis y contempla a la mayor parte de sus principales socios comerciales a nivel global.

Por otro lado, en la literatura empírica, los modelos gravitacionales con paneles de datos son comúnmente estimados utilizando el método de efectos fijos o de efectos aleatorios. Sin embargo, estos estimadores presentan diversos inconvenientes. En primer lugar, la presencia de heterocedasticidad (un fenómeno usual en este tipo de datos) provoca que la estimación de los parámetros de un modelo multiplicativo linealizado por medio logaritmos y estimado mediante mínimos cuadrados produzca estimaciones de las elasticidades que son tanto sesgadas como inconsistentes (Dadakas et al., 2020).

Además, la presencia de observaciones con cero flujos comerciales en la base de datos es problemática para la estimación debido a que el logaritmo natural de 0 está indefinido. Un método común para lidiar con este problema consiste en estimar a la variable dependiente de tal forma que $\ln(F_{ij} + n)$, donde $0 < n \leq 1$. Sin embargo, Bacchetta et al. (2012) argumentan que hacer esto es teóricamente inconsistente mientras que Head & Mayer (2014) hacen notar que tomar esta medida genera que la interpretación de los coeficientes del modelo como elasticidades se pierda.

Para lidiar con estos problemas, el presente estudio estima al modelo gravitacional a través del estimador de pseudo-máxima verosimilitud de Poisson (PPML), un método propuesto por Silva & Tenreyro (2006) con el que es posible estimar al modelo gravitacional incluso en presencia de ceros. De hecho, Silva & Tenreyro (2011) demuestran mediante simulaciones Monte Carlo que aunque la proporción de ceros sea grande, el estimador de Poisson sigue siendo eficiente. En el caso de esta investigación, las 780 observaciones que conforman a la base de datos presentan 7 ceros en los flujos de exportación y 88 en los de importación.

Además, el estimador PPML no asume homocedasticidad en los residuos, por lo que tal y como Silva & Tenreyro (2006) mencionan, sus resultados son válidos ante formas generales de heterocedasticidad.

3.5 Limitaciones

Los ceros en la variable dependiente de la base de datos pueden ser el reflejo de distintos fenómenos. Para iniciar, podría suceder que un cero en cualquier tipo de flujo comercial realmente indique que durante ese año—y en esa categoría de productos particular—no hubo ningún nivel de comercio entre ambas economías. Sin embargo, los ceros también podrían instanciarse como resultado de errores en el redondeo de los flujos comerciales: como Silva & Tenreyro (2006) observan, es posible que si el nivel de intercambio bilateral no llegara a un valor mínimo, el valor se haya registrado como 0. Además, los ceros en la base de datos podrían ser observaciones faltantes registradas como 0.

En cualquiera de los últimos dos casos, el producto es una pérdida de información útil que podría generar inconsistencia en los resultados. Por lo tanto, incluso cuando la investigación utiliza un estimador capaz de inferir los parámetros del modelo gravitacional en presencia de ceros, existe cierta incertidumbre respecto a porqué los ceros están ahí en primer lugar.

Otra limitante del estudio se relaciona con la observación que Bacchetta et al. (2012) hacen respecto a la calidad de la información, específicamente en los datos de los flujos comerciales. Los autores argumentan que los datos que reflejan el valor de las importaciones son más confiables que los datos que reflejan la misma medida en los flujos de exportación, por lo que “se requiere de prudencia en la interpretación cuando se lida con flujos de intercambio comercial bilateral” (p.13). Adicionalmente, la falta de datos en diversas series temporales (tales como flujos de comercio bilateral y producción interna bruta) previno al estudio de poder considerar a Antigua y Barbuda, San Cristóbal y Nieves, Cuba y Venezuela dentro del análisis.

Por otra parte, Egger (2002) señala que Mátyás (1997) argumentó que la correcta especificación de un modelo gravitacional requiere de la consideración de tres dimensiones: el tiempo (que refleja el ciclo económico y el proceso de globalización de los países incluidos en el análisis), una dimensión de efectos fijos para el país exportador y una dimensión de efectos fijos para el país importador. Además, Fally (2015) demuestra que estimar la ecuación gravitacional mediante pseudo-máxima verosimilitud de Poisson con efectos fijos es una forma automática de controlar por los términos de resistencia multilateral del sistema de gravedad estructural.

De tal forma, una de las principales limitaciones de esta investigación es que, debido a que la misma considera a Guatemala (y no a un vector de países) como el único receptor/emisor de los flujos comerciales, la estructura de los datos hace imposible controlar por los términos de resistencia multilateral por medio de efectos fijos de tiempo para el país exportador y para el país importador. Tal y como Bacchetta et al. (2012) mencionan, el no considerar estos términos es una fuente de sesgo en los parámetros del modelo gravitacional.

Por último, la aplicación del modelo de gravedad para medir el potencial de intercambio bilateral entre Guatemala y sus socios en el continente es una metodología que, aunque común en la literatura empírica del modelo gravitacional, no está exenta de críticas. Egger (2002) sugiere que “cualquier gran diferencia sistemática entre los flujos comerciales observados y los pronosticados dentro de la muestra (*in-sample*) indica una especificación incorrecta del modelo econométrico, en lugar de potenciales comerciales infrautilizados (o sobreutilizados)” (p. 307). Por lo que los resultados de este procedimiento deben de ser interpretados con un grano de sal.

3.6 Aporte

Al abordar a la ecuación de gravedad del comercio internacional desde sus fundamentos teóricos y conceptuales, el presente estudio no solo permitirá describir la magnitud de los coeficientes de las variables relevantes en la determinación de los flujos de intercambio bilateral entre Guatemala y sus socios comerciales en el continente, su principal contribución radica en exponer qué teoría (teoría de las proporciones factoriales o teoría de la demanda superpuesta) explica de mejor manera al comportamiento de los flujos comerciales entre el país y el resto de economías en América. Además, debido a que los modelos serán estimados con paneles de datos para los últimos veinticinco años, esta investigación contribuirá a la discusión sobre la forma en la que la globalización ha impactado en las dinámicas comerciales y la inserción internacional de las economías en desarrollo.

Por ende, la aplicación de la metodología tiene un alto potencial de ser útil tanto para hacedores de políticas públicas orientadas a la apertura comercial del país e incremento en la diversificación de su oferta exportable, como para agentes y organismos privados orquestando estrategias de exportación y expansión de actividades comerciales en el continente americano, al brindar una perspectiva econométrica sobre los determinantes de los flujos de intercambio comercial bilateral entre Guatemala y sus socios en América, en el marco de un modelo de gravedad aumentado.

IV MÉTODO

4.1 Sujetos

Los sujetos de investigación del presente estudio serán 31 de los 35 estados soberanos del continente americano, tal y como son descritos por el Geoesquema de las Naciones Unidas. La lista de los socios comerciales incluidos en el análisis se encuentra en el apartado de anexos.

4.2 Unidad de análisis

Los datos de los flujos comerciales provienen del repositorio de estadísticas oficiales de comercio internacional de Naciones Unidas (Comtrade) y los datos macroeconómicos son extraídos desde la base de datos *World Development Indicators* (WDI), del Banco Mundial. Por último, los datos con los que los costos comerciales son modelados provienen de la base de datos del *Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales* (CEPII).

4.3 Población

La población a considerar consistirá en los flujos totales de exportaciones e importaciones entre Guatemala y las naciones ubicadas en el continente americano, así como la diferencia entre la dotación relativa de sus factores productivos.

4.4 Muestra

La muestra de esta investigación estará constituida por los valores observados del volumen en los flujos de comercio bilateral y la diferencia en la dotación relativa de factores productivos entre Guatemala y 30 de sus socios de comercio exterior en América, desde 1995 hasta 2020.

4.5 Especificación econométrica

El modelo econométrico más utilizados durante el análisis de los patrones comerciales entre naciones se basa en la ley de gravitación universal postulada por Newton (1687). Esta última establece que toda partícula de materia en el universo atrae a cualquier otra a través de una fuerza gravitacional que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre sus centros:

$$F = G \frac{m_i m_j}{D_{ij}^2} \quad (4.1)$$

En comercio internacional, el modelo gravitacional postula que el volumen de los flujos de intercambio entre dos economías está determinado por condiciones de oferta en el país de origen, condiciones de demanda en el país de destino y fuerzas estimulantes o restrictivas relacionadas con los flujos comerciales de ambas naciones (Keith, 2003), por lo que puede demostrarse que:

$$F_{ij} = \tilde{G} \frac{Y_i E_j}{T_{ij}^\theta} \quad (4.2)$$

Donde:

- F_{ij} es el flujo comercial de la nación i a la nación j ,
- \tilde{G} es el inverso de la producción global: ($\tilde{G} = 1/Y$),
- Y_i es la producción doméstica del país i ,
- E_j es el gasto agregado del país j y
- T_{ij}^θ representa los costos comerciales entre ambas economías: $T_{ij}^\theta = (t_{ij}/(\Pi_i P_j))^{\theta-1}$.

Dadas las propiedades multiplicativas de la ecuación, logaritmos naturales pueden aplicarse para obtener un modelo expresado en términos de relaciones lineales entre las variables, expandiendo al término de perturbación estocástica de forma aditiva:

$$\ln F_{ij,t} = \ln Y_{i,t} + \ln E_{j,t} - \ln Y_t + (1 - \sigma) \ln t_{ij,t} - (1 - \sigma) \ln \Pi_{i,t} - (1 - \sigma) \ln P_{j,t} + \epsilon_{ij,t} \quad (4.3)$$

De acuerdo a Yotov et al. (2016), la especificación econométrica del modelo de gravedad “puede ser modificada o ajustada por los investigadores o *policy makers* dependiendo de sus necesidades específicas” (p. 26).

Debido a que esta investigación busca determinar si los patrones comerciales de Guatemala con el resto economías en América se ajustan a un comportamiento como el delimitado por la teoría de las proporciones factoriales o la hipótesis de Linder, la especificación del modelo gravitacional a emplear está informada por los estudios de Bergstrand (1990), Egger (2002), Baltagi et al. (2003), Serlanga & Shin (2007) y Kabir & Salim (2010). La misma se encuentra definida como:

$$\begin{aligned} \ln F_{ij,t} = & \alpha_0 + \alpha_1 TGD P_{ij,t} + \alpha_2 RFE_{ij,t} + \alpha_3 SIM_{ij,t} + \alpha_4 \ln DIST_{ij,t} + \\ & \alpha_5 CONT_{ij} + \alpha_6 LANG_{ij} + \alpha_7 CCOL_{ij} + \alpha_8 CREL_{ij} + \alpha_9 RTA_{ij,t} + \epsilon_{ij,t} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Donde $TGDP$ corresponde el logaritmo de la suma bilateral del producto interno bruto de las economías i y j en el momento de tiempo t y cuyo signo esperado es $\alpha_1 > 0$.

$$TGDP_{ij,t} = \ln(GDP_i + GDP_j) \quad (4.5)$$

Mientras tanto, RFE representa la dotación relativa de factores y toma el valor mínimo de 0 cuando ambas naciones presentan un nivel equivalente en sus PIB per cápita. Aunque algunos autores (McPherson et al., 2001; Bukhari et al., 2005; Bohman & Nilsson, 2006; Jošić & Bašić, 2019) interpretan al valor absoluto de la diferencia entre el producto interno bruto per cápita de dos economías i y j como la diferencia en preferencias—tal y como fue sugerido por Linder (1961)—los modelos de la nueva teoría del comercio interpretan a esta variable como diferencias en la relación de dotación capital-trabajo.

Mientras que la hipótesis de Linder asume que la estructura de la demanda de un país se encuentra influenciada por el ingreso per cápita de sus habitantes, la interpretación de la nueva teoría del comercio enfatiza el lado de la oferta de la economía. De cualquier forma, ambas aproximaciones teóricas son análogas en su explicación de la correlación negativa entre el volumen de los flujos de comercio intra-industrial y la diferencia en ingresos per cápita. La variable RFE queda definida como:

$$RFE_{ij,t} = \left| \ln\left(\frac{GDP_{i,t}}{N_{i,t}}\right) - \ln\left(\frac{GDP_{j,t}}{N_{j,t}}\right) \right| \quad (4.6)$$

Kabir & Salim (2010) señalan que Bergstrand (1990) empleó a la ecuación gravitacional para demostrar que el comercio bilateral está relacionado de forma inversa con la diferencia en la dotación relativa de factores (o positivamente relacionado con la similitud en preferencias), hecho que apoya a la hipótesis de Linder, indicando así que “la naturaleza del comercio depende en la similitud de los países en términos de su dotación de factores” por lo que “el comercio entre naciones se torna cada vez más intra-industrial a medida que estos se vuelven más similares” (Kabir & Salim, 2010:155).

De tal forma, si $\alpha_2 < 0$, tenemos motivos para argumentar que los patrones comerciales entre los países analizados pueden ser explicados bajo la lógica de la hipótesis de Linder. Mientras tanto, $\alpha_2 > 0$ implica que el patrón de los flujos comerciales puede ser descrito como uno inter-industrial, consistente con una estructura Heckscher–Ohlin–Samuelson (Baltagi et al. 2003).

Los valores de la variable SIM , el índice de similitud en el tamaño de las economías, se encuentran entre el rango $0 \leq SIM_{ij,t} \leq 0.5$, donde 0 representa una divergencia absoluta en el tamaño económico de los países i y j en el momento de tiempo t , mientras que 0.5 implica lo opuesto. Formalmente,

$$SIM_{ij,t} = 1 - \left(\frac{GDP_{i,t}}{GDP_{i,t} + GDP_{j,t}} \right)^2 - \left(\frac{GDP_{j,t}}{GDP_{i,t} + GDP_{j,t}} \right)^2 \quad (4.7)$$

Una alta similitud en el tamaño económico de los países i y j implica una mayor similitud en la cantidad de bienes específicos que cada país produce en industrias que compiten monopolísticamente. Así, debido a la preferencia por la variedad de los consumidores, una mayor similitud en el tamaño económico del país produce un mayor volumen comercial, por lo que el signo esperado del índice SIM es $\alpha_3 > 0$.

