



**TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN ECONOMÍA
CURSO ACADÉMICO 2022-2023
CONVOCATORIA JULIO**

**INFLUENCIA DEL MODELO GRAVITACIONAL Y OTROS FACTORES CLAVE
EN EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPAÑA: UN ANÁLISIS
ECONOMÉTRICO**

AUTORA: Mesa Albertín, María

DNI : 47551318Z

TUTORA: María Eleftheriou

En Madrid, a 16 de julio de 2023

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
MARCO TEÓRICO.....	6
I. Un recorrido por la historia del comercio.....	6
II. Evolución y Transformación del Sector Exterior en España: Un Análisis Histórico y Contemporáneo.	7
III. Características del comercio exterior español.....	10
IV. Evolución sobre las principales teorías del comercio internacional.....	11
1. Mercantilismo (siglos XVI-XVIII):	11
2. Teoría de la Ventaja Absoluta – Adam Smith (1776).	12
3. Teoría de la Ventaja Comparativa – David Ricardo.....	12
4. Teoría de Heckscher – Ohlin.....	13
Principios y Aplicaciones del Modelo Gravitacional en el Comercio Internacional, un enfoque conceptual.....	14
DESARROLLO	15
Metodología y determinantes del modelo	15
I. Elaboración del modelo ideal, año 2010.....	17
Modelo para el resto de los años:.....	24
CONCLUSIÓN.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1: Tabla de datos. Fuente: Instituto de Comercio Exterior (ICEX) y del Fondo Monetario Internacional (FMI) y GeoDatos.	17
Tabla 2: Modelo 3.2011:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración Propia.	24
Tabla3: Modelo 3.2012:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi. Fuente: Elaboración propia.	24
Tabla 4: Modelo 3.2013:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	25
Tabla 5: Modelo 3.2014:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	25
Tabla 6: Modelo 3.2015:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración Propia.	25
Tabla 7: Modelo 3.2016:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	26
Tabla 8: Modelo 3.2017:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente. Elaboración Propia.	26
Tabla 9: Modelo 3.2018:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	27
Tabla 10: Modelo 3.2019:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	27
Tabla 11: Modelo 4.2014:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	28
Tabla 12: Modelo 4.2015:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	28
Tabla 13: Modelo 4.2016:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración Propia.	28
Tabla 14: Modelo 4.2017:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 15: Modelo 4.2018:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16. Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 16: Modelo 4.2019:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25: Funete: Elaboración Propia.	29
Tabla 17: Conjunto de coeficientes de los modelos de 2010 a 2019. Fuente: Elaboración Propia.	30

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Modelo 1. Fuente: Elaboración propia	19
Imagen 2: Modelo 2. Fuente: Elaboración propia.....	19
Imagen 3: Contraste de White, Modelo 2. Fuente: Elaboración Propia.....	21
Imagen 4: Modelo 3. Fuente: Elaboración Propia.	22
Imagen 5: Matriz de correlación. Fuente: Elaboración propia.	23
Imagen 6: Estadístico principales, coeficiente 1. Fuente: Elaboración Propia	30
Imagen 7: Estadísticos principales, coeficiente 2. Fuente: Elaboración Propia.....	30
Imagen 8: Estadísticos principales, coeficiente 3. Fuente. Elaboración Propia.....	31
Imagen 9: Estadísticos principales, coeficiente 4. Fuente. Elaboración Propia.....	31
Imagen 10: Estadísticos principales, coeficiente 5. Fuente. Elaboración Propia.....	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico de dispersión entre las variables cuantitativas independientes y nuestra variable dependiente	18
Gráfico 2: Heterocedasticidad correspondiente al Modelo 2. Fuente: Elaboración propia.....	21

INTRODUCCIÓN

El comercio internacional es un componente vital de cualquier economía desarrollada, y España no es una excepción a esta regla. Con su ubicación estratégica, una economía diversificada y un acceso privilegiado a los mercados de la Unión Europea, América Latina y África, España es un actor relevante en el escenario comercial internacional. Este Trabajo de Fin de Grado busca analizar en profundidad el papel del comercio internacional en España, las teorías principales que lo sustentan y el modelo gravitacional de comercio internacional.

