



**GRADO EN ECONOMÍA**  
**CURSO ACADÉMICO 2022/2023**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**ECUACIÓN GRAVITACIONAL EN EL COMERCIO  
INTERNACIONAL DE SERVICIOS**

**GRAVITY EQUATION ON INTERNACIONAL SERVICE  
TRADE**

**AUTOR/A: SAUL PALOMERA SALAS**

**DIRECTOR/A: SORAYA HIDALGO GALLEGO**

**FECHA: JUNIO 2023**

## INDICE

1.INTRODUCCION .....	4
2.REVISION DE LA LITERATURA .....	5
3. METODOLOGIA .....	7
3.1 MODELO GRAVITACIONAL .....	7
3.2 CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA EN LA ESTIMACIÓN DEL MODELO GRAVITACIONAL .....	8
3.3 ESPECIFICACIÓN .....	9
3.4 PROBLEMAS DEL MODELO .....	9
4. DATOS .....	10
5. RESULTADOS .....	12
6.CONCLUSIONES .....	17
7. BIBLIOGRAFÍA .....	17

## INDICE DE FIGURAS

Tabla 1: Estadísticos principales.....	11
Tabla 2: Resumen variables del modelo .....	12
Tabla 3: Matriz de correlación entre las variables .....	13
Gráfico 1: Relación comercio distancia .....	14
Tabla 4: Tabla de resultados estimación por MCO .....	14
Tabla 5: Tabla de resultados estimación efectos fijos con desviaciones típicas robustas ..	15
Tabla 6: Tabla de resultados estimación efectos fijos sin desviaciones típicas robustas ...	16

## **RESUMEN**

El propósito principal de este documento es evaluar el impacto de diferentes variables en el comercio bilateral de servicios. Para lograr este propósito, utilizando el modelo de gravedad estándar, realizo regresiones sobre el total de importaciones de servicios entre diez países miembros de la OCDE y sus socios comerciales, siendo estos socios comerciales miembros de la OCDE, entre los años 2010 y 2019. Por otro lado, en el trabajo se describen las principales características del modelo gravitacional, y las consideraciones a tener en cuenta a la hora de estimar el modelo, así como las limitaciones presentadas a la hora de realizar el estudio, que afectarán a los resultados del análisis.

## **ABSTRACT**

The main purpose of this paper is to assess the impact of different variables on bilateral trade in services. To achieve this purpose, using the Standard Gravity Model, I perform regressions on total imports of services between ten OECD member countries and their trading partners, which are OECD trading partners, between 2010 and 2019. On the other hand, the paper describes the main characteristics of the gravitational model, and the considerations to be taken into account when estimating the model, as well as the limitations presented when performing the study, which will affect the results of the analysis.

## 1.INTRODUCCION

El modelo de gravedad es ampliamente utilizado en el análisis econométrico de las estadísticas internacionales. Para el comercio exterior, el modelo gravitacional analiza los determinantes de los flujos comerciales bilaterales, con el objetivo de desarrollar predicciones más precisas sobre el comercio bilateral. (Viorică, 2012).

Por otra parte, dentro del comercio, existen algunas características importantes de los servicios que distinguen el comercio internacional de servicios, del comercio de mercancías. Y aunque en teoría no haya razón para realizar un análisis del comercio separando los servicios y los bienes, se puede llegar a separar debido a que por ejemplo la Clasificación Uniforme del Comercio Internacional se aplica solo a los bienes, impidiendo de esta forma una fácil comparación con el comercio de servicios. (Fukunari Kimura and Hyun-Hoon Lee, 2006).

Actualmente los servicios son el sector más grande de la economía global y se espera que su importancia continúe creciendo. Los servicios representan aproximadamente dos tercios del PIB mundial y más de la mitad del empleo total en los países industrializados (Organización Mundial Del Comercio, 2005), aunque la participación de los servicios en el comercio mundial se ha quedado algo atrás. De hecho, la OMC estima que los servicios representan solo el veinte por ciento de los flujos comerciales mundiales. Aunque esta cifra puede subestimar el nivel de comercio de servicios, debido a la naturaleza intangible de los servicios con respecto a los bienes y a los flujos de inversión extranjera directa que dificulta la medición del comercio de servicios.

Este documento tiene como objetivo comprobar si las variables incluidas en el modelo clásico de Tíbergen son significativas, organizando el estudio de la siguiente forma. En la sección 2 se realiza un análisis de la literatura relacionada. En la sección 3 se describen las principales características del modelo gravitacional, las consideraciones a tener en cuenta a la hora de realizar el modelo, así como los problemas que pueden aparecer a la hora de realizar la estimación. La sección 4 explica el total de observaciones del modelo, correspondiente a 10 países con 10 socios comerciales por país, para un periodo de 10 años (2010-2019), formando un total de 1000 observaciones. Además de las variables que se usan en este estudio, así como la obtención de estas y los estadísticos descriptivos de dichas variables. En la sección 5 muestra los principales resultados obtenidos y, por último, en la última sección se resumen las conclusiones obtenidas.

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En este apartado se revisará un grupo de trabajos en los que estimarán una ecuación gravitacional sobre el comercio entre países para determinar una serie de resultados que veremos a continuación.

Viorica (2012) estudia la influencia de los flujos comerciales entre Rumanía y los países socio comerciales de este, con el objetivo de estimar la eficiencia del comercio rumano con terceros. La autora en este caso aplica un modelo gravitacional en el que evalúa el efecto de variables como el PIB, la distancia entre ellos o si ambos países usan la misma moneda. A la hora de realizar el modelo, ha usado 74 países que han comerciado con Rumanía durante el año 2009. Los resultados muestran que el PIB o el uso de una misma moneda influyen positivamente en el comercio, mientras que la distancia tiene un impacto negativo.