Por último, las siguientes variables han sido incluidas con el objeto de modelar explícitamente los costos del comercio dentro de la ecuación gravitacional:

La variable $DIST$ está definida como la distancia geodésica en kilómetros entre los principales centros urbanos (en términos de aglomeración demográfica) de los países i y j , obtenida mediante la fórmula del gran círculo.

Por otro lado, la variable $CREL$ es un índice de proximidad religiosa obtenido mediante la suma de los productos de las proporciones de católicos, protestantes y musulmanes en los países ij . El mismo está acotado entre $0 < CREL < 1$ y encuentra su máximo si el par de países tiene una religión que comprende una gran mayoría de la población y es la misma en ambas naciones (Disdier & Mayer, 2007).

Además, la especificación de los costos considera cuatro variables dicotómicas:

$CONT$ toma el valor de 1 cuando los países ij tienen fronteras en común.

$LANG$ toma el valor de 1 cuando los países ij comparten el mismo lenguaje oficial.

$CCOL$ toma el valor de 1 cuando los países ij comparten un mismo colonizador.

RTA toma el valor de 1 cuando los países ij cuentan con un acuerdo de comercio regional en el momento de tiempo t .

4.6 Método de estimación

En la literatura empírica es una práctica común estimar al modelo gravitacional a través de mínimos cuadrados ordinarios con estimadores agrupados (POLS), estimadores de efectos aleatorios (REE) y estimadores de efectos fijos (FEE). Sin embargo, la linealización del modelo gravitacional mediante el uso de logaritmos presenta dos inconvenientes inmediatos.

En primer lugar, la presencia de ceros en la variable dependiente es problemática debido a que el logaritmo de cero está indefinido. Head & Mayer (2014) señalan que añadir a la variable dependiente un valor arbitrario para lidiar con los ceros en la base de datos provoca que la interpretación de los coeficientes como elasticidades se pierda. Además, para Silva & Tenreyro (2006), la severidad en la inconsistencia de las estimaciones al agregar un valor arbitrario a la variable dependiente está necesariamente subordinada a “las características particulares de la muestra y el modelo empleado, pero no existen razones para considerar que la severidad del sesgo será despreciable” (p. 643).

Sin embargo, la mayor desventaja es el hecho de que, como Manning & Mullahy (2001) mencionan, las regresiones de mínimos cuadrados ordinarios estiman $E(\ln(y|x))$, y no $\ln(E(y|x))$. Silva y Tenreyro (2006) observan que la desigualdad de Jensen implica: $E(\ln(y)) \neq \ln(E(y))$, es decir, el valor esperado del logaritmo de una variable aleatoria no es igual al logaritmo de su valor esperado. Aunque en principio es posible expresar al término $\ln(E(y|x))$ estimado por mínimos cuadrados ordinarios como el valor esperado del logaritmo mediante una transformación apropiada (Manning & Mullahy, 2001), los modelos lineales generalizados estiman $E(\ln(y|x))$ directamente.

Además, la presencia de heterocedasticidad de los residuos en escala logarítmica de una regresión estimada con mínimos cuadrados ordinarios y linealizada mediante logaritmos implica que la predicción exponenciada produzca estimaciones de $E(y|x)$ sesgadas en una forma que depende de x . En tal escenario, la regresión de $\ln(y)$ en x con mínimos cuadrados producirá que la estimación de los parámetros esté sesgada y sea inconsistente, cuestión que puede conducir a conclusiones engañosas (Silva & Tenreyro, 2006).

Al considerar tales advertencias, esta investigación utiliza un método de estimación adicional: el estimador de pseudo-máxima verosimilitud de Poisson (PPML). En los últimos años, este método se ha convertido en un procedimiento estándar (Bacchetta et al., 2012; Piermartini & Yotov, 2016) durante la estimación del modelo de gravedad debido a que es válido ante formas generales de heterocedasticidad y al hecho de que si bien esta técnica es comúnmente

utilizada para estimar regresiones con datos de conteo, en realidad (debido a que todo lo que se requiere para que el estimador sea consistente es una correcta especificación de la media condicional) los datos no necesitan seguir una distribución de *Poisson*, de hecho, ni siquiera necesitan ser números enteros, por lo que el estimador PPML no solo es una técnica robusta a problemas como heteroscedasticidad y errores en la especificación del modelo (Kumar et al., 2021), además tiene la ventaja de ser un procedimiento natural para lidar con los ceros en la variable dependiente (Silva & Tenreyro, 2006).

Tal y como mencionan Silva & Tenreyro (2010), una regresión de *Poisson* se encuentra definida de tal forma que:

$$Pr(y_i = j | x_i) = \frac{exp(-\lambda)\lambda^j}{j!}, \quad (4.8)$$

donde $j = 0, 1, 2, \dots$ y λ es especificado de modo que $\lambda = exp(x_i\beta) = exp(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots)$.

El vector de parámetros β puede ser estimado al maximizar la función log-verosimilitud:

$$\ln L(\beta) = \sum_{i=1}^n [-exp(x'_i\beta + (x'_i\beta)y_i - \ln(y_i!))] \quad (4.9)$$

Específicamente, los parámetros pueden ser estimados al resolver el conjunto de condiciones de primer orden:

$$\sum_{i=1}^n [y_i - exp(x_i\beta)]x_i = 0, \quad (4.10)$$

bajo el supuesto que $V[y_i | x]$, la varianza condicional, es proporcional a la media condicional. Bajo este supuesto, $E[y_i | X_{it}] = exp(x_i\beta) \propto V[y_i | X_{it}]$. Silva & Tenreyro (2006) argumentan que la ecuación 4.10 demuestra que “todo lo que se requiere para que este estimador sea consistente es la correcta especificación de la media condicional, $E[y_i | X_{it}] = exp(X_{it}\beta_i)$ ” (p. 645).

El modelo gravitacional estimado mediante pseudo-máxima verosimilitud de *Poisson* posee la forma funcional:

$$\begin{aligned} F_{ij,t} = & exp(\alpha_0 + \alpha_1 TGDP_{ij,t} + \alpha_2 RFE_{ij,t} + \alpha_3 SIM_{ij,t} + \alpha_4 ln DIST_{ij,t} + \\ & \alpha_5 CONT_{ij} + \alpha_6 LANG_{ij} + \alpha_7 CCOL_{ij} + \alpha_8 CREL_{ij} + \alpha_9 RTA_{ij,t} + \epsilon_{ij,t}) \end{aligned} \quad (4.11)$$

4.7 Procedimiento

El presente estudio ha conllevado la realización de los siguientes pasos:

- Posterior a la delimitación del tema de investigación, se procedió a realizar un análisis de diversos estudios contemporáneos a nivel internacional enfocados en el tema y metodología de interés, tanto con el objeto de comprender los alcances y limitaciones que la ecuación de gravedad posee, así como con el propósito de discernir cuáles serán los posibles aportes que la aplicación de dicho modelo puede tener en el contexto nacional.
- Seguidamente se estructuró un marco teórico con el propósito de delimitar los aspectos más relevantes en la evolución del pensamiento económico respecto al fenómeno del comercio internacional desde lo que tradicionalmente es considerado como el inicio de la ciencia económica hasta la actualidad.
- La base de datos fue construida extrayendo la información de flujos comerciales desde el API para R de Comtrade y los datos macroeconómicos por medio de WDI, el API para R de la base de datos del Banco Mundial. Los datos con los que los costos comerciales son modelados fueron extraídos desde la base de datos del *Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales* (CEPII). Para culminar el proceso de extracción y preprocesamiento de datos, se verificó manualmente que no existieran inconsistencias en cada una de las series de los 30 países ocasionadas por la automatización de los procedimientos de extracción.
- Finalmente, se condujo un análisis exploratorio de datos y los modelos de gravedad fueron estimados por medio de mínimos cuadrados ordinarios agrupados, el método de efectos fijos y el de efectos aleatorios, así como con el estimador de pseudo-máxima verosimilitud de Poisson. Los procedimientos de extracción y transformación de datos, así como el análisis exploratorio y la estimación econométrica han sido documentados en el repositorio github.com/gafnts/gravity-model, con el propósito de maximizar la reproducibilidad de la presente investigación.

V PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Estadísticas descriptivas de la base de datos

El cuadro 1 expone los cuatro momentos centrales de las funciones de densidad (el segundo momento es presentado como la desviación estándar para expresarlo en las mismas unidades que la variable en cuestión), la cantidad de observaciones y los valores mínimos y máximos para cada una de las variables del estudio, tal y como han sido definidas en la ecuación 4.4.

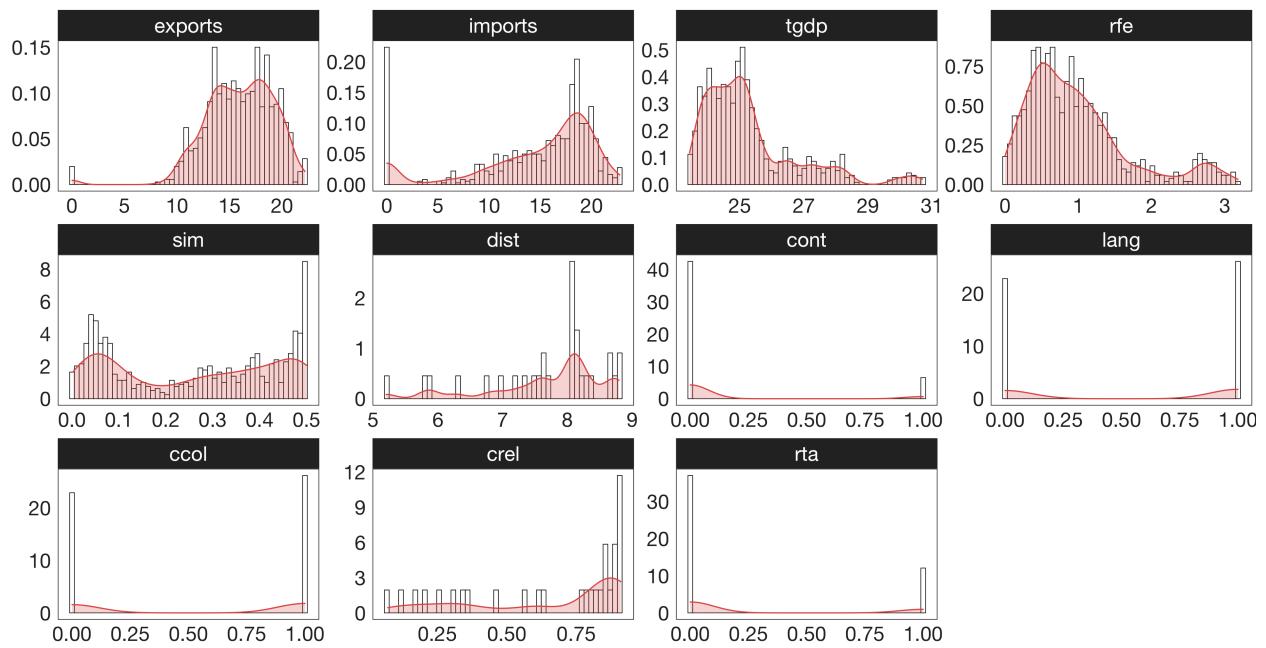
Las variables que miden el logaritmo de los flujos comerciales bilaterales exhiben una mediana y un rango similar. Ambas se encuentran sesgadas hacia la izquierda, aunque el sesgo negativo es considerable en el caso de los flujos de importaciones, variable que además muestra la desviación estándar más alta en comparación al resto de series en el estudio y un valor medio más bajo que el logaritmo de las exportaciones. Esta última variable, por su parte, exhibe la segunda desviación estándar más alta y, en términos de exceso de curtosis, presenta una distribución leptocúrtica.

Cuadro 1: Estadísticas descriptivas

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv. Est.	Asimetría	Curtosis	Obs.
Exportaciones	15.95	16.14	0.00	22.16	3.29	-1.02	3.35	780
Importaciones	14.52	16.68	0.00	22.73	6.18	-1.23	0.58	780
Suma bilateral del producto interno bruto	25.27	24.94	23.43	30.70	1.50	1.55	2.33	780
Diferencia en la dotación relativa de factores	0.97	0.82	0.00	3.18	0.70	1.26	1.18	780
Similitud en el tamaño de las economías	0.26	0.29	0.00	0.50	0.18	-0.07	-1.58	780
Distancia entre principales centros urbanos	7.69	8.05	5.20	8.79	0.90	-1.13	0.62	780
Fronteras en común	0.13	0.00	0.00	1.00	0.34	2.15	2.64	780
Lenguaje en común	0.53	1.00	0.00	1.00	0.50	-0.13	-1.98	780
Colonizador en común	0.53	1.00	0.00	1.00	0.50	-0.13	-1.98	780
Índice de similitud en creencias religiosas	0.66	0.81	0.07	0.91	0.28	-0.79	-0.96	780
Acuerdos comerciales regionales	0.25	0.00	0.00	1.00	0.43	1.18	-0.62	780

Por otra parte, tanto la variable que mide la suma bilateral del logaritmo del producto interno bruto entre Guatemala y cada uno de sus socios comerciales en América, como aquella que evalúa la diferencia en la dotación relativa de factores productivos se encuentran sesgadas positivamente y ambas presentan un elevado grado de concentración alrededor de sus valores centrales. Caso contrario ocurre con la variable que mide la similitud en el tamaño de las economías, la cual es relativamente platicúrtica, como también puede apreciarse en la figura 1. Esta figura muestra los histogramas y la estimación kernel de las densidades para cada una de las variables contempladas por la investigación.