Las teorías clásicas del comercio internacional brindan un marco útil para entender el comercio internacional y sus implicaciones económicas. Desde la teoría del comercio de los mercantilistas hasta más clásicos como la teoría de la ventaja comparativa de David Ricardo, cada una de estas perspectivas ofrece una visión única sobre cómo y por qué los países comercian entre sí.

Sin embargo, una teoría que ha demostrado ser particularmente eficaz para explicar los patrones de comercio es el modelo gravitacional. Similar a la ley de gravitación en física, esta teoría sostiene que el tamaño de las economías de los países y la distancia entre ellos determinan el volumen del comercio. Es decir, países grandes tienden a comerciar más entre sí que con países pequeños, y países cercanos tienden a comerciar más entre sí que con países lejanos. A pesar de su simplicidad aparente, el modelo gravitacional ha demostrado ser sorprendentemente preciso en la predicción de patrones de comercio internacional.

En el contexto de este estudio, abordaremos el comercio internacional de España utilizando estas teorías y el modelo gravitacional, buscando entender no solo su estructura actual, sino también cómo estas teorías pueden ayudar a pronosticar y dirigir su desarrollo futuro. El objetivo es proporcionar una visión integral y matizada del comercio internacional en España, su interacción con la economía global y cómo se puede potenciar para un mayor crecimiento y desarrollo sostenible.

Para profundizar en nuestra comprensión del comercio internacional español, este trabajo presentará un modelo econométrico del modelo gravitacional utilizando datos de comercio bilateral entre España y sus principales socios comerciales. La elección de este enfoque está motivada como se ha dicho anteriormente por la eficacia demostrada del modelo gravitacional para explicar los patrones de comercio internacional y su flexibilidad para incorporar una serie de variables económicas, políticas y geográficas que pueden influir en las relaciones comerciales.

El análisis econométrico se basará en datos históricos recopilados de diversas fuentes confiables, como el Instituto Español de Comercio Exterior y el Fondo Monetario Internacional, entre otros. Este conjunto de datos incluirá información sobre el volumen de comercio bilateral, la distancia geográfica, el tamaño económico de los países, y variables adicionales que se consideren relevantes para el estudio, como la moneda en la que se comercie, las diferencias culturales y lingüísticas.

El uso de un modelo econométrico nos permitirá cuantificar la importancia de cada una de estas variables en la determinación del volumen de comercio entre España y sus socios. Además, permitirá evaluar si la realidad del comercio internacional de España se ajusta a las predicciones del modelo gravitacional y en qué medida las excepciones a este modelo pueden explicarse a través de otras variables.

Por último, el modelo econométrico también nos permitirá hacer proyecciones sobre el futuro del comercio internacional de España en diferentes escenarios. Por ejemplo, las consecuencias de las fluctuaciones económicas.

A través de este riguroso análisis cuantitativo, este Trabajo de Fin de Grado aspira a proporcionar una perspectiva más clara y matizada del comercio internacional de España y a ofrecer ideas y recomendaciones útiles para los responsables de la política económica y comercial, así como para los actores del sector privado y la academia.

MARCO TEÓRICO

I. Un recorrido por la historia del comercio

Según Hill (2001), se puede fechar el inicio del comercio y, con ello, el intercambio y la intermediación, en el surgimiento de las primeras sociedades. El individuo comenzó a convivir con sus semejantes con el objetivo de encontrar medios de subsistencia más efectivos al darse cuenta de que no podía satisfacer todas sus necesidades por sí solo.

La génesis del comercio se produjo cuando un individuo de la sociedad advirtió que poseía bienes no esenciales para su uso inmediato y, simultáneamente, otro miembro de la sociedad tenía bienes de los que carecía. En consecuencia, se planteó un trueque de esos bienes con el objetivo de satisfacer mutuamente las necesidades de ambos. En este punto, emergió el proceso de intermediación: el comerciante adquiriría bienes no para cubrir una necesidad personal, sino para facilitar esos bienes a otro individuo que sí necesitaba cubrir dicha necesidad (Vallejo y Andrea, 2011)

El ganado, en latín "pecus", fue la primera forma predominante de intercambio, lo que originó conceptos como "pecunia" (dinero) y "valor pecuniario", una frase que todavía se utiliza ampliamente. Con la introducción del dinero como principal instrumento de cambio, el comercio se afianzó y experimentó un desarrollo significativo en el mundo antiguo. (Vallejo y Andrea, 2011)