Kruse (2014) investiga la ayuda económica al desarrollo que reciben los países de la muestra. Estudia mediante un modelo gravitacional el efecto de las transferencias recibidas sobre el número de importaciones y exportaciones de los países. Los datos los obtiene de un panel de 132 países entre los años 1995 y 2012. Algunas de las principales variables que aplica para realizar este estudio son la educación, el número de importaciones y exportaciones de cada país y los costes de comercio. Tras el experimento, el autor concluye que un incremento de las transferencias que reciben los países afecta positivamente en el comercio de bienes y servicios.

Cipollina y Salvatici (2010) estudian el impacto de los acuerdos comerciales de los países sobre el comercio entre aquellos que son socios y aquellos que no. Para aplicar este estudio coge 362 estimaciones del impacto del nivel de comercio entre los socios para dos periodos, el primero entre 1970 y 1980 y el segundo periodo será a partir de 1990. En su modelo evalúa las variables del PIB, la distancia de los países, las fronteras entre ellos, el idioma y el distrito. Tras el análisis realizado por los autores, estos muestran que hay una relación positiva en el comercio de países cuando los países tienen una relación comercial entre ellos, ya sea bilateral o no.

Walsh (2006) analiza el efecto de las barreras comerciales sobre el comercio de bienes entre países, generando una serie de estimaciones cuantificadas de las barreras para los socios comerciales de los países muestra, mediante la utilización de un modelo gravitacional. Para la realización del estudio evalúa los intercambios de 27 países con hasta 50 de sus socios comerciales entre los años 1999-2001. Las variables que posee este modelo son el PIB, la población, la distancia y la proximidad de los países, el idioma y si pertenece o no a la UE, además de las barreras al comercio. Los resultados del modelo muestran que las barreras al comercio no son variables significativas, por lo que están no influyen de manera negativa al comercio.

Tay (2014) realiza un estudio del comercio en educación mediante un modelo gravitacional. Para ello lleva a cabo un análisis de datos de panel de 21 países exportadores y 50 países importadores, lo que generará 1050 observaciones. En este modelo utiliza variables como el idioma, la religión, además de otras variables como los costes de transporte o la capacidad de exportación e importación. En este análisis observa el comercio de servicios de dos formas. La primera es el traslado de personas de un país a otro, para prestar un servicio en el extranjero, y la segunda forma es el desplazamiento de consumidores a otro país para consumir el servicio. Por último, el autor destaca la importancia de la religión, o el idioma como variables para el comercio de educación, mientras que variables como la distancia son muy poca significativas para el intercambio de este servicio.

Kimura y Hoon (2006) analizan los determinantes del comercio de servicios con respecto los determinantes del comercio de bienes, usando el comercio de bienes como una herramienta comparativa. Para ello aplican una muestra de 10 países de origen y 47 países asociados. Para estimar el modelo gravitacional usarán variables como el PIB, el idioma y la distancia entre países. Plantean la hipótesis de que los coeficientes de todas las variables explicativas, exceptuando la distancia son significativas. Tras el análisis, obtienen que el modelo gravitacional se ajusta mejor al comercio de bienes. Los principales resultados muestran que el efecto del mercado interno no es relevante para el comercio de servicios, la libertad económica tiene un gran impacto en el comercio de servicios y el idioma y la distancia son variable que influyen de manera similar al comercio.

Kohl (2018) presenta el efecto de la iniciativa china Belt and Road initiative en el comercio, para una muestra de 64 economías entre el periodo de 2002 y 2011. En este análisis, realizarán un modelo gravitacional para estudiar el impacto de las medidas de reducción de costes comerciales. Esta iniciativa consiste en que China aporte tanto mano de obra, como capital para poder construir diferentes infraestructuras, con el fin de facilitar la coordinación comercial entre los países participantes. Manejan variables como la distancia, si son países colindantes, y el tipo de frontera de ambos países. Los resultados de este análisis muestran que esta política aumentaría el comercio, y la ganancia de los países, porque con las infraestructuras es más fácil llevar a cabo el transporte, además de conseguir reducir algo los costes.

Jungmittag y Welfens (2009) realizan un estudio de cómo afecta la liberalización de las telecomunicaciones al comercio de este servicio. Disponen de países pertenecientes a la OCDE y Estados Unidos. Las variables a las que más atención presentan son el tamaño de mercado de los países y la distancia entre los países, aunque también usan variables como el idioma y la elasticidad del mercado de telecomunicaciones. En este modelo encuentran con una alta significación la distancia de países, mientras que se observa que el idioma no es muy significativo. Los resultados muestran que, si se liberaliza el comercio de telecomunicaciones, la distancia puede incrementar el comercio entre los países. Además, la elasticidad del sector también puede llegar a generar beneficios en el comercio de este servicio.

Feenstra et al (2001) estudian el comercio de bienes agregándole exportaciones bilaterales a estos bienes para analizar cómo afecta el comercio al PIB de los países y ver que significatividad tienen en este. Suponen el caso de que no existen costes de transporte en el comercio además de usar dos tipos de comercio para hacer el estudio. Emplean comercios de competencia monopolística y comercio de competencia perfecta. Las conclusiones de este análisis son que el mercado de bienes entre distintos países se ve afectado por el tipo de producción que se haga, pues como han señalado, si realizan una serie de bienes similares, para poder implementar barreras al comercio, el comercio se verá perjudicado.