Figura 1: Histogramas y estimación kernel de las densidades de las variables



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, Naciones Unidas y CEPII

La mediana del índice de similitud en creencias religiosas asume el valor de 0.81, sugiriendo que el continente es relativamente similar en esta dimensión. En general, los países con un índice de similitud religiosa más bajo se encuentran ubicados en las islas del Caribe, con la excepción de Estados Unidos y Canadá, para los cuales el índice de similitud en creencias religiosas con Guatemala es del 0.3 y 0.45, respectivamente.

Además, el 50% de los valores que componen a la variable que mide la distancia entre el principal centro urbano de Guatemala y el del resto de países incluidos en la muestra se encuentran por debajo de 3133.8 kilómetros ($e^{8.05}$), mientras que el resto se encuentra por encima de tal distancia. Como es posible apreciar en la figura 1, esta variable presenta un considerable sesgo hacia la izquierda.

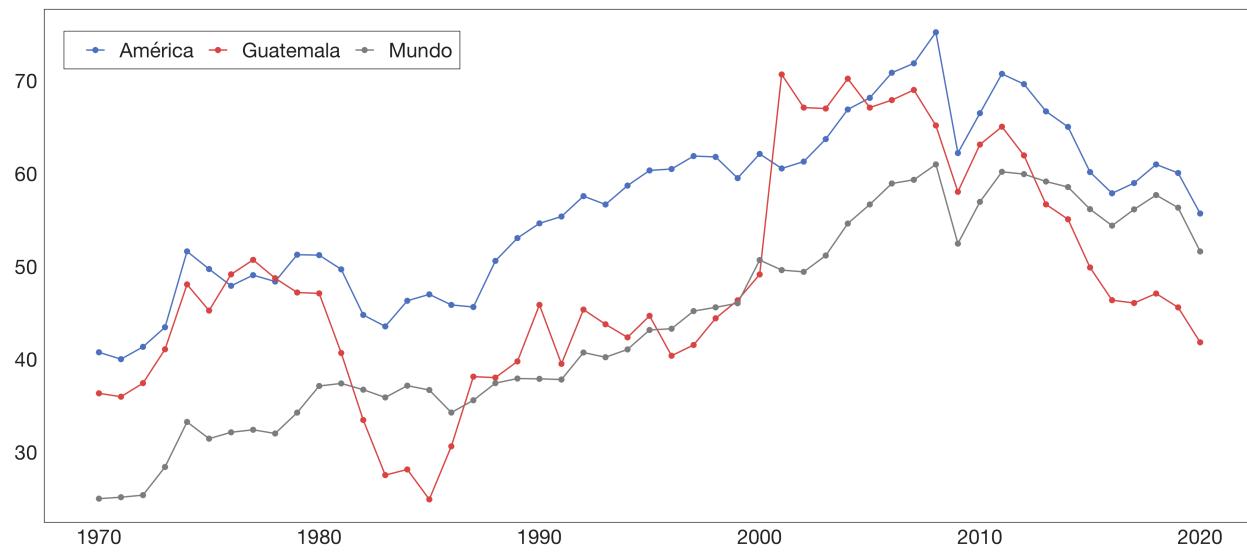
Mientras tanto, los valores promedio de las variables dicotómicas evidencian que Guatemala tiene fronteras en común con el 13% de los países incluidos en la muestra, y que el país comparte tanto colonizador como lenguaje oficial con el 53% de ellos. Guatemala, además, mantiene acuerdos comerciales en un cuarto de la cantidad de años multiplicada por la cantidad de países incluidos en la muestra. Específicamente, Guatemala ha mantenido acuerdos comerciales durante todos los años del análisis con El Salvador, Honduras, Costa Rica y Nicaragua. Para el 2020, el país mantiene tratados comerciales con un tercio de los países considerados en la investigación, incluyendo a los cuatro mencionados anteriormente.

5.2 Apertura comercial de Guatemala

La apertura comercial de una entidad económica se define como la suma de las exportaciones e importaciones de bienes y servicios medidas como porcentaje de su producto interno bruto. La figura 2 presenta las series de tiempo de esta variable para Guatemala y América, contrastadas con la apertura comercial del mundo desde 1970 hasta el 2020.

Como es posible apreciar, desde el inicio de la serie hasta el año 2008, el mundo experimentó aumentos constantes en sus niveles de apertura comercial, pasando de un 25% en 1970 a un máximo histórico del 61% en el 2008. Posterior a la crisis financiera global, esta variable revirtió su trayectoria y para el 2020 la apertura comercial global habría retornado a 52%, un nivel similar al del 2003.

Figura 2: Porcentaje de apertura comercial a lo largo del tiempo: Guatemala, América y el mundo



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial

América ha mantenido durante todos los años un nivel superior a los niveles de apertura del mundo. En promedio, su nivel de apertura ha sido mayor por 12.3%, aunque esta diferencia fue considerablemente mayor durante las décadas de los setentas y noventas, en donde su nivel promedio de apertura al comercio fue mayor a la del mundo por 16 puntos porcentuales. Mientras tanto, entre el 2010 y el 2020, la diferencia de los niveles de apertura promedio entre América y el mundo ha sido del 5.9%, alcanzando mínimos de 2.84 y 3.29 puntos porcentuales durante 2017 y 2018, respectivamente.

Guatemala, por otra parte, mantuvo niveles de apertura similares al del resto de países en el continente durante la primera década de la serie. No obstante, su comportamiento se vio

fuertemente afectado durante los primeros años de la década de los ochentas debido al recrudecimiento de la guerra civil en el país, evento que evidentemente aisló a Guatemala en términos comerciales. La recuperación de la apertura al comercio inició en 1986 y alcanzó un máximo de 70.7 puntos porcentuales durante el 2001. Sin embargo, la pendiente de la serie ha sido negativa a partir de ese momento y, luego del 2012, la apertura de Guatemala disminuye a un ritmo promedio de -5% con cada año que pasa.

5.3 Los patrones comerciales entre Guatemala y América

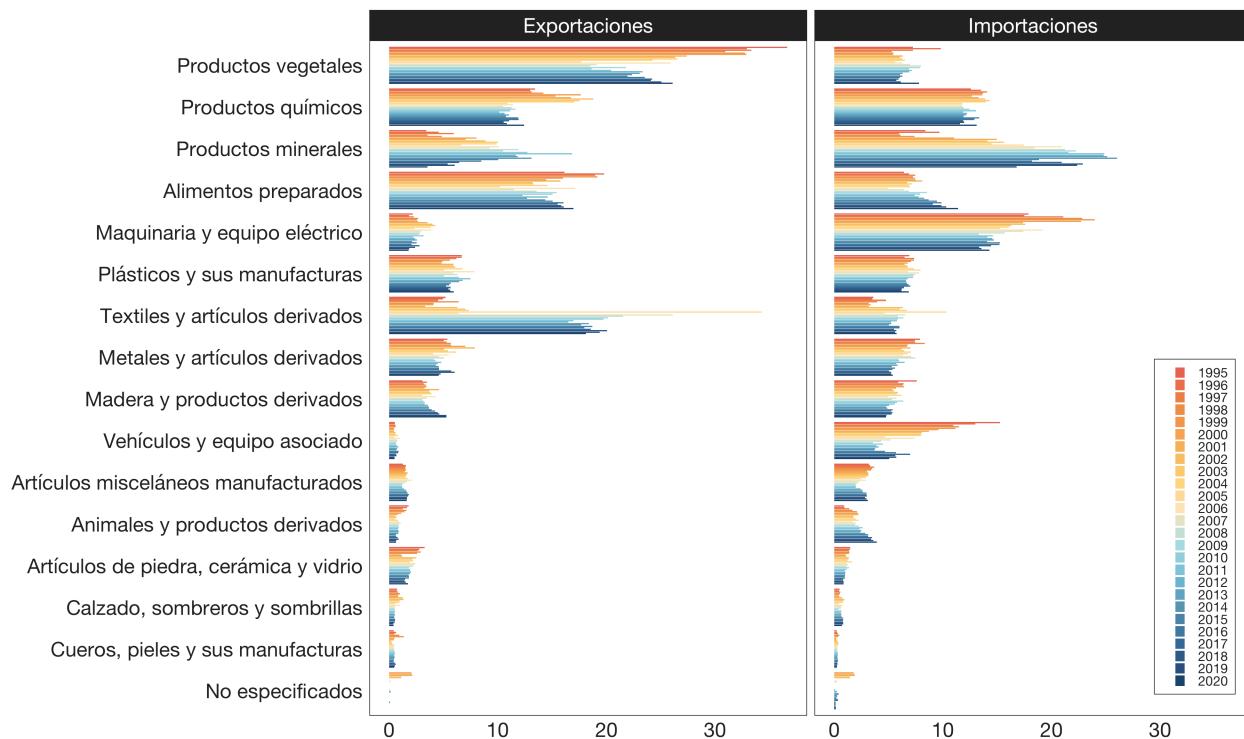
La figura 3 presenta las proporciones que toman las distintas categorías de productos a dos cifras del sistema armonizado en los flujos totales de las exportaciones (importaciones) de Guatemala hacia (desde) el resto de sus socios comerciales en América para cada año contemplado por esta investigación.

En promedio, un poco más de la mitad de las exportaciones de Guatemala hacia América se basan en productos vegetales (25.4%), alimentos preparados (15.1%), y textiles y artículos derivados (14%). Mientras tanto, el 46.6% del promedio de los flujos de importaciones desde el continente pueden ser explicados únicamente por tres categorías: Productos minerales (17.3%), maquinaria y equipo eléctrico (16.6%) y productos químicos (12.7%).

Aunque la mayor parte de categorías de productos mantienen proporciones que son relativamente estables a lo largo del tiempo, algunos patrones llaman poderosamente la atención. En primer lugar, las exportaciones de productos vegetales toman un valor mínimo durante los años de la crisis financiera del 2007-08 y desde entonces han vuelto a niveles similares a los observados a inicios del siglo XXI. Sin embargo, durante 1995 la proporción de estos flujos en las exportaciones totales ocupaba un 36.6%, mientras que para el 2020 esta proporción se ha reducido a 26.1 puntos porcentuales.

La proporción de productos químicos exhibe un comportamiento similar al mantener dos niveles distintos, uno más elevado durante los primeros años del siglo y uno aproximadamente 5 puntos porcentuales más bajo a partir del 2005. En el mismo año, las exportaciones de textiles y artículos derivados comienzan a tomar un peso mayor (34.3%, en comparación al promedio de 5.3% durante la década anterior) y desde entonces la proporción promedio que esta categoría de productos ha ocupado en el total de exportaciones anuales equivale al 19.4%. Por otra parte, las importaciones de productos minerales ocupan una proporción mayor a medida que la serie avanza, mientras que lo contrario ocurre con la categoría de maquinaria y equipo eléctrico, así como con la de vehículos y equipo asociado.

Figura 3: Productos comercializados entre Guatemala y América a lo largo del tiempo
Proporción anual por categoría de productos a dos cifras del sistema armonizado

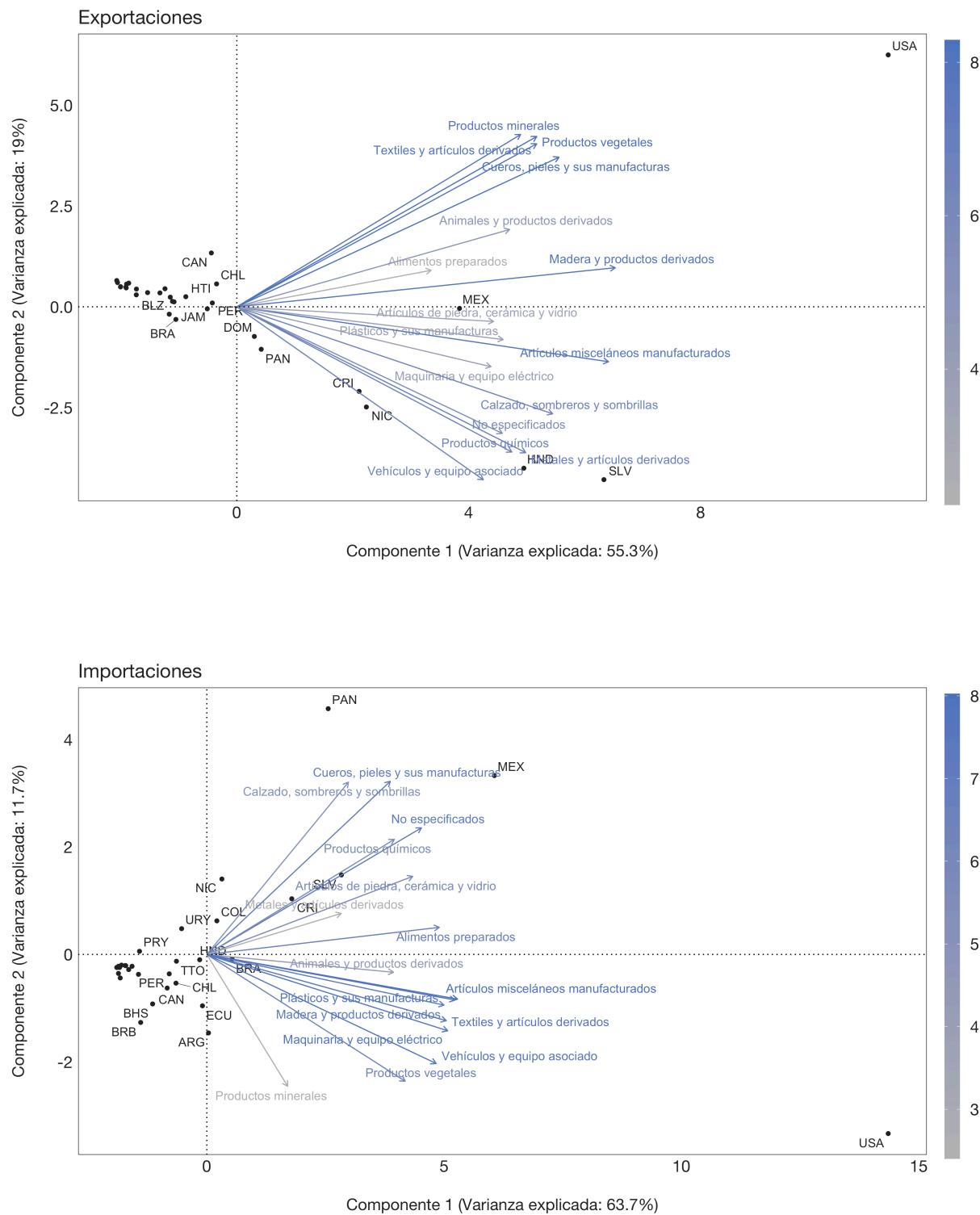


Fuente: Elaboración propia con datos de Naciones Unidas

Un análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés) es empleado con el propósito de continuar describiendo los patrones comerciales entre Guatemala y el resto de sus socios en el continente. Con esta técnica de aprendizaje de máquina no supervisado es posible proyectar la información contenida en un espacio de características de forma que la mayor parte de la varianza de las observaciones sea representada en un espacio de menores dimensiones que el espacio de características original y en el que los componentes resultantes sean ortogonales (perpendiculares), produciendo que estos no se encuentren correlacionados entre sí. El lector y la lectora pueden remitirse a James et al. (2021) para una excelente introducción a los detalles de este procedimiento.