El término "comercio" deriva de la palabra latina "commercium", compuesta por "cum" y "merx", que se interpreta como "con mercancías". (Etimologías de Chile, s. f.) La actividad conocida como comercio internacional ocurre cuando estas transacciones o intercambios de bienes y servicios se realizan entre personas, empresas u otras entidades radicadas en diversas naciones. (Hill, 2001)

Los elementos y rasgos fundamentales del comercio nacional e internacional pueden ser considerados los mismos para ambos comercios. Sin embargo, en el contexto contemporáneo, resulta de gran relevancia el comercio internacional para todos aquellos países que están envueltos en él. Su trascendencia no se circunscribe únicamente al ámbito económico, sino que se extiende a la esfera política otorgando a los Estados la oportunidad que llevar a cabo diversas medidas que permite generar beneficios en moneda extranjera, necesarios para el mantenimiento o expansión de sus economías, así como, les otorgan visibilidad y relevancia en el escenario mundial. (Vallejo y Andrea, 2011)

Según Hill (2001), durante la era del mercantilismo surgieron destacados autores, denominados clásicos del comercio internacional, como David Ricardo y Adam Smith, entre otros. Estos autores otorgaron a esta actividad un notable valor desde un enfoque económico, pero, además, en términos políticos y jurídicos. El individuo, según los mercantilistas, debe estar subordinado al Estado para que éste pueda beneficiarse preferencialmente de la explotación de los recursos. Estos intelectuales hicieron contribuciones significativas al desarrollo de la denominada teoría clásica del comercio internacional, que continúa teniendo un impacto significativo en cualquier asunto económico que haga referencia al comercio internacional.

Antes de avanzar en profundizar las teorías descritas anteriormente es necesario realizar una distinción entre dos términos, normalmente utilizados como sinónimos. Se trate del comercio exterior y el comercio internacional. Según Hill (2001), el comercio internacional hace referencia a la actividad en su totalidad, donde se incluye todas las reglas, especificaciones y normas que regulan la actividad en sí misma, con independencia del país o los diversos países que la practiquen. Por otro lado, el comercio exterior alude a la relación económica y jurídica que se ha establecido entre dos o más países detalladamente identificados en un momento y lugar determinados.

II. Evolución y Transformación del Sector Exterior en España: Un Análisis Histórico y Contemporáneo.

La evolución del comercio exterior español en las últimas cinco décadas refleja un recorrido dinámico y desafiante, que se ha visto fuertemente influenciado por los cambios políticos, económicos y sociales tanto a nivel nacional como internacional. En este período, España ha pasado de una economía autárquica y relativamente aislada a ser una de las economías más abiertas del mundo, integrada en redes comerciales globales y participando activamente en los mercados internacionales. (Moral, 2022)

En la década de 1975 a 1984, los países desarrollados vivieron una crisis económica provocada en gran medida por la subida de los precios del petróleo y la consiguiente primera crisis energética de 1973. Aunque España se vio afectada de forma tardía a este suceso, la crisis fue más severa y se agudizó con su transición política a la democracia, así como por los desafíos económicos generados por una estructura productiva y una institucionalidad anticuada. Por ello, España aún no había realizado las reformas económicas necesarias cuando se produjo la segunda crisis energética en 1979, lo que acentuó los resultados negativos de la crisis. A pesar de estos obstáculos, es importante reconocer el empeño coordinado de todos los actores económicos y sociales, siendo la firma de los Pactos de la Moncloa en 1977 un importante punto de inflexión. Estos pactos ayudaron a regular las tarifas del petróleo. Con la pérdida de una verdadera convergencia como resultado, este período recesivo provocó un importante retroceso en relación con las naciones de nuestro entorno. Sin embargo, la economía española se fortaleció y se colocó en posición de crecimiento futuro como resultado de importantes reformas que se implementaron a partir de 1984. (Moral, 2022)

Según Moral (2022), el punto de inflexión importante para la economía española se produjo con la ratificación del Acta de Adhesión a la Comunidad Económica Europea (CEE) por parte del Reino de España en 1985. La esperanza que despertó la adhesión a la CEE y la puesta en marcha interna de reformas económicas se tradujo en una notable expansión del PIB en el transcurso de los próximos cinco años. La disminución en los costos de energía provocada

por la caída en los precios del petróleo y la depreciación del dólar fueron algunos factores externos positivos adicionales que contribuyeron a este repunte. El hecho de que España ya tuviera una economía desarrollada hizo que el crecimiento no fuera tan rápido como en períodos anteriores, pero en esta etapa se produjo una reactivación del mercado laboral, en parte debido a la legalización de los contratos temporales en 1984. En la misma línea, hubo un aumento de la formación bruta de capital fijo y de la inversión extranjera directa en previsión de los acontecimientos mundiales de 1992.