Van Nho et all (2015) realizan un análisis del comercio de Vietnam con la Unión Europea para el periodo 2002-2011. Analizan los determinantes de los flujos de comercio tanto de los bienes como de los servicios. Las variables que emplean para el modelo gravitacional en este caso son el tamaño del país en términos de población, el PIB y el PIB per cápita, la distancia entre Vietnam y la Unión Europea y el tipo de cambio efectivo. Como muestran los resultados se ven que son variables bastante significativas. La conclusión que obtienen es que el comercio entre Vietnam y los países pertenecientes a la Unión Europea se ve afectado principalmente por la gran brecha que hay en el PIB per cápita de estos países.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 MODELO GRAVITACIONAL

Para estudiar el total de importaciones de los países, usaré el modelo gravitacional, modelo que fue propuesto por primera vez por Jan Tinbergen en 1962, y este modelo consiste en la adaptación del concepto de gravedad de Newton, a los métodos econométricos modernos, donde los cuerpos corresponden a los países y la masa equivale al tamaño de cada país. (Bolívar Caro et al, 2015).

Por otra parte, el modelo gravitacional sirve para evaluar y cuantificar el impacto que tiene el comercio interior entre dos países. (Emanuel Yaselga y Ilich Aguirre, 2018).

Además, este modelo en su forma más simple señala que el comercio bilateral entre dos países es directamente proporcional a la multiplicación de sus productos agregados (PIB) (Nuñez).

Otra analogía del modelo de gravedad con la ley de gravedad de Newton es que al igual que la atracción de la gravedad entre dos objetos cualesquiera es proporcional al producto de sus masas y disminuye con la distancia, el comercio entre dos países cualesquiera es proporcional al producto de sus PIB y disminuye con la distancia, manteniendo lo demás constante. (Krugman y Obstfeld, 2006).

Los economistas suelen estimar el modelo de gravedad de la siguiente manera:

$$T_{ij} = A * Y_i^a * Y_j^b / D_{ij}^c \text{ Ec.1}$$

Donde T es el valor comercial entre los países, Y es el PIB de cada país y D es la distancia entre los países. Además, esta ecuación afirma que el volumen de comercio entre países está determinado por el tamaño del PIB y la distancia entre ambos países.

El modelo de gravedad es una herramienta que sirve para investigar los efectos relacionados con las políticas relacionadas con el comercio, pues este proporciona un banco de datos para evaluar los impactos comerciales de cualquier política, pues este modelo puede incluir variables como los aranceles.

Una de las aplicaciones principales de este modelo es que ayuda a identificar anomalías en el comercio, pues sirve para buscar una explicación de porque el comercio entre dos países es mayor o menor de lo esperado.

Otra aplicación que tienen los modelos de gravedad es cómo valora el efecto de los acuerdos comerciales sobre el comercio internacional real, pues si un acuerdo es eficaz, este generará un comercio significativamente mayor entre sus socios.

Este modelo gravitacional también obtiene la idea de que el comercio tiende a ser más intenso cuando los países tienen un estrecho contacto personal y este contacto disminuye cuando las distancias son mayores. (Krugman y Obstfeld, 2006).

Los modelos de gravedad demuestran que existe una relación negativa entre la distancia y el comercio, aunque los progresos del transporte han hecho que este efecto se haya debilitado, sin embargo, las fuerzas políticas pueden compensar los efectos de la tecnología.

Sin embargo, este modelo no está exento de posibles escollos, pues las variables que se suelen usar son variables que de forma intuitiva se cree que pueden influir en el

comercio. (Shepherd, 2013).

Otro inconveniente que presenta el modelo gravitacional es que la tesis central expone el comercio entre dos países en función de su tamaño, medido a través de su población y/o producto y de la distancia que los separa, pero esta relación tiende a desfavorecer a los países con economías en proceso de desarrollo. (Contreras, 2014).

Por otro lado, el modelo de gravedad no tiene en cuenta el grado de competencia en el sector exportador, el tipo de bienes y la elasticidad- renta de la demanda.

### **3.2 CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA EN LA ESTIMACIÓN DEL MODELO GRAVITACIONAL**

El modelo gravitacional contiene un componente que produce que el valor de los flujos comerciales bilaterales sea directamente proporcional a las economías de origen y destino, mientras que son indirectamente proporcionales a la distancia entre dos ubicaciones. En el modelo, el PIB de un país exportador implica la oferta y el PIB de un país importador implica la propensión a demandar. Por su parte la distancia es un factor de resistencia al comercio, ya que una mayor distancia llega a reducir la demanda de importación debido a los mayores costes de transporte, mientras que la proximidad geográfica ayuda a aumentar los flujos comerciales.

Para el modelo de gravedad, observamos que por ejemplo Baltagui et al, 2003 incluyen en su modelo seis dimensiones adicionales clasificadas entre efectos principales y efectos de interacción. Donde los efectos principales incluyen un exportador fijo, importador y los efectos del tiempo, mientras los efectos de interacción son los efectos producidos por las características no observables de los exportadores e importadores, como pueden ser los efectos que varían en el tiempo, como los ciclos económicos de los países exportadores e importadores, sus culturas, políticas y su dotación de factores no observada.

Por otra parte, para que estadísticamente sean útiles las estimaciones del modelo de gravedad se ha de cumplir que los errores de la estimación sean de media cero y no estén correlacionados con las variables explicativas, y ninguna de las variables explicativas ha de ser una combinación lineal de otras variables. (Doytchinova y Kravchenko, 2019).