Los *biplots* en la figura 4 exhiben los vectores de carga (direcciones en el espacio de características en donde las observaciones varían más, en este caso representados por las categorías de productos) y puntuaciones (proyecciones a lo largo de los vectores de carga, representados por el nombre de los socios comerciales) de los primeros dos componentes principales para los flujos de exportación e importación de Guatemala con respecto al resto de economías en el continente.

Figura 4: Primeros componentes principales del promedio de los flujos de exportación e importación desde 1995 hasta 2020 por socio comercial y categoría de productos a dos cifras del sistema armonizado



Fuente: Elaboración propia con datos de Naciones Unidas

Como es posible apreciar, los primeros dos componentes explican el 74.3% de la varianza en el caso de las exportaciones, mientras que estos comprenden el 75.4% de la varianza en las importaciones.

El primer componente se relaciona con el nivel de comercio entre estas economías y Guatemala. Por lo tanto, es posible concluir que Guatemala mantiene relaciones comerciales intensivas con Estados Unidos, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua y Costa Rica (en el caso de las exportaciones) y con Estados Unidos, México, El Salvador, Panamá y Costa Rica (en el caso de las importaciones). Países que se encuentran cerca de cero en este componente tienen aproximadamente niveles promedio de comercio, a diferencia de países cuya distancia euclíadiana es más alta.

Por otra parte, el segundo componente se relaciona con la complejidad económica de los productos que se exportan o importan. Por ejemplo, en el caso de los flujos de exportaciones, las categorías de productos dentro del primer cuadrante pueden describirse como bienes de baja complejidad económica (vegetales, textiles, minerales y cueros), mientras que en el cuarto cuadrante las categorías de productos son, en general, bienes manufacturados.

Los resultados sugieren que las exportaciones de Guatemala en bienes de baja complejidad económica se relacionan con Estados Unidos (y con países como Canadá y Chile, aunque en menor medida), un patrón comercial en línea con el modelo Heckscher–Ohlin. Mientras tanto, las exportaciones del país en bienes manufacturados se relacionan con economías en un estado de desarrollo similar, en línea con la hipótesis de Linder.

Esta distinción parece no ser así de clara en el caso de las importaciones. Las mismas se relacionan con Estados Unidos—y con otras economías con un mayor poder adquisitivo que Guatemala tales como Argentina y Canadá—tanto en bienes de alta complejidad económica (ie. maquinaria, equipo eléctrico, vehículos y manufacturas misceláneas) como en productos vegetales y, en menor medida, productos minerales, madera y animales. Mientras tanto, las importaciones del país en lo que respecta a artículos de baja complejidad y productos químicos se relacionan con otras economías en desarrollo.

De tal forma, los resultados de este ejercicio parecen sugerir que los patrones comerciales de Guatemala en sus flujos de exportación se encuentran en línea tanto con la lógica de la teoría de las proporciones factoriales como con la de la teoría de la demanda superpuesta. Sin embargo, los patrones comerciales del país en sus flujos de importaciones resultan no ser tan evidentes como en el caso anterior.

5.4 Comercio intra-industrial, dotación de factores y el tamaño de las economías

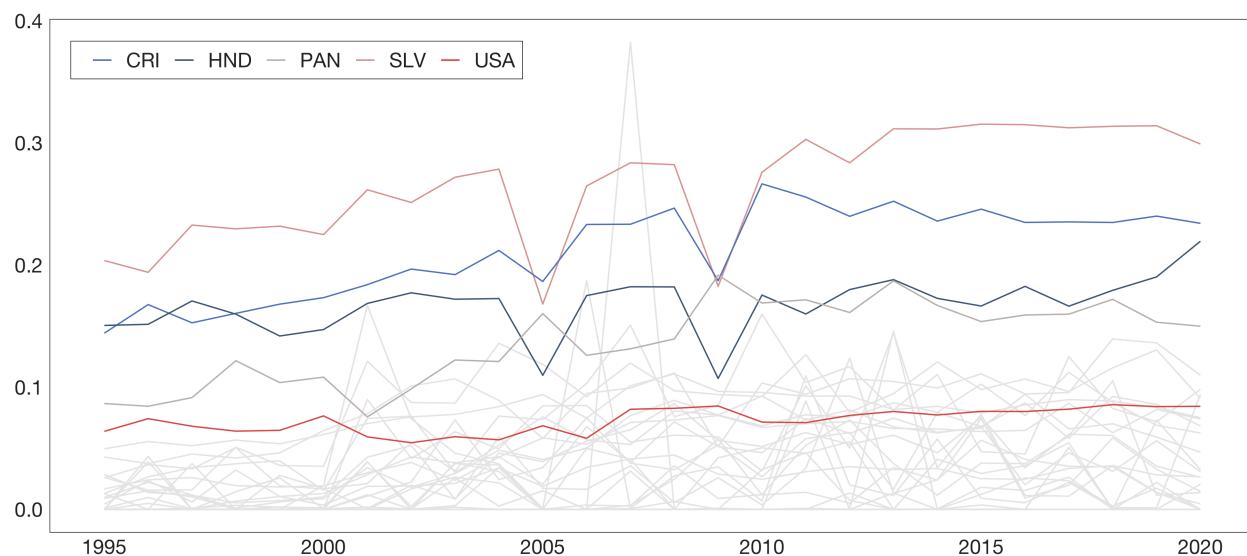
Una de las medidas más empleadas en la literatura para calcular la magnitud del comercio intra-industrial entre dos economías es el índice de Grubel–Lloyd (GL). El mismo se encuentra definido como,

$$GL_{ij}^k = \frac{(X_{ij}^k + M_{ij}^k) - |X_{ij}^k - M_{ij}^k|}{X_{ij}^k + M_{ij}^k} = 1 - \frac{|X_{ij}^k - M_{ij}^k|}{X_{ij}^k + M_{ij}^k} \quad (5.1)$$

donde X_{ij}^k representa el valor de las exportaciones de la economía i hacia la economía j en el bien (o sector) k y donde, por construcción, $0 \leq GL_{ij}^k \leq 1$. En esta investigación k representa la categoría de productos a un nivel de desagregación de 4 cifras del sistema armonizado (HS).

La interpretación del índice es como sigue. Si en determinada categoría k Guatemala únicamente importa o exporta productos incluidos en dicho grupo, el segundo término será igual a la unidad y por ende el índice tomará el valor de 0. Así, es posible concluir que no existe comercio intra-industrial en k . Por el contrario, si el país exporta e importa productos en una categoría *vis-à-vis* a la economía j , el índice toma un valor cercano a la unidad a medida que el valor de ambos flujos comerciales se incrementa (Bacchetta et al., 2012).

Figura 5: Índice de comercio intraindustrial de Guatemala por socio comercial en América a lo largo del tiempo



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y Naciones Unidas

Aunque el índice GL entre Guatemala y el resto de sus socios en América es relativamente bajo, este ha crecido a un ritmo promedio de 1.26 puntos porcentuales durante el periodo considerado en el análisis, pasando de 0.20 en 1995 a 0.28 para el 2020. Además, tal y como es posible apreciar en la figura 5, los valores del índice son considerablemente mayores para cuatro de las economías centroamericanas.

Los flujos comerciales de Guatemala se tornan cada vez más intra-industriales respecto a algunos de los países incluidos en la muestra con los que su índice de similitud en el tamaño económico es más alto y su diferencia en la dotación de factores es más baja. Este comportamiento es consistente con el tipo de flujos comerciales analizados en Helpman & Krugman (1985), quienes explican que “todas las reubicaciones de recursos que no cambian la distribución del ingreso entre países pero que los hacen más similares en términos de sus proporciones factoriales aumentan la participación del comercio intraindustrial” (Cieślik, 2005:906).

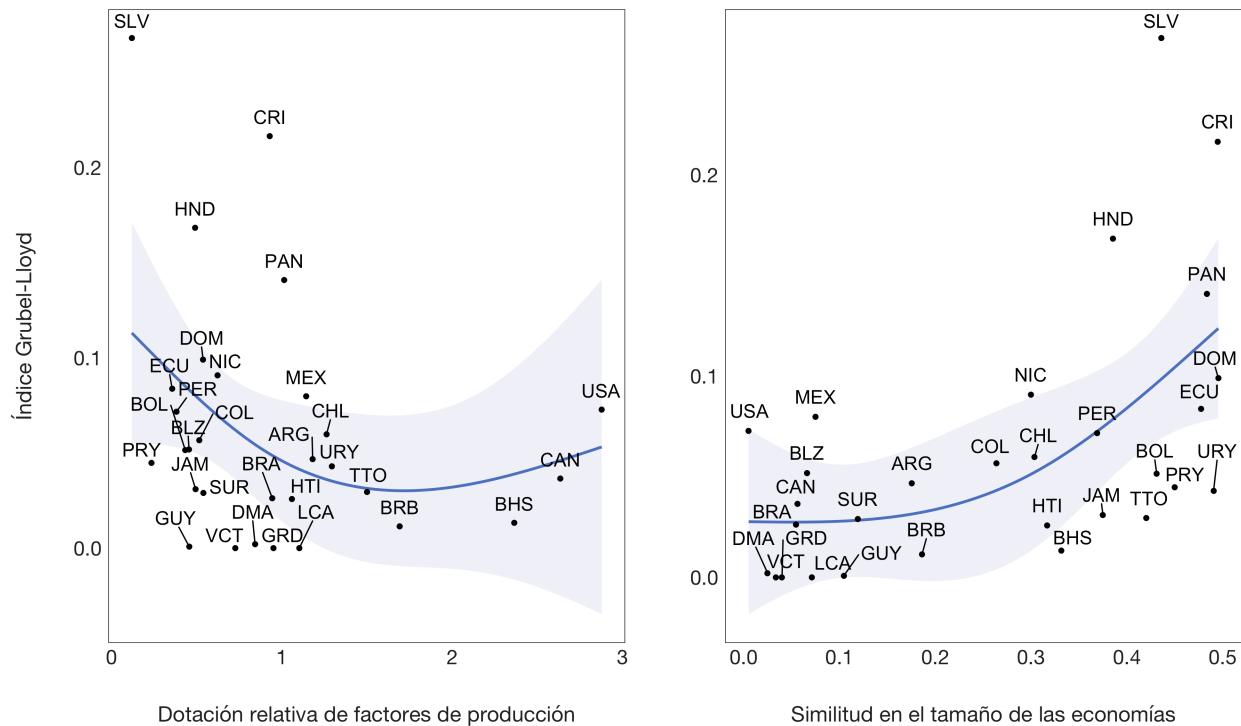
Por otra parte, tal y como Bacchetta et al. (2012) comentan, cuando analizamos los flujos comerciales bilaterales entre un país en desarrollo con uno industrializado, los valores crecientes de comercio intra-industrial suelen estar asociados con la convergencia en los niveles de ingresos y las estructuras industriales. En el caso de Guatemala y Estados Unidos, los valores del índice se han mantenido en niveles constantes durante estos 25 años.

La figura 6 muestra la relación que existe entre la magnitud del comercio intra-industrial de Guatemala respecto al resto de economías en América (medido por el índice GL) y la diferencia en la dotación relativa de factores de producción por un lado, y el índice de similitud en el tamaño de las economías por el otro.

La conducta de estas variables es congruente con la teoría económica: la diferencia en la dotación relativa de factores se relaciona de forma inversa con los flujos de comercio intra-industrial y lo contrario ocurre con la similitud en el tamaño de las economías. La relación que existe entre las variables es claramente no-lineal, por lo que se ajusta un *spline* cúbico en ambos gráficos de dispersión con el propósito de resaltar dicho comportamiento.