En años anteriores, las políticas fiscales expansivas que tenían como objetivo aumentar el gasto público para fundear la transformación industrial y otras iniciativas sociales llevaron a un aumento del déficit público como resultado de la falta de compensación de ingresos. Dado que las tasas de interés incrementaron como resultado de la expansión del déficit, la inversión privada se vio restringida. Una disminución de la inversión extranjera directa tras la crisis económica mundial de 1993, junto con la conclusión de una importante infraestructura construida antes de los acontecimientos de 1992 como fue el AVE, contribuyeron a la desaceleración del crecimiento económico. Los efectos de la recesión sobre el PIB y el empleo alcanzaron sus peores niveles en décadas. Las medidas presupuestarias que se implementaron rápidamente para reducir el déficit público y la depreciación de la peseta en 1993, que incentivaron las exportaciones y aumentaron la contribución de la demanda externa al crecimiento económico, hicieron que este período de dificultad durara solo unos trimestres. Aun así, en este punto de la crisis, hubo una pérdida de convergencia con Europa. (Moral, 2022)

El descenso de los tipos de interés y el control de la inflación, que provocaron la expansión económica más pujante de la historia reciente de España, fueron factores clave en el ingreso del país en la Unión Monetaria. A la luz de este desarrollo, la economía de España ahora se considera una de las más sólidas de la UE. (Moral, 2022)

Según Moral (2022), se observó que el PIB real creció significativamente durante este tiempo, y el crecimiento de la población también fue notable. La mayor esperanza de vida y la afluencia de inmigrantes fueron las principales causas de este crecimiento demográfico. La economía española se expandió a un ritmo moderadamente rápido durante este tiempo, lo que permitió duplicar el PIB per cápita.

Del mismo modo, durante este tiempo cambió la estructura productiva de la economía española. Mientras que los sectores de la construcción y los servicios experimentaron un crecimiento sin precedentes, los sectores primario y secundario vieron disminuir su importancia. Asimismo, la distribución del empleo entre las distintas actividades económicas también cambió como resultado de este cambio, con un aumento en la participación de los servicios y la construcción y una disminución de la importancia de la agricultura y la industria. Además, España pudo cerrar la brecha del PIB per cápita con las naciones de la UE-27 durante esta fase de expansión, demostrando cierto grado de convergencia con estas naciones. (Moral, 2022)

A partir de 2008, la economía española entró en una grave crisis, que se refleja en la caída del Producto Interior Bruto (PIB) per cápita entre 2008 y 2013, siendo 2009 el año más afectado. A diferencia de las crisis anteriores, esta fue inusual porque la disminución del crecimiento de la población que comenzó en 2009 ayudó a contener la caída del PIB per cápita. (Moral, 2022)

Según Moral (2022), El cambio más notable en la estructura productiva de España durante este momento crucial fue el declive de las industrias manufacturera y de la construcción. Durante este tiempo se perdió una cantidad considerable de puestos de trabajo, particularmente en la manufactura y la construcción. La crisis supuso un importante paso atrás para la economía española en comparación con otras naciones de la UE-27. Las economías de España e Italia se vieron más gravemente afectadas que las de países como Alemania, Francia e Italia.