Actualmente el énfasis a la hora de llevar a cabo una ecuación del modelo gravitacional se haya en asegurar que cualquier prueba empírica de la gravedad esté bien definida con respecto las bases teóricas, y que esta pueda ser vinculada a los marcos teóricos disponibles. (Benedictis y Taglioni, 2011). De hecho, las contribuciones metodológicas más actuales, como Modelo de competencia monopolística y rendimientos crecientes a escala de Bergstrand et al (2013), destacan la relevancia de definir de manera correcta la ecuación de gravedad, y destacan las implicaciones de una mala especificación, pues por ejemplo actualmente la omisión de un término de resistencia multilateral se considera un error de sesgo.

Otro de los elementos a los que hay que prestar atención a la hora de llevar a cabo la ecuación la estimación de la ecuación gravitacional es el sesgo que hay asociado a las empresas, debido a que no todas las empresas operan en los mercados internacionales, habiendo una gran cantidad de empresas que limitan su comercio en un determinado conjunto de países (Benedictis y Taglioni, 2011).

\*Término de resistencia multilateral: Son factores no observables que afectan a los índices de precios. Algunos de estos factores pueden ser el idioma de los países, la ubicación y las fronteras.

Aparte del sesgo de las empresas hay que estar pendientes de la existencia de flujos comerciales a la hora de llevar a cabo el modelo gravitacional, pues si el flujo bilateral toma un valor igual a cero, esto puede implicar un problema de selección, pues la estimación estándar de la ecuación de gravedad sería inapropiada y los resultados serían sesgados (Chaney, 2008).

Además de las variables que hay que tener en cuenta, como acabamos de mencionar, tampoco hay que olvidar a los costes comerciales, pues estos afectan al margen intensivo y extensivo del comercio, aunque no todos afectan igual. Pues el margen intensivo del comercio responde a cambios en los costes comerciales, donde la elasticidad de las empresas de los países exportadores es constante y por lo tanto cuando los bienes son sustituibles la exportación es muy sensible a los costes comerciales. Mientras que el margen extensivo se mueve de manera distinta, ya que cuando los costes comerciales por unidad varían de forma positiva, algunas empresas menos productivas empiezan a exportar más. Aparte de todo esto cabe mencionar que los costes fijos tienen mayor importancia en el margen comercial extensivo, debido a que los flujos comerciales referentes a los costes fijos presentan una elasticidad cero para el margen intensivo. (Benedictis y Taglioni, 2011).

### 3.3 ESPECIFICACIÓN

La ecuación a estimar representa los flujos de importaciones de los países  $i$ , procedente de los países  $j$ . La ecuación del modelo de regresión con datos de panel que uso en este estudio viene expresada en logaritmos, para de esta forma eliminar el efecto de las unidades de las variables, quedando el modelo expresado de la siguiente forma:

$$\ln I_i = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 \ln P_i + \beta_5 \ln P_j + \beta_6 \gamma_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ec.2}$$

Donde,

$I_i$  Es el total de importaciones del país  $i$ .

$Y_i$  Es la producción total del país  $i$

$Y_j$  Es la producción total del país  $j$

$D_i$  Es la distancia en kilómetros totales que hay entre el país  $i$  y el país  $j$

$P_i$  Es el total de población que hay en el país  $i$

$P_j$  Es el total de población que hay en el país  $j$

$\gamma_{ij}$  Son los efectos fijos de los países  $i$  y  $j$

$\varepsilon_{ij}$  Es el error normalmente distribuido y con media cero.

### 3.4 PROBLEMAS DEL MODELO

Algunos de los problemas que presenta el modelo es que la muestra de países no se ha obtenido mediante un muestreo aleatorio, debido a que he elegido un conjunto de países dentro de la base de datos de la OCDE, sin tener en cuenta la influencia de cada país en el comercio o cualquier otra variable, debido a que he seleccionado países, que en la base de datos de la OCDE presentaban datos durante el periodo a estudiar. Lo que genera que este estudio no puede ser realizado mediante inferencia estadística,

además de que, al no ser un muestreo aleatorio, el sesgo del modelo es algo más elevado, debido que la selección de países que he realizado es algo subjetiva.

Sin embargo, en este estudio uso los efectos fijos a la hora de estimar el modelo, lo que hace que el modelo sea equivalente a estimar por MCO un modelo con tantas variables ficticias como individuos, sin embargo, si el número de variables ficticias es muy elevado, el modelo no puede ser estimado por MCO debido a que un elevado número de variables es un problema a la hora de estimar el modelo por MCO (Sancho y Serrano, 2005). Otra limitación que tiene el realizar el modelo mediante efectos fijos es que, dada la correlación entre los efectos individuales y las variables, la estimación por MCO no sería consistente debido a que presentará problemas de especificación, debido a que los efectos no se pueden separar de las variables.

## 4. DATOS

La base utilizada en este estudio ha sido construida mediante las estadísticas publicadas por la OCDE sobre comercio internacional. La OCDE es una organización internacional con 60 años de experiencia cuyo objetivo es promover políticas que favorezcan la igualdad y el bienestar de todas las personas. (OCDE, s.f.).

La OCDE coopera con gobiernos, políticos y ciudadanos para establecer estándares internacionales y tratar de solucionar problemas sociales, económicos y medioambientales, pues la OCDE es un centro de conocimiento para la recopilación y el análisis de datos.

La OCDE tiene 38 países miembros en la actualidad, teniendo países en todos los continentes. Estos países están representados por embajadores que forman parte de la propia OCDE. Dichos embajadores son los que colaboran con las delegaciones de otros países, para transmitir los datos y análisis que disponen.