Nuevamente es posible apreciar, esta vez mediante la figura 6, que los flujos de comercio intra-industrial entre Guatemala y las economías centroamericanas (excluyendo a Nicaragua y Belize) se encuentran por encima del promedio. En este caso, muy por encima de lo que el modelo predice y fuera incluso de su intervalo de confianza.

Figura 6: Relación entre los flujos de comercio intra-industrial, la diferencia en la dotación relativa de factores productivos y la similitud en el tamaño de las economías



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y Naciones Unidas

5.5 Resultados de la estimación

Como ha sido mencionado previamente, esta investigación utilizará distintos procedimientos durante la estimación del modelo de gravedad aumentado. El cuadro 2 presenta los resultados de la estimación del modelo de gravedad para las exportaciones de Guatemala. Debido a que la estimación mediante mínimos cuadrados ordinarios agrupados es incapaz de considerar la heterogeneidad individual entre países, es altamente probable que los coeficientes de estas estimaciones se encuentren sesgados. Agregado a esto, una prueba de Breusch-Pagan señala que es posible rechazar (a un nivel de significancia del 1%) la hipótesis nula que establece que los residuos de este modelo se distribuyen homocedásticamente.

Al mismo tiempo, el estimador de efectos aleatorios y el estimador de efectos fijos cuentan con otro tipo de inconvenientes. Tal y como mencionan Serlenga & Shin (2007), el modelo de efectos fijos es capaz de considerar la heterogeneidad en los flujos comerciales bilaterales al especificar que todas las variables explicativas se asumen correlacionadas con los efectos fijos individuales. Sin embargo, esto elimina a los regresores no variantes en el tiempo.

Cuadro 2: Modelo gravitacional aumentado:
Exportaciones de Guatemala hacia América

	POLS (1)	REE (2)	FEE (3)	PPML (4)
Suma bilateral del producto interno bruto	1.663*** (0.183)	1.857*** (0.166)	1.893*** (0.177)	0.858*** (0.047)
Diferencia en la dotación relativa de factores	-0.283 (0.435)	-0.486* (0.283)	-0.445 (0.282)	0.307*** (0.089)
Similitud en el tamaño de las economías	4.781*** (1.496)	2.908** (1.349)	1.188 (1.917)	2.422*** (0.278)
Distancia entre principales centros urbanos	-2.445*** (0.372)	-3.078*** (0.342)		-1.524*** (0.068)
Fronteras en común	-1.711** (0.668)	-2.712*** (0.784)		-0.601*** (0.138)
Lenguaje en común	1.081 (0.861)	1.330 (1.046)		-0.137 (0.162)
Colonizador en común	-1.069* (0.647)	-0.557 (0.817)		0.478*** (0.150)
Índice de similitud en creencias religiosas	-1.376 (1.068)	-1.641 (1.103)		-0.428** (0.201)
Acuerdos comerciales regionales	1.174** (0.479)	-0.022 (0.200)	-0.120 (0.197)	0.912*** (0.138)
Constante	-7.412 (4.511)	-6.563* (3.500)		6.047*** (0.919)
<i>N</i>	780	780	780	780
R ²	0.747	0.439	0.385	
Adjusted R ²	0.744	0.433	0.358	
F Statistic	252.951***	603.157***	116.686***	

¹ Los errores estándar robustos conglomerados por par de países aparecen entre paréntesis.

² La variable dependiente en (1), (2) y (3) se expresa como $\ln(y + 1)$ mientras que en (4) esta se estima en niveles.

³ Los niveles de significancia estadística se expresan de modo que *** (1%), ** (5%) y * (10%).

Por otro lado, el modelo de efectos aleatorios permite estimar simultáneamente los parámetros de regresores variantes y no variantes en el tiempo, pero únicamente bajo el supuesto de que los efectos individuales no observados se distribuyen estocásticamente y no se encuentran correlacionados con cada regresor (Serlenga & Shin, 2007). Se utiliza una prueba de Hausman para comprobar la validez de tal supuesto. Este *test* de especificación verifica si los términos de perturbación individuales se encuentran correlacionados con los regresores del modelo bajo la hipótesis nula de que ese no es el caso. Los resultados de la prueba confirman que es posible rechazar (a un nivel de significancia del 5%) la hipótesis nula, por lo que el modelo de efectos fijos es una especificación preferible.

El cuadro 3 muestra los resultados de las estimaciones, esta vez para los flujos de importaciones del país desde el resto de las economías en el continente americano.

Cuadro 3: Modelo gravitacional aumentado:
Importaciones de Guatemala desde América

	POLS (1)	REE (2)	FEE (3)	PPML (4)
Suma bilateral del producto interno bruto	3.193*** (0.421)	2.107*** (0.273)	1.921*** (0.309)	1.263*** (0.051)
Diferencia en la dotación relativa de factores	1.152* (0.644)	0.874 (0.599)	0.574 (0.602)	0.197*** (0.065)
Similitud en el tamaño de las economías	18.038*** (3.361)	11.688*** (3.515)	10.186** (5.114)	4.140*** (0.355)
Distancia entre principales centros urbanos	−1.738*** (0.556)	−1.556** (0.657)		−0.895*** (0.055)
Fronteras en común	0.206 (1.328)	0.830 (1.437)		−0.006 (0.096)
Lenguaje en común	6.746*** (1.257)	4.177*** (1.563)		0.582** (0.236)
Colonizador en común	−3.570** (1.559)	0.958 (0.914)		0.256* (0.140)
Índice de similitud en creencias religiosas	−2.607 (2.511)	−3.001 (3.170)		0.778* (0.412)
Acuerdos comerciales regionales	−0.016 (0.707)	−0.475 (0.412)	−0.353 (0.428)	0.326*** (0.057)
Constante	−58.644*** (12.556)	−31.429*** (8.474)		−10.087*** (1.292)
<i>N</i>	780	780	780	780
R ²	0.778	0.294	0.184	
Adjusted R ²	0.776	0.286	0.148	
F Statistic	300.181***	320.483***	41.984***	

¹ Los errores estándar robustos conglomerados por par de países aparecen entre paréntesis.

² La variable dependiente en (1), (2) y (3) se expresa como $\ln(y + 1)$ mientras que en (4) esta se estima en niveles.

³ Los niveles de significancia estadística se expresan de modo que *** (1%), ** (5%) y * (10%).

Como en el escenario anterior, una prueba de Breusch–Pagan permite concluir (a un nivel de significancia del 1%) que los residuos de la estimación por mínimos cuadrados agrupados no se distribuyen homocedásticamente. Además, el test de Hausman determina que es posible rechazar (a un nivel de significancia del 1%) la hipótesis nula que establece que los términos

de perturbación individuales no se encuentran correlacionados con los regresores del modelo de efectos aleatorios, por lo que el modelo de efectos fijos también es una especificación preferible en este caso.

De cualquier manera, debido a las razones expuestas en el apartado 4.6, las interpretaciones de los coeficientes estarán basadas principalmente en las inferencias del estimador de pseudo-máxima verosimilitud de *Poisson*.

En el caso de las exportaciones, la mayor parte de los coeficientes estimados por este método son estadísticamente significativos (exceptuando el del parámetro de la variable dicotómica que evalúa si los países a los que se exportan las mercancías comparten el mismo lenguaje oficial con Guatemala). Además, es posible apreciar que los coeficientes de los modelos estimados mediante mínimos cuadrados ordinarios sobreestiman el efecto de virtualmente todas las variables en la ecuación de gravedad, especialmente cuando se trata de la suma bilateral del producto interno bruto y la magnitud de la distancia entre los principales centros urbanos, en línea con Silva & Tenreyro (2006).

Para esta última variable, el estimador de *Poisson* sugiere un rol 2 veces menor de los costos de transporte en la determinación de los patrones comerciales en comparación al estimador de efectos aleatorios, así como un rol 2 veces menor en el tamaño económico de los países en comparación de lo que sugiere el estimador de efectos fijos.

En el caso de las exportaciones, el modelo predice que compartir fronteras reduce los flujos de comercio bilateral en 45% ($[e^{-0.601} - 1] \times 100\%$) en comparación a no hacerlo y que estar vinculados mediante un mismo colonizador los aumenta en un 61%, en promedio. Por otra parte, un incremento del 1% en la similitud en creencias religiosas reduce los flujos de exportaciones en 0.35 puntos porcentuales. Estos resultados se ven claramente influenciados por el efecto que Estados Unidos ejerce en la muestra (dicho país también fue colonizado por España y mantiene uno de los valores más bajos en el índice de similitud en creencias religiosas con Guatemala).

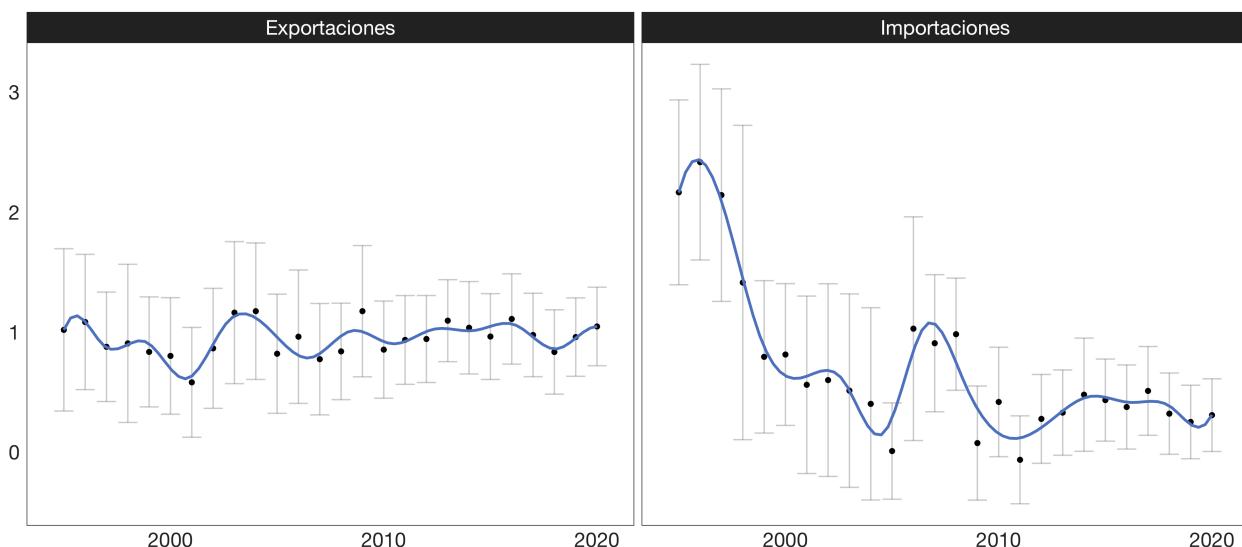
El estimador de *Poisson* sugiere que las exportaciones de Guatemala aumentan a medida que la similitud en el tamaño de las economías también lo hace y que un incremento de un 1% en la diferencia en la dotación relativa de factores productivos conduce a un incremento del 0.36% en las exportaciones del país. De tal forma, es posible concluir que los patrones comerciales de los flujos de exportación de Guatemala se alinean con una estructura como la descrita por la teoría de las proporciones factoriales.

En el caso de las importaciones, el coeficiente de la diferencia en la dotación relativa de factores productivos para los flujos de importaciones también es positivo y estadísticamente significativo—aunque su magnitud es menor. La estimación del modelo gravitacional mediante el estimador de *Poisson* sugiere que las importaciones de mercancías también comparten el mismo patrón comercial que el de los flujos de exportación (ie. comercio inter-industrial). Sin embargo, existen algunas diferencias relevantes en los coeficientes de ambas estimaciones.

En primer lugar, el estimador de *Poisson* sugiere que tanto la suma bilateral del producto interno bruto como la similitud en el tamaño de las economías tienen una relevancia mayor en las importaciones de lo que la tienen en los flujos de exportación. Además, en el caso de las importaciones, compartir fronteras no es estadísticamente significativo, pero compartir un mismo idioma oficial sí lo es y el signo del índice de similitud en creencias religiosas se torna positivo. El modelo sugiere que compartir el mismo lenguaje produce un incremento del 79% en los flujos de importación (en comparación a contar con un idioma oficial diferente), mientras que un incremento del 1% en la similitud en creencias religiosas ocasiona un aumento del 1.18% en el volumen esperado de los flujos de importaciones del país.

Cabe resaltar que los tratados comerciales tienen un efecto positivo tanto en los flujos de exportación como en los de importación. Según el estimador de *Poisson*, pertenecer a un acuerdo comercial regional incrementa el valor esperado del intercambio comercial bilateral en un 149% y 39% para los flujos de exportación e importación, respectivamente.

Figura 7: Semi-elasticidad de la diferencia en la dotación relativa de factores a lo largo del tiempo
Parámetro estimado mediante PPML para cada año del análisis (errores estándar en gris)



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, Naciones Unidas y CEPII

Por último, la figura 7 muestra como cambia el coeficiente de la diferencia en la dotación relativa de factores durante la estimación del modelo gravitacional mediante el estimador de *Poisson* utilizando datos de corte transversal por cada año del estudio.

Esta semi-elasticidad se mantiene relativamente constante en el caso de las exportaciones. No obstante, durante los primeros años de la serie la diferencia en la dotación relativa de factores de producción tenía una mayor preponderancia en el comportamiento de los flujos de importaciones en comparación al valor promedio de este parámetro durante los últimos 10 años de la serie. Este resultado parece sugerir que los patrones comerciales en las importaciones de mercancías desde América por parte de Guatemala se han tornado cada vez menos inter-industriales a medida que el siglo avanza.