Hay muchos factores, incluidos problemas globales y aspectos de la economía española, que contribuyeron a que España entrara en esta "Gran Recesión". Entre los factores internos destacan el estallido de la burbuja inmobiliaria, el mercado laboral desequilibrado y el alto nivel de endeudamiento del sector privado. España experimentó una crisis de proporciones sin precedentes en su deuda soberana a partir del segundo semestre de 2011, lo que incrementó el coste de obtención de financiación de la deuda pública en los mercados globales. (Moral, 2022)

Según Moral (2022) la recesión de 2008 fue tan severa que las reformas estructurales importantes fueron esenciales para corregir los desequilibrios existentes. A pesar de los avances, todavía es necesario implementar algunas reformas. Sin embargo, la recuperación de la demanda interna fue el principal motor de esta nueva etapa de expansión. Desde 2014, los datos económicos han mostrado una evolución positiva, lo que marca el comienzo de una recuperación económica. Después de eso, el crecimiento económico real comenzó a desacelerarse, pero luego se hizo evidente. Esta positiva evolución se reflejó en el mercado laboral con un aumento del número de empleados, aunque no se alcanzaron los niveles de empleo de 2008. Durante este ciclo de crecimiento, al sector industrial le ha ido muy bien, manteniendo su participación en el PIB y ralentizando el proceso de desindustrialización. Esto se tradujo en una creación neta de empleo. El número de puestos de trabajo aumentó significativamente en comparación con el año anterior.

El crecimiento de las economías occidentales comenzó a desacelerarse hacia fines de 2019. Un nuevo virus, COVID-19, que apareció en 2020 obligó a China a adoptar medidas de confinamiento, alterando las cadenas de suministro y deteniendo la producción, lo que empeoró drásticamente la situación. Debido al COVID-19, una situación sin precedentes en tiempos de paz que dañó gravemente todos los aspectos de la economía, Europa también adoptó duras medidas de contención en marzo de ese año. (Moral, 2022)

La mayor contracción del PIB real español en tiempos de paz se vivió en el segundo trimestre de 2020, su mayor caída hasta la fecha. Sin embargo, la respuesta a la crisis y los recursos utilizados para manejarla impidieron que el impacto sobre el empleo fuera tan severo, permitiendo una recuperación relativamente rápida. (Moral, 2022)

Debido a los brotes persistentes de nuevas variantes del virus, en 2021 se observaron signos de crecimiento económico, aunque a un ritmo más lento de lo previsto. Otros sectores económicos también mostraron signos de recuperación. Pasado la época de COVID-19 la economía de forma moderada volvió a aumentar, aunque no por mucho tiempo, ya que la guerra de Ucrania dio lugar a grandes alteraciones en el comercio internacional, así como, los precios de los bienes aumentaron considerablemente. Aun no estamos a tiempo de observar las consecuencias finales de esta guerra. No obstante, la inflación ha disminuido y el comercio internacional avanza de forma constante. (Moral, 2022)

III. Características del comercio exterior español.

Según el Instituto Español de Comercio Exterior (2023) España presenta una economía notablemente diversificada, caracterizada por la exportación de una variedad de bienes que abarcan múltiples sectores. Los automóviles, uno de los principales productos de exportación del país, evidencian la solidez de la industria automotriz española. Tanto las empresas automotrices nacionales como las internacionales producen en España una vasta gama de vehículos, desde coches hasta camiones y autobuses, convirtiéndola en uno de los mayores fabricantes de automóviles en Europa.

Según el Observatorio de Complejidad Económica (2023), La maquinaria y equipos constituyen otro sector crucial de las exportaciones españolas. Esta categoría comprende una amplia gama de productos, que incluyen desde maquinaria industrial hasta equipos de informática y tecnología de la información. La exportación de estos bienes resalta la relevancia de la industria tecnológica y de fabricación de maquinaria dentro de la economía española. El sector farmacéutico en España también contribuye significativamente a las exportaciones del país. Con una industria farmacéutica robusta, España exporta una diversidad de medicamentos y productos relacionados, reafirmando su relevancia en el panorama global de la salud. Los alimentos y bebidas son otro componente integral de las exportaciones españolas. Como un país mediterráneo rico en cultura gastronómica, España es un exportador importante de productos alimenticios. Esto incluye vinos de reconocido prestigio mundial, aceite de oliva de alta calidad, frutas y hortalizas frescas y vibrantes, y productos cárnicos únicos como el jamón ibérico. Finalmente, los bienes de consumo diversificados, que abarcan desde textiles hasta productos electrónicos, también representan una proporción significativa de las exportaciones españolas. Este sector demuestra la diversidad y amplitud de la producción industrial y manufacturera en España.