Por otra parte, la OCDE cuenta con un centro de desarrollo que busca facilitar el dialogo sobre políticas públicas con un enfoque en economías emergentes y en desarrollo. El objetivo no es otro que ayudar a los responsables políticos a encontrar soluciones que estimulen el crecimiento y mejoren las condiciones de vida de las economías emergentes y en desarrollo.

Para este estudio se consideran los datos EBOPS 2010- Trade in services by partner del comercio en términos de importaciones entre 10 países a nivel mundial con 10 socios comerciales por país, durante el periodo de 2010 hasta el 2019, llegando con esto a formar una muestra de 1000 observaciones. La variable dependiente de la base de datos son las importaciones por país, debido a que el total de importaciones por país sirven para aumentar el crecimiento y bienestar de los países (Lopez y Botero, 1991). Esta variable ha sido construida mediante países que tuviesen los datos de las importaciones durante el periodo completo, por lo que algún país que podría ser interesante, como podría ser Francia, no ha sido incluido en la base de datos por falta de valores.

Con respecto a las variables explicativas, se ha usado los datos publicados en la OCDE del Producto Interior Bruto (PIB) en precios corrientes con base el 2015 para representar el tamaño económico de los países, y de esta forma facilitar la comparación de datos entre los países de la muestra. Para analizar el tamaño de los países usados en la

muestra se ha usado la población de los países importadores y sus socios comerciales.

Aparte del PIB, otra variable explicativa es la población, variable que se ha obtenido mediante los datos publicados por la OCDE. Los datos de población en la OCDE vienen expresados como el conjunto total de personas tanto masculinas como femeninas habitantes en cada país.

Otra variable usada en este modelo es la variable distancia, variable que se ha obtenido mediante la página web Geo Datos, la cual nos indica el total de kilómetros que separan los países con sus socios comerciales, usando un punto de referencia centroide, para la obtención de estos. Los valores de esta variable están expresados en kilómetros.

Finalmente, la otra variable que se usa en este estudio es la variable Similitud, variable calculada mediante los datos del PIB obtenidos en la OCDE. Esta variable sirve para ver la similitud del PIB de cada país con sus socios comerciales, reflejando un PIB más similar entre los países, cuanto más se acerque a cero el valor de esta variable. La ecuación para obtener los datos de esta variable es:

$$\frac{PIBi-PIBj}{PIBi} \text{ EC.3}$$

El objetivo de este estudio es comprobar si las variables incluidas en el modelo clásico de Tiberghen son significativas empíricamente y una vez visto si son o no significativas, se busca ver como afectan al comercio las variables usadas en el estudio.

Tabla 1: Estadísticos principales

	MEDIA	MEDIANA	DESV. TIPICA	MINIMO	MAXIMO
IMPORTACIONES	4771	1123	9663	1	69475
PIBi	2840000	1.408*10 <sup>6</sup>	4.925*10 <sup>6</sup>	47046	2.138*10 <sup>7</sup>
PIBj	2094000	7.103*10 <sup>5</sup>	4.187*10 <sup>6</sup>	11263	2.138*10 <sup>7</sup>
DISTANCIA	6836	7600	4735	220	18764
POBLACIONi	60740000	2.969*10 <sup>7</sup>	9038*10 <sup>7</sup>	5070*10 <sup>5</sup>	3.283*10 <sup>8</sup>
POBLACIONj	142000000	3.611*10 <sup>7</sup>	3145*10 <sup>8</sup>	3.180*10 <sup>5</sup>	1.422*10 <sup>9</sup>
PIBiPIBjPIBi	-6.416	0.3937	31.15	-318.9	0.9948

Fuente: elaboración propia

En la tabla 1 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables incluidas en el modelo. Donde los datos de las importaciones están expresados en millones, y las variables del PIB expresadas en dólares constantes con base en el año 2015. La distancia está expresada en kilómetros y las variables de población representan el total de ciudadanos en cada país. Si nos fijamos en las medias del PIB, vemos que el PIB medio de los países importadores es más alta que la de sus socios comerciales, mientras que con respecto a la población vemos que tiene más media de habitantes los socios comerciales que los países importadores. Esto se da, debido a que en el caso de

los países importadores he usado países como EE. UU., Australia o UK, que son países con elevado PIB, mientras que en los socios comerciales he usado países como Brasil o Senegal, que presentan un PIB algo más bajo. Con respecto a la población destaca que sea mayor la población de los socios comerciales, debido a que he usado países como China, Colombia o México, que son países que presentan una cifra bastante alta en términos de población.

Si observamos el máximo de ambos PIB, vemos que ambos coinciden, debido a que el valor máximo viene obtenido del PIB de EE. UU., país que en la base de datos pertenece tanto al grupo de países importadores, como al grupo de socios comerciales de la muestra. Por su parte con lo que respecta a la población, el país importador con menor población es Luxemburgo, mientras que el país importador con mayor población es EE. UU., mientras que el socio comercial con menor población es Islandia, y el socio comercial con mayor población es China.

A continuación, presento una tabla resumen de las variables usadas en el modelo.

Tabla 2: Resumen variables del modelo

VARIABLES	DEFINICION	FUENTE
IMPORTACIONES	Total de importaciones realizadas por un país	OCDE
PIBi	Producción total de los países en precios constantes con año base 2015	OCDE
PIBj		
DISTANCIA	Total de kilómetros entre países	OCDE
POBLACIONi	Total de población en los países	OCDE
POBLACIONj		OCDE
SIMILITUD	Ratio para estudiar similitud del PIB entre los países importadores y sus socios comerciales	Cálculo de la fórmula $\frac{PIBi-PIBj}{PIBi}$ , mediante datos de la OCDE

Fuente: elaboración propia

## 5. RESULTADOS

Una vez que tenemos el modelo con las variables explicadas, la tabla 1 muestra la correlación de cada una de las variables independientes con la variable dependiente.