5.6 El potencial de intercambio entre Guatemala y las economías en América

La diferencia entre el flujo de intercambio comercial bilateral observado y la predicción que los modelos gravitacionales generan es comúnmente interpretada como el potencial comercial entre dos países (Do, 2006; Rahman, 2009; Gul, 2011, Jing et al., 2020, Karagoz et al., 2022). El propósito radica en determinar si el canal comercial entre dos economías ha sido sobreutilizado o infrautilizado.

Como ha sido mencionado previamente, Egger (2002) argumenta que cualquier diferencia sistemática entre los flujos observados y la predicción dentro de la muestra (*in-sample*) indica en realidad una incorrecta especificación del modelo econométrico utilizado. De tal forma, los resultados deben ser cuidadosamente interpretados, tomando en consideración las limitaciones de la forma funcional de la ecuación de gravedad empleada durante la predicción de los flujos comerciales.

En este caso, el modelo utilizado durante la predicción dentro de la muestra (*in-sample*) del nivel de exportaciones se trata del estimador de pseudo-máxima verosimilitud de *Poisson*. El cuadro 4 presenta los resultados de este ejercicio. Las predicciones del estimador de *Poisson* sugieren que para el 2020, Guatemala mantuvo relaciones comerciales con canales de intercambio infrautilizados con 17 de las 30 economías incluidas en el análisis. Concretamente, el modelo sugiere que Guatemala podría conseguir aproximadamente un volumen de exportaciones 10, 9 y 8 veces mayor con Uruguay, Argentina y Paraguay, en América del Sur, mientras que podría alcanzar 10, 7 y 5 veces más comercio con Grenada, San Vicente y las Granadinas y Bahamas, en El Caribe.

Cuadro 4: Potencial comercial durante el 2020
Cifras expresadas en dólares a precios corrientes

País	Exportaciones			
	Flujo observado	Predicción	Diferencia	Ratio
<i>Canales comerciales infrautilizados</i>				
Uruguay	1,135,740	11,496,511	-10,360,771	10.12
Grenada	470,650	4,541,686	-4,071,036	9.65
Argentina	1,798,194	15,777,283	-13,979,089	8.77
Paraguay	873,087	6,845,240	-5,972,153	7.84
Saint Vincent and the Grenadines	757,336	4,856,146	-4,098,810	6.41
Bahamas	5,054,382	27,786,120	-22,731,738	5.50
Dominica	678,273	3,621,606	-2,943,333	5.34
Saint Lucia	825,397	4,121,362	-3,295,965	4.99
Colombia	43,335,283	178,710,422	-135,375,139	4.12
Bolivia	5,972,975	12,090,821	-6,117,846	2.02
Barbados	5,149,483	7,532,168	-2,382,685	1.46
Panama	214,932,190	270,806,135	-55,873,945	1.26
Costa Rica	445,103,889	554,214,655	-109,110,766	1.25
Ecuador	48,767,662	54,153,229	-5,385,567	1.11
El Salvador	1,313,447,063	1,443,709,357	-130,262,294	1.10
Mexico	462,757,198	494,196,664	-31,439,466	1.07
United States of America	3,763,785,832	3,965,315,234	-201,529,402	1.05
<i>Canales comerciales sobreutilizados</i>				
Guyana	6,510,937	5,269,684	1,241,253	0.81
Trinidad and Tobago	20,294,220	15,200,024	5,094,196	0.75
Dominican Republic	165,021,259	121,967,720	43,053,539	0.74
Jamaica	37,301,838	27,419,089	9,882,749	0.74
Belize	78,761,758	54,852,893	23,908,865	0.70
Peru	47,677,569	33,459,966	14,217,603	0.70
Nicaragua	662,430,787	414,487,984	247,942,803	0.63
Suriname	5,276,620	3,272,603	2,004,017	0.62
Canada	200,732,439	112,389,349	88,343,090	0.56
Honduras	1,018,468,071	571,074,366	447,393,705	0.56
Haiti	38,655,443	20,636,785	18,018,658	0.53
Chile	95,934,767	50,208,897	45,725,870	0.52
Brazil	40,644,855	19,137,032	21,507,823	0.47

De la misma manera, las predicciones del modelo sugieren que Guatemala sobreutilizó sus canales comerciales con países tales como Brazil, Chile, Haití, Honduras y Canadá, exportando más de lo que la especificación del modelo gravitacional estimada mediante PPML predice para el nivel de exportaciones hacia cada una de estas economías durante el año 2020.

VI CONCLUSIONES

Esta investigación tiene como objetivo determinar si, durante el periodo de 1995 a 2020, el patrón de los flujos de intercambio comercial bilateral entre Guatemala y 31 países en América puede ser descrito mayoritariamente como uno inter-industrial o como uno intra-industrial. Para ello, el estudio emplea al estimador de pseudo-máxima verosimilitud de Poisson—un método robusto propuesto por Silva & Tenreyro (2006)—con el propósito de estimar una ecuación gravitacional aumentada, especificada en base en los trabajos de Bergstrand (1990), Egger (2002), Baltagi et al. (2003), Serlenga & Shin (2007) y Kabir & Salim (2010).

Los resultados de la estimación mediante PPML demuestran que durante los años del análisis, los flujos comerciales de Guatemala aumentan a medida que la diferencia en la dotación relativa de factores productivos también lo hace, por lo que es posible argumentar que existe evidencia que señala que los flujos de intercambio comercial bilateral del país y el resto de economías en América está basado en motivos similares a los descritos por la teoría de las proporciones factoriales. La magnitud de este coeficiente es mayor en las exportaciones que en los flujos de importación.

Para evaluar porqué esto es así, la presente investigación utiliza un análisis de componentes principales, el índice Grubel–Lloyd y estimaciones del modelo gravitacional con datos transversales (con el propósito de visualizar cómo el parámetro que mide la diferencia en la dotación relativa de factores ha variado en el tiempo). Los resultados de la aplicación de la técnica de reducción de dimensionalidad en la base de datos sugieren que, en el caso de las exportaciones, los patrones comerciales de Guatemala se asemejan a los descritos por la hipótesis de Linder cuando se trata de cuatro economías centroamericanas (El Salvador, Honduras, Costa Rica y Nicaragua), mientras que estos patrones se asemejan a los descritos por el modelo Heckscher–Ohlin–Samuelson cuando se trata de su principal socio comercial, Estados Unidos. Los patrones comerciales en las importaciones no son sencillamente discernibles mediante el análisis de componentes principales.

Los resultados de las estimaciones del modelo gravitacional con datos transversales y de los cálculos del índice de Grubel–Lloyd son consistentes con los hallazgos del PCA. En primer instancia, el valor del parámetro que mide la elasticidad de la diferencia en la dotación relativa de factores productivos en las exportaciones se ha mantenido en un mismo nivel durante los años contemplados por esta investigación, sugiriendo que los patrones comerciales en los flujos de exportación del país no han cambiado durante estos últimos 25 años. Lo contrario ocurre en el caso de las importaciones: este mismo parámetro se ha tornado cada menos inter-industrial a medida que avanza el siglo. Es posible que este sea el efecto que imposibilita

una clara apreciación de los patrones comerciales en el *biplot* de los flujos de importaciones durante el análisis de componentes principales.

Por otro lado, el índice de Grubel-Lloyd sugiere que los flujos comerciales de Guatemala muestran una tendencia a tornarse ligeramente más intra-industriales a medida que avanza el siglo y este efecto se ve fuertemente influenciado por el impacto de los flujos de intercambio comercial entre Guatemala con El Salvador, Honduras, Costa Rica y Panamá (es decir, algunos de los países en la muestra con los que Guatemala comparte dos características en común: una alta similitud en el tamaño de sus economías y una baja diferencia en la dotación relativa de factores), un comportamiento consistente con el tipo de flujos comerciales analizados por la nueva teoría del comercio.

Sin embargo, los valores del índice se han mantenido en niveles constantes durante los 25 años del análisis al considerar únicamente a los flujos de comercio intra-industrial entre Guatemala y Estados Unidos, la principal economía desarrollada incluida en la muestra. Este hecho tiene dos implicaciones relevantes. En primer lugar, es posible concluir que los patrones comerciales entre Guatemala y Estados Unidos se basan en el reconocimiento de las diferentes ventajas comparativas que ambas economías poseen, hasta el punto en el que este patrón comercial explica la basta mayoría de los flujos comerciales entre ambas naciones. Más interesante aún es la observación de Bacchetta et al. (2012), quienes comentan que, al analizar los flujos comerciales entre un país en desarrollo y uno industrializado, la convergencia en los niveles de ingresos y las estructuras industriales suelen estar asociadas a valores crecientes de comercio intra-industrial.

Los resultados de la estimación de los modelos gravitacionales aumentados son comúnmente interpretados como los determinantes del comercio entre las economías incluidas en el análisis. En este contexto, la estimación mediante PPML del modelo de gravedad para las exportaciones e importaciones de Guatemala permite concluir que, en el caso de estas últimas, tanto la suma bilateral del producto interno bruto como la similitud en el tamaño de las economías son factores preponderantes en la determinación de estos flujos comerciales, especialmente al compararlos con los flujos de exportación. Esto (aunado a que la diferencia en la dotación relativa de factores no solo es menor en el caso de las importaciones sino que además esta ha reducido su elasticidad conforme avanza el siglo) evidencia que los flujos de importación de Guatemala, si bien pueden considerarse como inter-industriales, aparentan serlo cada vez menos.

Además, las importaciones se muestran menos sensibles a la distancia entre los principales centros urbanos y el hecho de compartir el mismo lenguaje y mantener creencias religiosas similares se presentan como factores que incrementan a estos flujos (a diferencia de las

exportaciones de bienes), por lo que es posible concluir que Guatemala ha importado mercancías desde naciones en las que no solo comparte cierta similitud respecto al tamaño económico, sino que además la afinidad cultural es un factor relevante durante la determinación de los flujos de importaciones del país.

Por último, la presente investigación emplea al modelo estimado mediante PPML para analizar el potencial de intercambio comercial entre Guatemala y las economías en América para el año 2020. Asumiendo que la diferencia entre los flujos comerciales observados y las predicciones del modelo para el mismo periodo puede ser interpretada como la infra- o la sobreutilización de los canales comerciales bilaterales, los resultados del ejercicio señalan que Guatemala cuenta con potencial para expandir sus actividades comerciales con Uruguay, Argentina y Paraguay, en América del Sur, y Grenada, San Vicente y las Granadinas y Bahamas, en El Caribe.

VII RECOMENDACIONES

Los hallazgos de esta investigación confirman que Guatemala sigue sin iniciar una verdadera transformación de su proceso productivo, cuestión que dificulta su inserción en los mercados internacionales. Si bien el modelo gravitacional demuestra que mantener acuerdos comerciales regionales ha sido un factor relevante en el incremento de los flujos de comercio bilateral del país, Guatemala ha mantenido una balanza comercial desfavorable en cada año del análisis al considerar únicamente a las naciones en América y, a partir del 2012, la apertura comercial del país disminuye a un ritmo promedio de -5%.

Además, la evidencia señala que el patrón comercial de los flujos de exportaciones se ha mantenido sin cambios durante los 25 años del estudio y que el mismo se explica en su mayor parte por relaciones comerciales basadas en las diferencias en la dotación relativa de factores productivos (ie. ventajas comparativas).

Por lo tanto, es posible que la única forma en la que el país pueda aprovechar en su totalidad los beneficios que el comercio internacional ofrece no sea exclusivamente mediante la ratificación de nuevos acuerdos comerciales, sino mediante una reestructuración de su sistema productivo de modo que se incentive la manufactura de bienes de mayor complejidad económica y que estos sean comercializados, en una primera fase, con naciones con las que el país comparte cierta similitud tanto en el nivel de ingresos como en la estructura industrial, con el objetivo de eventualmente converger a los niveles de industrialización de países más desarrollados.

Por otra parte, las técnicas empleadas durante esta investigación pueden ser aplicadas a mayores niveles de desagregación de los flujos comerciales, dividiendo a las mercancías en diferentes categorías (por ejemplo, productos agrícolas y no-agrícolas) y considerando distintos bloques comerciales a lo largo del mundo con el propósito de explicar a un nivel de granularidad fina los patrones comerciales de Guatemala, o determinar en qué mercados existen oportunidades de expansión comercial para las mercancías del país. Además, nuevos estudios pueden profundizar en las causas de las variaciones del patrón comercial en los flujos de importación de Guatemala, así como en las consecuencias de estos cambios en la distribución del ingreso nacional.