Estas exportaciones fluyen hacia una variedad de países, reflejando las extensas relaciones comerciales de España. Dentro de la Unión Europea, los principales destinos de exportación de España son Francia, Alemania e Italia. (Observatorio de Complejidad Económica, 2023).

Francia, como vecino geográfico cercano y socio comercial clave de España, es el principal destino de las exportaciones españolas. El comercio entre estos dos países abarca una amplia gama de bienes, desde automóviles y maquinaria hasta alimentos y productos farmacéuticos. Además, la estrecha relación comercial entre España y Francia se ve reforzada por su conexión dentro de la Unión Europea, que facilita el comercio a través de la eliminación de las barreras comerciales. Alemania, la economía más grande de Europa, es otro destino principal de las exportaciones españolas. Aunque Alemania es conocida por su industria automotriz, también importa una cantidad significativa de automóviles de España. Otros bienes que Alemania importa de España incluyen maquinaria y equipos, alimentos, y productos farmacéuticos. Italia, otro socio comercial importante dentro de la Unión Europea, también recibe una cantidad considerable de exportaciones de España. Al igual que con Francia y Alemania, el comercio entre España e Italia es facilitado por su membresía en la Unión Europea. (Observatorio de Complejidad Económica, 2023)

Fuera de la Unión Europea, Estados Unidos y China son dos de los principales destinos de las exportaciones españolas. En el caso de Estados Unidos, las exportaciones españolas varían desde vinos y alimentos gourmet hasta maquinaria y equipos. En cuanto a China, aunque las exportaciones son menores en comparación con otros países, aún son notables,

particularmente en áreas como la maquinaria y los equipos. (Observatorio de Complejidad Económica, 2023)

Según el Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (2021), el caso de Estados Unidos, la relación comercial se rige por la Asociación Transatlántica de Comercio e Inversión (TTIP, por sus siglas en inglés), un acuerdo comercial multilateral que busca reducir las barreras comerciales. Aunque las negociaciones para este acuerdo se han estancado durante varios años, los principios de la TTIP siguen influyendo en las relaciones comerciales entre la UE y Estados Unidos.

En cuanto a China, la UE ha establecido una serie de diálogos económicos y comerciales para abordar cuestiones de interés mutuo. Aunque no existe un acuerdo de libre comercio formal entre la UE y China, la relación comercial se rige por un marco de cooperación que se centra en el diálogo y la resolución de problemas. (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2021)

Por último, vale la pena mencionar el acuerdo comercial entre la UE y el Mercado Común del Sur (Mercosur), que incluye a países como Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. Este acuerdo, que aún está en proceso de ratificación, creará uno de los mayores espacios de libre comercio del mundo, beneficiando a España por su fuerte conexión histórica y cultural con América Latina. (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación, 2021)

IV. Evolución sobre las principales teorías del comercio internacional.

1. Mercantilismo (siglos XVI-XVIII):

Desde el siglo XVI hasta finales del siglo XVIII, el mercantilismo fue la teoría económica dominante en Europa. La acumulación de riqueza de la nación, particularmente en forma de oro y plata, era el objetivo principal del mercantilismo. Las reservas de metales preciosos de un país, según la teoría mercantilista, determinan su riqueza y prosperidad. Se creía que el éxito de cada país tenía un efecto igual y opuesto en todas las demás naciones, haciendo de la economía global un juego de suma cero. Las naciones compitieron así por una cantidad finita de riqueza. (Gaytán, 2005)

En esta teoría, según Gaytán (2005), el comercio jugó un papel clave. Los mercantilistas preferían una balanza comercial positiva, en la que las exportaciones superaban en número a las importaciones. Esto se debe al hecho de que las exportaciones trajeron oro y plata a una nación (porque se pagaron con estos metales), mientras que las importaciones provocaron un flujo de estos metales fuera de la nación. Para reducir las importaciones y promover las exportaciones, los mercantilistas impulsaron políticas proteccionistas como aranceles elevados y restricciones a la importación.