Tabla 3: Matriz de correlación entre las variables

	IMPORTACIONES
IMPORTACIONES	1
PIBi	0.4113
PIBj	0.4751
DISTANCIA	-0.4151
POBLACIONi	0.3944
POBLACIONj	0.1961
SIMILITUD	0.0261

Fuente: elaboración propia

Los datos de la tabla 3, tienen distinta interpretación, pues como vemos puede variar el signo, ya que, si tienen signo positivo, indica que las variables tienen relación directa y si presentan signo negativo, presentan relación indirecta. Por otro lado, cuanto más cercano sea la correlación al valor 1, más fuerte será la correlación de las variables, mientras que cuanto más cercano sea a 0, más débil será esta correlación.

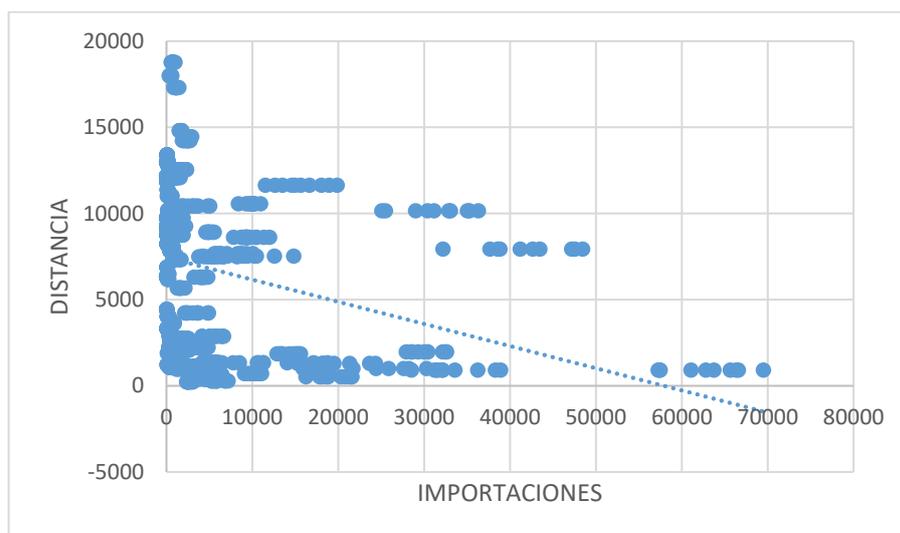
En esta tabla observamos que las variables que más correlación presenta son el PIB de los países exportadores e importadores, aunque sin embargo observamos que no tienen una correlación muy fuerte, pues esta correlación está entre los valores 0.4 y 0.5, aunque presentan un signo positivo en la correlación, lo que indica que tienen una relación directa estas variables.

Otra variable que observamos es la variable similitud, variable cuya correlación con la variable importaciones es prácticamente cero, por lo que la relación de estas variables es casi inexistente.

Por otra parte, observamos que la población de los países importadores tiene una mayor correlación que la población de los países exportadores, aunque vemos que ambas variables tienen una correlación directa, pero algo débil.

Por último, cabe mencionar el caso de la variable distancia que observamos que es la única variable con correlación negativa, lo cual indica que tiene una relación indirecta, aunque vemos que tampoco es fuerte esta correlación.

Gráfico 1: Relación comercio distancia



Este gráfico refuerza lo que la tabla de correlaciones muestra, pues observamos que donde mayor número de importaciones se produce es entre países con poca distancia entre ellos. Además, si observamos la línea de tendencia vemos que muestra claramente un aumento de las importaciones con respecto se va reduciendo la distancia entre los países que comercian.

Tabla 4: Tabla de resultados estimación por MCO

	COEFICIENTE	DES. TIPICA	ESTADISTICO T	P VALOR	
Constante	-6.25826	0.934194	-6.699	4.98*10 <sup>-11</sup>	***
lnPIBi	0.527799	0.149045	3.541	0.0004	***
lnPIBj	1.17106	0.0516481	22.79	1.51*10 <sup>-82</sup>	***
lnDistancia	-0.758377	0.0407049	-18.63	4.76*10 <sup>-61</sup>	***
lnPoblacioni	0.154663	0.150641	1.027	0.3050	
lnPoblacionj	-0.358974	0.0449605	-7.984	7.65*10 <sup>-15</sup>	***
Similitud	0.260168	0.0795484	3.271	0.0011	***
SUMA DE RESIDUOS	617.8622				
R-CUADRADO	0.745466				
F(6,579)	282.6238				

Fuente: Elaboración propia a través de los datos de la OCDE y resultados de Gretl.

En la tabla 4, se muestran los resultados de la estimación del modelo logarítmico explicado anteriormente mediante el método mínimos cuadrados ordinarios. A la vista de los resultados obtenidos, vemos que todas las variables excepto la población de los países importadores, son variables individualmente significativas al 99% de significación, mientras que la variable Poblacióni es una variable no significativa al 99% de significación. Si observamos el valor que toma el R- Cuadrado, vemos que las variables explicativas usadas en este modelo explican el 74.54% de las variaciones que toman las importaciones.

Ahora, analizaré los parámetros asociados a cada una de las variables explicativas. El parámetro asociado al término constante indica que, si el resto de las variables explicativas del modelo tomaran un valor igual a cero, las importaciones descenderían de media un 6.25%.