Para concluir, es importante mencionar que la literatura respecto a los métodos de aprendizaje estadístico aplicables durante la estimación de modelos de gravedad es un campo fértil, especialmente debido a los avances en la teoría gravitacional del comercio que han sucedido durante los últimos 20 años. Nuevas investigaciones pueden continuar con la línea del presente estudio al contrastar los resultados de otras técnicas de estimación (como mínimos

cuadrados no-lineales y *gamma pseudo-maximum likelihood*) con los del estimador de Poisson durante la estimación de modelos de gravedad aumentados, o al emplear efectos fijos para controlar por los términos de resistencia multilateral en un contexto de estimación dinámica de gravedad estructural mediante el estimador de pseudo-máxima verosimilitud de Poisson.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldrich, J. (2004). *The Discovery of Comparative Advantage*. Journal of the History of Economic Thought, 26(3), 379-399. <https://doi:10.1080/1042771042000263858>
- Anderson, J. E., & Van Wincoop, E. (2003). *Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle*. American economic review, 170-192. <https://doi:10.1257/000282803321455214>
- Anderson, J. E. (2011). *The gravity model*. Annu. Rev. Econ., 3(1), 133-160. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-111809-125114>
- Audretsch, D., Falck, O. & Hebllich, S. (2007). *It's All in Marshall: The Impact of External Economies on Regional Dynamics*. CESifo Working Paper Series (2094). <https://ssrn.com/abstract=1016956>
- Ávila, H. (2017). *El Modelo de Gravedad y los Determinantes del Comercio entre Colombia y sus Principales Socios Económicos*. Revista Civilizar de Empresa y Economía, 7(12), 89-121. <https://doi.org/10.22518/2462909X.688>
- Bacchetta, M., Beverelli, C., Cadot, O., Fugazza, M., Grether, J. M., Helble, M., & Piermartini, R. (2012). *A practical guide to trade policy analysis*. Geneva, World Trade Organization.
- Baltagi, B. H., Egger, P., & Pfaffermayr, M. (2003). *A generalized design for bilateral trade flow models*. Economics letters, 80(3), 391-397. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(03\)00115-0](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(03)00115-0)
- Bartley, M., Brenton, P., Cali, & M., Hoppe. (2015). *The Role of Trade in Ending Poverty*. World Bank Group & World Trade Organization, Geneva. <http://documents.worldbank.org/curated/en/726971467989468997/The-role-of-trade-in-ending-poverty>
- Bergstrand, J. H. (1990). *The Heckscher-Ohlin-Samuelson model, the Linder hypothesis and the determinants of bilateral intra-industry trade*. The Economic Journal, 100(403), 1216-1229. <https://doi.org/10.2307/2233969>
- Bernhofen, D.M. (2005). Gottfried Haberler's 1930 Reformulation of Comparative Advantage in Retrospect. Wiley-Blackwell: Review of International Economics. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2005.00550.x>
- Bohman, H. & Nilsson, D. (2006). *Introducing Income Distribution to the Linder Hypothesis*. Jönköping International Business School. <https://www.etsg.org/ETSG2006/papers/DNilsson.pdf>
- Boianovsky, M. (2019). *Reacting to Samuelson: Early Development Economics and the Factor-Price Equalization Theorem*. Duke University. Center for the History of Political Economy (CHOPE). Working Paper, 2019(11). <https://www.econstor.eu/handle/10419/200506>
- Buchanan, J., & Yoon, Y. (2002). *Globalization as Framed by the Two Logics of Trade*. The Independent Review, 6(3), 399-405. https://www.independent.org/pdf/tir/tir_06_3_buchanan.pdf

- Bukhari, S. A. H. A. S., Ahmad, M. H., Alam, S., Bukhari, S. S. H. A. S., & Butt, M. S. (2005). *An empirical analysis of the Linder theory of international trade for South Asian countries*. The Pakistan Development Review, 307-320. <https://www.jstor.org/stable/41260627>
- Capoani, L. (2021). *Review of the gravity model: origins and critical analysis of its theoretical development*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3883507>
- Choi, C. (2002). *Linder Hypothesis Revisited*. Applied Economics Letters. 9(9). 601-605. <https://doi.org/10.1080/13504850110111234>
- Cieślik, A. (2005). *Intraindustry trade and relative factor endowments*. Review of international economics, 13(5), 904-926. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9396.2005.00544.x>
- Dadakas, D., Ghazvini Kor, S., & Fargher, S. (2020). *Examining the trade potential of the UAE using a gravity model and a Poisson pseudo maximum likelihood estimator*. The Journal of International Trade & Economic Development, 29(5), 619-646. <https://doi.org/10.1080/09638199.2019.1710551>
- Disdier, A. C., & Mayer, T. (2007). *Je t'aime, moi non plus: Bilateral opinions and international trade*. European Journal of Political Economy, 23(4), 1140-1159. <https://doi.org/10.1016/j.ejpol eco.2006.09.021>
- Do, T. (2006). *A Gravity Model of Trade between Vietnam and 23 European Countries*. Department of Economics and Society, Dalarna University, Sweden. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:518029/fulltext01.pdf>
- Eaton, J., & Kortum, S. (2002). *Technology, geography, and trade*. Econometrica, 70(5), 1741-1779. <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00352>
- Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). (2020). *International Trade Outlook for Latin America and the Caribbean*. United Nations, Santiago. <https://www.cepal.org/en/publications/46614-international-trade-outlook-latin-america-and-caribbean-2020-regional-integration>
- Egger, P. (2000). *A note on the proper econometric specification of the gravity equation*. Economics Letters, 66(1), 25-31. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(99\)00183-4](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(99)00183-4)
- Egger, P. (2002). *An econometric view on the estimation of gravity models and the calculation of trade potentials*. World Economy, 25(2), 297-312. <https://doi.org/10.1111/1467-9701.00432>
- Ehnts, D., & Trautwein, H. (2012). *From New Trade Theory to New Economic Geography: A Space Odyssey*. Association oeconomia. (1), 35-66. <https://doi.org/10.4000/oeconomia.1616>
- Faccarello, G. (2015). *Comparative Advantage*. En Kurz, H. & Salvadori, N. (Eds.), *The Elgar Companion to David Ricardo*. Edward Elgar Publishing Inc. <https://doi.org/10.4337/9781784715489>
- Fally, T. (2015). *Structural gravity and fixed effects*. Journal of International Economics, 97(1), 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2015.05.005>

- Fujita, M. & Krugman, P. (2004). *The New Economic Geography: Past, Present and the Future*. Papers Reg. Sci. 83, 139–164. <https://doi.org/10.1007/s10110-003-0180-0>
- Gaspar, J. M. (2018). *A Biography of Paul Krugman: Contributions to Geography and Trade*. FEP Working Paper (600). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14780.54403>
- Grajeda, M. & de León, Adrián. (2009). *Spatial Implications of International Trade under the New Economic Geography Approach*. MPRA Paper (18076), University Library of Munich, Germany. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/18076/>
- Guillermo, S. (2003). *Increasing Returns: A Historical Review*. Universidad Autónoma de Puebla. 3(22), 79-98.
- Gul, N. (2011). *The Trade Potential of Pakistan: An Application of the Gravity Model*. Lahore Journal of Economics, 16(1), 23-62.
- Hallak, J. (2006). *A Product-Quality View of the Linder Hypothesis*. The Review of Economics and Statistics, MIT Press, vol. 92(3), 453-466. <https://doi.org/10.3386/w12712>
- Head, K., & Mayer, T. (2014). *Gravity equations: Workhorse, toolkit, and cookbook*. In Handbook of international economics (Vol. 4, pp. 131-195). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54314-1.00003-3>
- Helpman, E. (1987). *Imperfect competition and international trade: Evidence from fourteen industrial countries*. Journal of the Japanese and international economies, 1(1), 62-81. [https://doi.org/10.1016/0889-1583\(87\)90027-X](https://doi.org/10.1016/0889-1583(87)90027-X)
- Irshad, M. & Xin, Q. h & Shahriar, S. & Arshad, H. (2017). *A Panel Data Analysis of China's Trade Pattern with OPEC Members: Gravity Model Approach*. Asian Economic and Financial Review, 8, 103-116. <https://doi.org/10.18488/journal.aefr.2018.81.103.116>
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning*. New York: Springer.
- Jeyarajah, S. (2019). *A Survey of the Evolution of International Trade Theories*. IOSR Journal of Economics and Finance, 10(6), 66-70. <https://iosrjournals.org/iosr-jef/papers/Vol10-Issue6/Series-6/I1006066670.pdf>
- Jing, S., Zhihui, L., Jinhua, C., & Zhiyao, S. (2020). *China's renewable energy trade potential in the "Belt-and-Road" countries: A gravity model analysis*. Renewable Energy, 161, 1025-1035. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.06.134>
- Jošić, H. & Bašić, M. (2019). *When Linder Meets Gravity Model: The Case of USA, Germany and Japan*. FEB Zagreb 10th International Odyssey Conference on Economics and Business.
- Kabir, M., & Salim, R. (2010). *Can gravity model explain BIMSTEC's trade?*. Journal of Economic Integration, 143-165. <https://www.jstor.org/stable/23000969>

- Kabir, M., Salim, R., & Al-Mawali, N. (2017). *The gravity model and trade flows: Recent developments in econometric modeling and empirical evidence*. Economic analysis and policy, 56, 60-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eap.2017.08.005>
- Kaharam, A. (2015). *Comparative Analysis of the Linder Hypothesis: The Bilateral Trade Model Between Iran and Its Trade Partners*. Gokhale Institute of Politics and Economics. <https://dspace.gipe.ac.in/xmlui/handle/10973/39860>
- Karagoz, K., & Saray, M. O. (2022). *Trade potential of Turkey with Asia-Pacific countries: Evidence from panel gravity model*. International Economics Studies, 36(1), 19-26. <http://dx.doi.org/10.22108/ies.2022.15523>
- Kibritçioğlu, A. (2002). *On the Smithian Origins of "New" Trade and Growth Theories*. University of Illinois-Urbana-Champaign Commerce & Business Administration. Working Paper (02-0100). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.300599>
- Krugman, P. (2008). *The Increasing Returns Revolution in Trade and Geography*. Sveriges Riksbank. 335-348. https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/krugman_lecture.pdf
- Krugman, P., Obstfeld, M. & Melitz, M. J. (2018a). *International Economics: Theory and Policy* (11th ed). Pearson.
- Krugman, P., Obstfeld, M. & Melitz, M. J. (2018b). *International Finance: Theory and Policy* (11th ed). Pearson.
- Kumar, P., Sahu, N. C., & Ansari, M. A. (2021). *Export potential of climate smart goods in India: evidence from the Poisson pseudo maximum likelihood estimator*. The International Trade Journal, 35(3), 288-308. <https://doi.org/10.1080/08853908.2021.1890652>
- Larraín, B. & Sachs, J. (2013). *Macroeconomía en la Economía Global* (3rd ed.). Pearson.
- Manning, W. G., & Mullahy, J. (2001). *Estimating log models: to transform or not to transform?*. Journal of health economics, 20(4), 461-494. [https://doi.org/10.1016/S0167-6296\(01\)00086-8](https://doi.org/10.1016/S0167-6296(01)00086-8)
- McPherson, M. A., Redfearn, M. R. & Tieslau, M. A. (2001). *International Trade and Developing Countries: An Empirical Investigation of the Linder Hypothesis*. Applied Economics, 33:5, 649-657. <https://doi.org/10.1080/00036840122575>
- Morales, J. (2014). *Reconciling Ricardo's Comparative Advantage with Smith's Productivity Theory*. Economic Thought, 3(2), pp. 21-37. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3094038
- Neary, J. P. (2009). *Putting the “new” into new trade theory: Paul Krugman’s Nobel Memorial Prize in economics*. Scandinavian Journal of Economics, 111(2), 217-250. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9442.2009.01562.x>
- Ottaviano, G. & Thisse, J. (2002). *Agglomeration and Economic Geography*. C.E.P.R. Discussion Papers 4(3838), 2563-2608. [https://doi.org/10.1016/S1574-0080\(04\)80015-4](https://doi.org/10.1016/S1574-0080(04)80015-4)

- Overman, H., Redding, S. & Venables, A. (2001). *The Economic Geography of Trade Production and Income: A Survey of Empirics*. C.E.P.R. Discussion Papers (2978). <https://ssrn.com/abstract=286595>
- Pal, R. (2018). *Heckscher-Ohlin and Other Theories*. https://www.researchgate.net/publication/323388547_Heckscher-Ohlin_and_Other_Theories
- Piermartini, R., & Yotov, Y. V. (2016). *Estimating trade policy effects with structural gravity*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2828613>
- Pindyck, R. & Rubinfeld, D. (2013). *Microeconomics* (8th ed.). Pearson.
- Rahman, M. M. (2009). *Australia's global trade potential: evidence from the gravity model analysis*. In Proceedings of the 2009 Oxford Business and Economics Conference (OBEC 2009) (pp. 1-41). Oxford University Press.
- Ricardo, D. (2001). *On The Principles of Political Economy and Taxation*. Batoche Books. <https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/ricardo/Principles.pdf>
- Salvatore, D. (2012). *International Economics* (11th ed.). John Wiley & Sons.
- Schumacher, R. (2012a). *Adam Smith's Theory of Absolute Advantage and the Use of Doxography in the History of Economics*. Erasmus Journal for Philosophy and Economics, 5(2), 54-80. <https://doi.org/10.23941/ejpe.v5i2.105>
- Schumacher, R. (2012b). *Free Trade and Absolute and Comparative Advantage: A Critical Comparison of Two Major Theories of International Trade*. Universitätsverlag Potsdam, WeltTrends Thesis. <https://publishup.uni-potsdam.de/frontdoor/index/index/docId/6086>
- Schumacher, R. (2013). *Deconstructing the Theory of Comparative Advantage*. World Economic Review, (2), 83-105. <http://wer.worldeconomicsassociation.org/files/WEA-WER2-Schumacher.pdf>
- Sen, S. (2010). *International Trade Theory and Policy: A Review of the Literature*. Levy Economics Institute. Working Papers Series (635). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1713843>
- Serlenga, L., & Shin, Y. (2007). *Gravity models of intra-EU trade: application of the CCEP-HT estimation in heterogeneous panels with unobserved common time-specific factors*. Journal of applied econometrics, 22(2), 361-381. <https://doi.org/10.1002/jae.944>
- Setterfield, M. & Suresh, S. (2014). *Aggregate Structural Macroeconomic Analysis: A Reconsideration and Defence*. Cambridge Journal of Economics, 38(4), 797–815. <https://doi.org/10.1093/cje/bet071>
- Shahriar, S., Qian, L., Kea, S., & Abdullahi, N. M. (2019). *The gravity model of trade: A theoretical perspective*. Review of Innovation and Competitiveness: A Journal of Economic and Social Research, 5(1), 21-42. <https://doi.org/10.32728/ric.2019.51/2>
- Silva, J. S., & Tenreyro, S. (2006). *The log of gravity*. The Review of Economics and statistics, 88(4), 641-658. <https://doi.org/10.1162/rest.88.4.641>