Además, el mercantilismo implicó un nivel significativo de intervención económica del gobierno. Los gobiernos que practicaban el mercantilismo ayudaron activamente en la creación de riqueza mediante la aplicación de leyes que otorgaban al gobierno el monopolio de determinadas industrias, otorgaban derechos exclusivos a las empresas comerciales y apoyaban los esfuerzos de exploración de mercados. (Gaytán, 2005)

Según Gaytán (2005), La crítica más común al mercantilismo es que ve el comercio como un juego de suma cero, donde uno solo puede tener éxito a expensas de los demás. Esto no tiene en cuenta las ventajas del comercio recíproco, así como la posibilidad de que el comercio sea un juego con un resultado general positivo para todos los participantes. En oposición directa a las ideas mercantilistas, la teoría del valor trabajo de Adam Smith y la teoría de la ventaja comparativa de David Ricardo establecieron el libre comercio.

2. Teoría de la Ventaja Absoluta – Adam Smith (1776).

Uno de los padres de la economía moderna, Adam Smith, introdujo el concepto de ventaja absoluta en su influyente libro "La riqueza de las naciones" en 1776. Smith argumentó que el verdadero camino hacia la riqueza y la prosperidad nacional no se encontraba en la acumulación de metales preciosos, sino más bien en la liberalización del comercio y la producción efectiva, desafiando directamente al mercantilismo, ideología imperante de la época hasta el momento. (Berumen, 2006)

Según Berumen (2006), de acuerdo con la teoría de la ventaja absoluta, las naciones se benefician al producir y exportar los bienes y servicios que pueden hacerlo de manera más económica y efectiva que otras naciones. En otras palabras, un país tiene una ventaja absoluta si puede producir más de un bien o servicio utilizando la misma cantidad de insumos que otro país.

La teoría de la ventaja absoluta aboga por el libre comercio y la cooperación internacional porque piensa que todos los países pueden beneficiarse del comercio, en contraste con el mercantilismo, que favorece las políticas proteccionistas y ve el comercio como una competencia con un solo ganador. comercio y conocimientos especializados. (Berumen, 2006)

Esta teoría contaba con una limitación notable. El autor, según Berumen (2006), no supo explicar qué pasaría si un país pudiese lograr la producción de todos los bienes y servicios de forma más eficiente que otra nación. Según la teoría de Smith, no habría incentivo para el comercio en este escenario. En este punto es donde David Ricardo, un economista británico, avanzó en la teoría de Smith con su propia teoría de la ventaja comparativa.

3. Teoría de la Ventaja Comparativa – David Ricardo

Según Bajo (1991) el costo de oportunidad debe entenderse a fondo para comprender completamente la teoría de la ventaja comparativa. Esta frase, que es esencial para comprender la economía, denota el costo en el que se incurre cuando se elige una opción económica a expensas de otra. En esencia, al elegir una opción, se ignora el valor de la siguiente mejor opción.

En el contexto de la teoría de la ventaja comparativa, el costo de oportunidad se utiliza para evaluar la eficacia de una nación en la producción de un bien en particular en comparación con otros bienes. Es posible que una nación tenga la capacidad de producir varios bienes con mayor eficacia que otras naciones, dando lugar a lo que se conoce como ventaja absoluta. Ricardo respondió que la eficiencia relativa, no la eficiencia absoluta, es lo que importa para el comercio. En otras palabras, el énfasis debe estar en quién tiene el costo de oportunidad más bajo de producir un bien en lugar de quién puede producir ese bien de manera más efectiva en general. Lo que define la ventaja comparativa es este marco de eficiencia relativa. (Bajo, 1991)

De esta manera, la teoría de Ricardo sugiere que cada nación debe concentrarse en producir los bienes en los que tiene una ventaja comparativa y luego usar el comercio para adquirir los bienes en los que tiene una desventaja comparativa. Según Ricardo, todas las partes involucradas en este intercambio de bienes se beneficiarán de él. La razón detrás de esta afirmación es que al centrarse en productos en los que tienen una ventaja comparativa, las naciones estarían produciendo de la manera más eficaz posible y maximizando la producción global total. (Bajo, 1991)

La teoría de Ricardo se basa en una serie de presunciones, incluida la de que los mercados son perfectamente competitivos y que los recursos pueden moverse libremente entre industrias dentro de una nación, lo que debe tenerse en cuenta. Aunque es posible que estas suposiciones no reflejen con precisión la realidad, la teoría de la ventaja comparativa sigue siendo un pilar clave para comprender los fundamentos del comercio mundial. Además, constituye un argumento convincente a favor de la cooperación global y la liberalización del comercio al argumentar que cuando las naciones comercian en función de sus ventajas comparativas, pueden lograr una mayor eficiencia y prosperidad que si decidieran producir todos sus propios bienes. (Bajo, 1991)