Con respecto a la variable PIBi, vemos que ante un aumento en el PIB de los países importadores de un 1% de media, el total de importaciones predicho aumenta en un 0.53%, manteniendo lo demás constante. Sin embargo, si continuamos analizando el PIB, vemos que ante un aumento de un 1% en el PIB de los países socio comerciales, hace que el total de importaciones predicho aumenta un 1.17%, manteniendo todo lo demás constante.

Continuando con los parámetros asociados, vemos que, si se produce un aumento en un punto porcentual de la población de los países importadores, las importaciones aumentarían un 0.15%, manteniendo todo lo demás constante, aunque observamos que, si se produce un aumento de la población de los países socios comerciales en un punto porcentual, las importaciones predichas descienden un 0.35%, manteniendo lo demás constante.

Analizando el parámetro asociado de la variable distancia y como hemos podido ver mediante el gráfico de dispersión, se espera que el signo del parámetro asociado a esta variable sea negativo, y por tanto a mayor distancia menor número de importaciones. Esto puede deberse a que una mayor distancia entre los países hace que aumenten los costes de transporte. De hecho, vemos que, ante un aumento en un punto porcentual en la distancia entre países, las importaciones predichas descienden un 0.75%, manteniendo todo lo demás constante. Finalmente, un aumento en un punto porcentual en la variable Similitud, hace que las importaciones predichas aumenten un 0.26%, manteniendo todo lo demás constante.

A la vista de estas interpretaciones, vemos que existe un error de especificación en el modelo realizado por mínimos cuadrados ordinarios. Esto se ve reflejado en la variable correspondiente a la población de los países importadores, debido a que presenta un p-valor superior a 0.05, lo que indica que esta variable no es significativa en el modelo, lo que hace que los estimadores del modelo sean sesgados. (Carnero, 2011)

Tabla 5: Tabla de resultados estimación efectos fijos con desviaciones típicas robustas

	COEFICIENTE	DESV. TIPICA	ESTADISTICO T	P VALOR	
Constante	-35.7182	23.5599	-1.516	0.1301	
lnPIBi	0.051345	0.0440282	1.166	0.2441	
lnPIBj	0.0957754	0.0439952	2.177	0.0299	**
Lndistancia	-0.362724	0.0411575	-8.813	1.84*10 <sup>-17</sup>	***
lnPoblacioni	2.55806	1.32046	1.937	0.0533	*
lnPoblacionj	-0.0970434	0.0829368	-1.170	0.2425	
Similitud	0.00278189	0.0442372	0.06289	0.09499	
SUMA DE RESIDUOS	50.09961				
R-CUADRADO	0.979361				
F(6,579)	373.1447				

Fuente: Elaboración propia a través de los datos de la OCDE y resultados de Gretl.

En la tabla 5 se observan los resultados del modelo que ha sido estimado incluyendo una tendencia temporal y la tendencia al cuadrado mediante la estimación por efectos fijos, incluyendo las desviaciones típicas robustas\*\*. A la vista de los resultados vemos que el error de especificación sigue estando presente en el modelo, debido a que en el modelo estimado se siguen incluyendo variables no relevantes. Además de que este error ha aumentado al realizar la estimación mediante efectos fijos porque si comparamos esta tabla con la anterior observamos que antes la única variable no significativa era la población de los países importadores, mientras que ahora esa variable es significativa y el PIB de los países importadores, la población de los socios comerciales y la variable similitud han pasado a ser variables no relevantes.

Si vemos los resultados, podemos distinguir que las únicas variables significativas son el PIB de los socios comerciales, que es significativo al 95%, de manera positiva, la distancia que es significativa al 99% de significación, de manera negativa y la población de los países importadores, que es significativa al 10% de significación de manera positiva.

Sin embargo, en esta estimación observamos que el R cuadrado toma un valor de 0.9793, lo que indica que el 97.93% de las variaciones en las importaciones viene causado por las variables explicativas del modelo.

Tabla 6: Tabla de resultados estimación efectos fijos sin desviaciones típicas robustas

	COEFICIENTE	DESV. TIPICA	ESTADISTICO T	P VALOR	
Constante	-35.7182	11.2889	-3.165	0.0016	***
lnPIBi	0.051345	0.0548871	0.9355	0.35	
lnPIBj	0.0957754	0.06322	1.515	0.1304	
Lndistancia	-0.362724	0.0893537	-4.059	5.68*10 <sup>-5</sup>	***
lnPoblacioni	2.55806	0.659242	3.88	0.0001	***
lnPoblacionj	-0.0970434	0.137289	-0.7069	0.48	
Similitud	0.00278189	0.0395048	0.07042	0.9439	
SUMA DE RESIDUOS	50.09961				
R-CUADRADO	0.979361				
F(6,519)	373.1447				

Fuente: Elaboración propia a través de los datos de la OCDE y resultados de Gretl.

En la tabla 6 podemos ver que pese a realizar la estimación de efectos fijos sin incluir las desviaciones típicas robustas, observamos que el error de especificación sigue estando presente, debido a que se siguen incluyendo variables explicativas no relevantes en la estimación, lo que sigue produciendo estimadores sesgados.

En esta ocasión sin embargo vemos que la variable distancia y la población de los países importadores son las únicas variables significativas al 99% de significación, mientras que el resto de las variables no son significativas en este caso.

\*\*La inclusión de desviaciones típicas robustas sirve para obtener estimadores robustos, debido a que la validez de estos estimadores no se ve alterado si se incumple algún supuesto de la estimación.

Observamos también que el R-Cuadrado es el mismo que se incluye en las desviaciones típicas robustas, por lo que en este caso la variación de las importaciones viene explicado por el 97.93% de las variables explicativas del modelo.