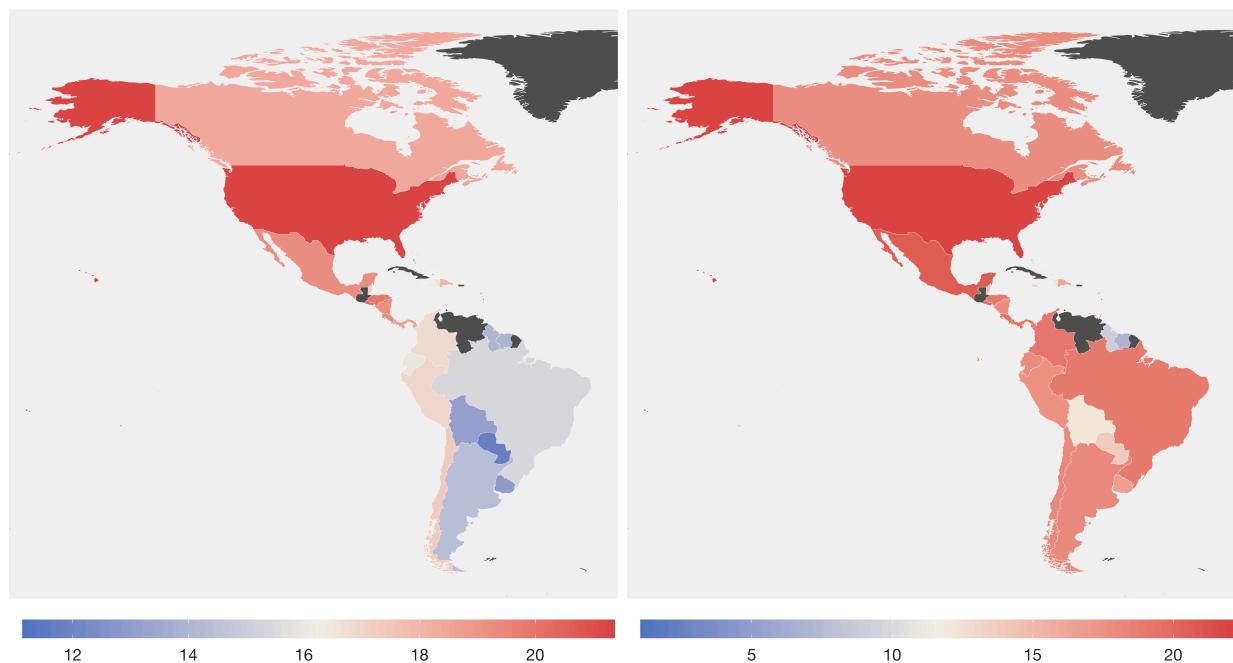
- Silva, J. S., & Tenreyro, S. (2010). *On the existence of the maximum likelihood estimates in Poisson regression*. Economics Letters, 107(2), 310-312. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2010.02.020>
- Silva, J. S., & Tenreyro, S. (2011). *Further simulation evidence on the performance of the Poisson pseudo-maximum likelihood estimator*. Economics Letters, 112(2), 220-222. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2011.05.008>
- Smith, A. (2007). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. MetaLibri. https://www.ibiblio.org/ml/libri/s/SmithA_WealthNations_p.pdf
- Soo, K. T. (2016). *Intra-industry trade: A Krugman–Ricardo Model and Data*. *Economica*, 83(330), 338-355. <https://doi.org/10.1111/ecca.12173>
- Suranovic, S. (2012). *Policy and Theory of International Finance* (1st ed.). Saylor Foundation.
- Timsina, K. P., & Culas, R. J. (2020). *Do free trade agreements increase Australian trade: An application of Poisson pseudo maximum likelihood estimator?*. *Journal of East-West Business*, 26(1), 56-80. <https://doi.org/10.1080/10669868.2019.1685056>
- Vodusek, Z. (2012). *Guatemala: Desafíos de la inserción internacional*. Banco Interamericano de Desarrollo (Sector de Integración y Comercio). <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Guatemala-Desaf%C3%ADos-de-la-inserci%C3%B3n-internacional.pdf>
- Yotov, Y. V., Piermartini, R., & Larch, M. (2016). *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. WTO iLibrary.

IX ANEXOS

Cuadro 5: Socios comerciales incluidos en el análisis

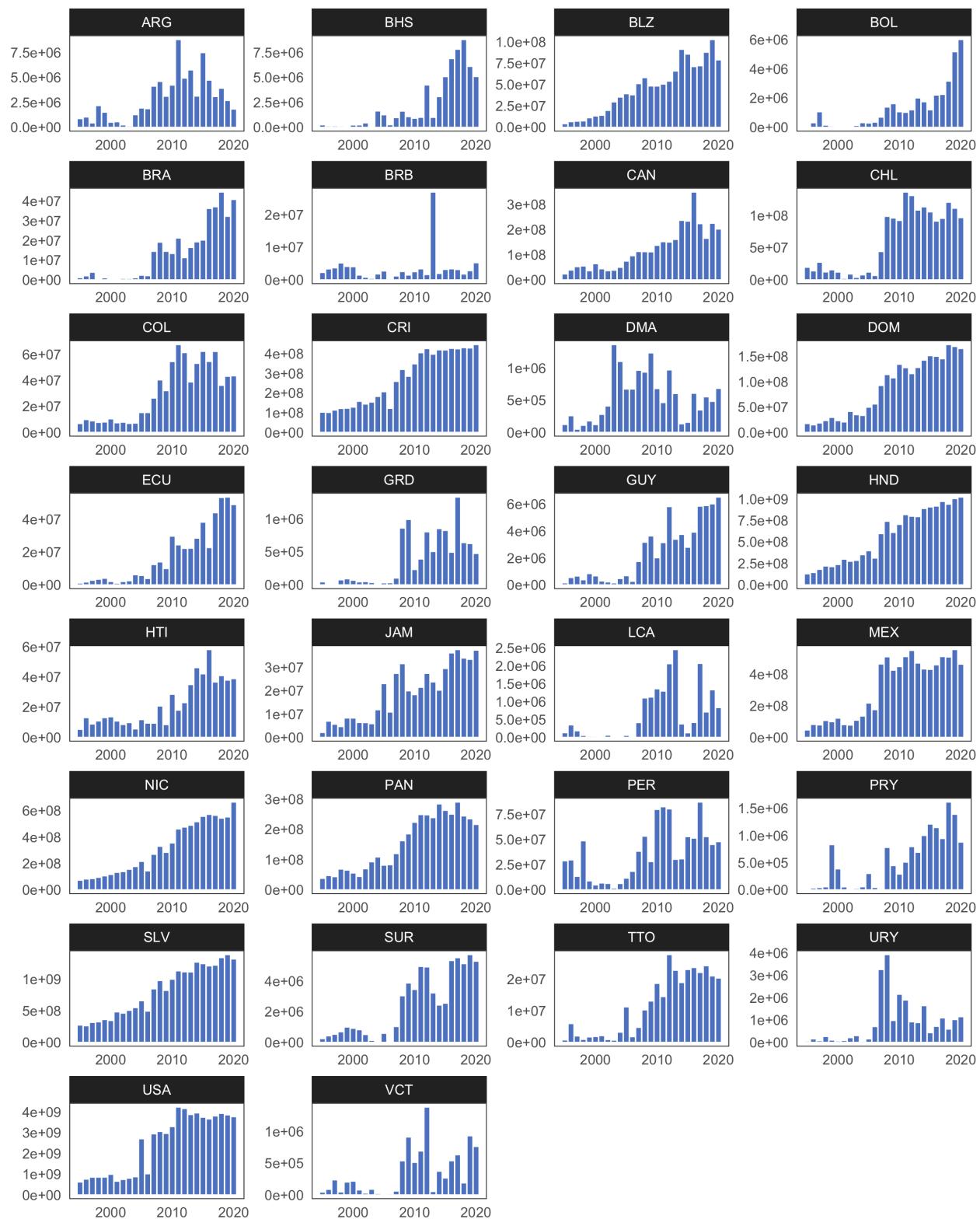
País	Código ISO	País	Código ISO
Argentina	ARG	Guyana	GUY
Bahamas	BHS	Haiti	HTI
Barbados	BRB	Honduras	HND
Belize	BLZ	Jamaica	JAM
Bolivia	BOL	Mexico	MEX
Brazil	BRA	Nicaragua	NIC
Canada	CAN	Panama	PAN
Chile	CHL	Paraguay	PRY
Colombia	COL	Peru	PER
Costa Rica	CRI	Saint Lucia	LCA
Dominica	DMA	Saint Vincent and the Grenadines	VCT
Dominican Republic	DOM	Suriname	SUR
Ecuador	ECU	Trinidad and Tobago	TTO
El Salvador	SLV	United States of America	USA
Grenada	GRD	Uruguay	URY

Figura 8: Mapas de intensidad de los flujos de exportación (derecha) e importación (izquierda)
Promedio del logaritmo de los flujos comerciales entre Guatemala y América desde 1995 hasta el año 2020



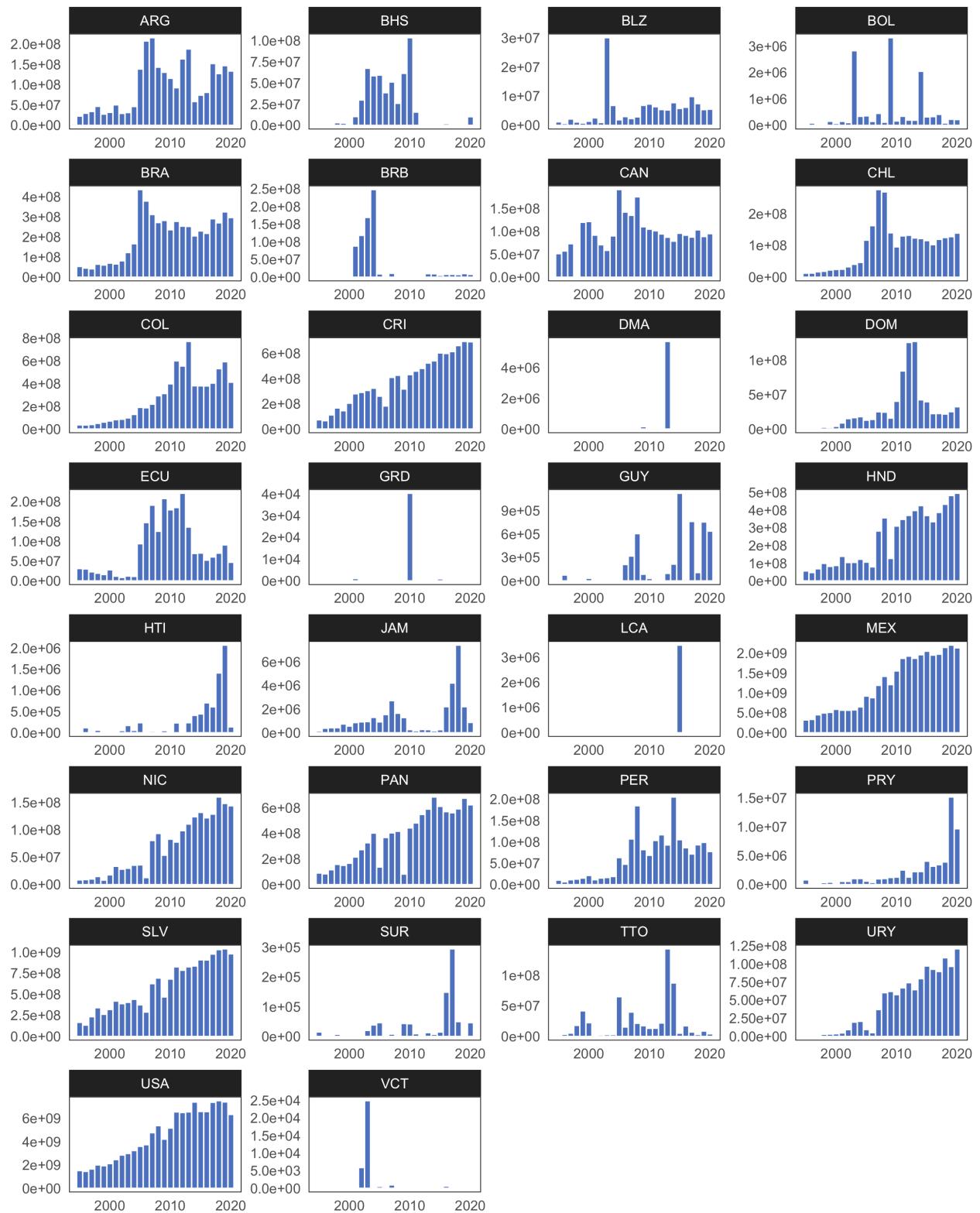
Fuente: Elaboración propia con datos de Naciones Unidas

Figura 9: Nivel de exportaciones de Guatemala por socio comercial en América
Cifras expresadas en dólares a precios corrientes



Fuente: Elaboración propia con datos de Naciones Unidas

Figura 10: Nivel de importaciones de Guatemala por socio comercial en América
Cifras expresadas en dólares a precios corrientes



Fuente: Elaboración propia con datos de Naciones Unidas

Cuadro 6: Pruebas estadísticas realizadas

Modelo	Estadístico	Valor p	Grados de libertad
<i>Breusch-Pagan test</i>			
POLS (Exportaciones)	43.66940	0.0000016	9
POLS (Importaciones)	156.90028	0.0000000	9
<i>Hausman test</i>			
REE & FEE (Exportaciones)	11.81792	0.0187579	4
REE & FEE (Importaciones)	42.18315	0.0000000	4