El problema de especificación en estos casos viene dado por la selección de la muestra que no se ha realizado mediante un muestreo aleatorio, debido a la falta de datos en algunos países en la OCDE. Por lo tanto, este problema de especificación se podría solucionar si la realización de la muestra se realizase mediante un muestreo aleatorio, lo que nos daría estimadores insesgados y el problema de especificación desaparecería. (Novales, 2010)

## **6.CONCLUSIONES**

En este artículo presento un modelo de comercio exterior, derivado de un modelo de gravedad, con el objetivo de identificar variables explicativas significativas para el comercio entre países.

Tras el estudio mediante el modelo gravitacional de las importaciones entre los países con sus socios comerciales, observamos que no todas las variables seleccionadas son significativas en el comercio, ya sea de forma positiva o negativa. Sin embargo, podemos concluir visto los resultados que la distancia es un factor determinante a la hora de comerciar, pues vemos que ya sea mediante mínimos cuadrados ordinarios o mediante efectos fijos, influye de forma negativa al comercio. Esto es debido a que una mayor distancia entre países hace aumentar los costes de transporte de las mercancías, lo que hace que se eleve el precio de estas, haciendo que los servicios no sean tan accesibles para todos, desincentivando el comercio por parte de países con un PIB menor.

Otra variable que podemos concluir que es relevante en el comercio es la población de los países socio comerciales, variable que observamos que afecta de manera positiva al comercio, debido a que una mayor población en un país socio comercial, hace que la producción de servicios aumente, generando un mayor número de excedentes en el país, incentivando el comercio de estos, debido a que un mayor número de excedentes reduce el precio de los servicios.

Por último, también podemos concluir que el PIB de los países socios comerciales es una variable significativa que afecta de manera positiva al comercio, esto puede deberse a que el PIB es el conjunto de bienes y servicios producidos por un país, por lo tanto, a mayor PIB, mayor producción de servicios y por lo tanto mayor número de servicios excedentes que se pueden comerciar.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

Andre Jungmittag and Paul J. J. Welfens. (2009). Liberization of EU telecommunications and trade. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10368-009-0125-4>

- Benedictis y Taglioni. (2011). El modelo de gravedad en el comercio internacional.
- Bolivar Caro et al. (2015). Modelo Gravitacional del comercio internacional colombiano.
- Carnero, A. (2011). Especificacion y prediccion en el MRL. Obtenido de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19713/1/tema5.pdf>
- Chaney, T. (2008). The intensive and extensive margins of international trade. Obtenido de <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.98.4.1707>
- Contreras, M. S. (2014). Criticas al modelo de la gravedad y a la teoría de las ventajas absolutas.
- Dao, Ngoc Tien and Pham, Van Nho and Doan, Quang Hung. (2015). Analyzing the Determinants of Services. Obtenido de <https://js.vnu.edu.vn/EAB/article/view/375>
- Doytchinova y Kravchenko. (2019). The Gravity Model of INternational Trade. Obtenido de [https://www.unescap.org/sites/default/files/Gravity-model-in-R\\_1.pdf](https://www.unescap.org/sites/default/files/Gravity-model-in-R_1.pdf)
- Emanuel Yaselga y Ilich Aguirre. (2018). Modelo gravitacional del comercio intarnacional para Ecuador. Obtenido de <https://estudioeconomicos.bce.fin.ec/index.php/RevistaCE/article/download/50/11/>
- Fukunari Kimura and Hyun-Hoon Lee. (2006). The Gravity Equation in International Trade in. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10290-006-0058-8>
- Kohl, T. (2018). The Belt and Road Initiative's effect on supply-chain . Obtenido de <https://academic.oup.com/cjres/article/12/1/77/5289371?login=false>
- Krugman y Obstfeld. (2006). Capítulo 2: Comercio mundial, una visión general.
- Kruse, H. W. (2014). Transfers in the gravity equation. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/caje.12500>
- Lopez y Botero. (1991). Las restricciones cuantitativas al comercio. Obtenido de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/4432>
- Maria Cipollina and Luca Salvatici. (2010). Reciprocal Trade Agreements in Gravity Models. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9396.2009.00877.x>
- Novales, A. (2010). Analisis de regresion. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-13-Analisis%20de%20Regresion.pdf>
- Nuñez, R. (s.f.). La ecuacion gravitacional.
- OCDE. (s.f.). Obtenido de OCDE: <https://www.oecd.org/acerca/miembros-y-socios/>  
Organización Mundial Del Comercio. (2005). Obtenido de OMC: <https://www.wto.org/indexsp.htm>

Robert C. Feenstra, James R. Markusen and Andrew K. Rose. (2001). Using the Gravity Equation to Differentiate among Alternative Theories of Trade. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/0008-4085.00082>

Sancho y Serrano. (2005). Econometría de económicas. Obtenido de <https://www.uv.es/~sancho/panel#:~:text=Modelo%20de%20efectos%20fijos,tantas%20variables%20ficticias%20como%20individuos>.

Shepherd, B. (2013). The Gravity model of international trade.

Tay, C. (2014). An econometric model on bilateral trade in education. Obtenido de <https://www.econstor.eu/handle/10419/188608>

Viorică, E.-D. (2012). Econometric Estimation of a Gravity Model. Obtenido de <https://ibimapublishing.com/articles/JEERBE/2012/854058/854058.pdf>

Walsh, K. (2006). Trade in services: Does Gravity Hold? A gravity model Approach to estimating barriers to services trade. Obtenido de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=945335](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=945335)