4. Teoría de Heckscher – Ohlin

Los economistas Eli Heckscher y Bertil Ohlin desarrollaron la teoría de Heckscher-Ohlin, un marco fundamental en la economía internacional que ofrece una explicación detallada de los patrones comerciales entre naciones. Esta teoría, a la que a veces también se hace referencia como la teoría H-O, se basa en la noción de que las naciones comercian entre sí para aprovechar sus ventajas individuales en términos de los recursos que tienen a su disposición, o lo que son denominados factores de producción. (Bajo, 1991)

Según Bajo (1991), en economía, los recursos utilizados para producir bienes y servicios se denominan factores de producción. Por lo general, estos se dividen en tres grupos: capital (que incluye equipos, instalaciones e infraestructura tecnológica) y tierra (que incluye todos los recursos naturales). La teoría de Heckscher-Ohlin establece que cada nación tiene una dotación diferente de estos factores.

Esta teoría afirma que los bienes y servicios difieren en términos de sus requisitos de factores de producción además de las diferencias en la dotación de factores. Hay algunos productos y servicios que requieren mucha mano de obra para producirlos. Por otro lado, algunas industrias requieren mucho capital, lo que significa que su producción depende en gran medida de equipos, edificios y otros tipos de capital. (Bajo, 1991)

Siguiendo estos supuestos, la teoría de Heckscher-Ohlin sugiere que las naciones tienen una propensión a exportar bienes y servicios intensivos en el factor de producción que tienen en abundancia mientras importan bienes y servicios intensivos en el factor de producción que tienen en menor cantidad. Siguiendo esta teoría, una nación con excedente de mano de obra, pero poco capital normalmente se concentrará en producir y exportar bienes que requieran mucho trabajo, mientras importa bienes que requieran mucho capital.

Con esta estrategia, se sugiere que los países puedan beneficiarse de la especialización y la división del trabajo a través del comercio internacional y, al mismo tiempo, aprovechar al máximo sus respectivas dotaciones de factores de producción. (Bajo, 1991)

Aun así, a pesar de ser útil para explicar algunos patrones comerciales, esta teoría con frecuencia no llega a explicar completamente los patrones comerciales que se observan realmente. Para ejemplificar, hay casos en los que las naciones exportan bienes que están muy concentrados en el recurso que escasea en su economía. Junto con estos, es importante considerar cómo los patrones comerciales pueden verse afectados por elementos como las barreras comerciales, las disparidades tecnológicas entre las naciones y las preferencias de los consumidores. (Bajo, 1991)

V. Principios y Aplicaciones del Modelo Gravitacional en el Comercio Internacional, un enfoque conceptual

El modelo gravitacional es una teoría ampliamente utilizada en economía internacional para explicar los patrones de comercio entre países. Fue desarrollado inicialmente en la década de 1960, pero sus fundamentos teóricos y su aplicación han evolucionado considerablemente desde entonces. (Krugman, 2006)

El modelo gravitacional se deriva de la ley de gravitación de Newton, que establece que la fuerza de atracción entre dos cuerpos es directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. En economía, esta ley se interpreta para implicar que el volumen de comercio entre dos países es proporcional al tamaño de sus economías (o PIB) y se reduce a medida que aumenta la distancia entre ellos. (Krugman, 2006)

Este modelo fue desarrollado y promovido por el economista neerlandés Jan Tinbergen, ganador del Premio Nobel de Economía. En su versión más simple, el modelo gravitacional establece que el comercio entre dos países es una función de su tamaño económico y la distancia entre ellos. Tinbergen y otros economistas también incluyeron otros factores, como los acuerdos comerciales bilaterales, las barreras comerciales y la similitud cultural, en sus modelos gravitacionales. (Lacaze, 2022)

Aunque el modelo gravitacional se usaba ampliamente para explicar los patrones de comercio, los fundamentos teóricos detrás de él no se entendían completamente hasta finales del siglo XX. James Anderson y Eric van Wincoop fueron dos de los principales economistas que contribuyeron a este entendimiento. En un artículo seminal publicado en 2003, explicaron cómo el modelo gravitacional puede derivarse de las teorías estándar de comercio internacional, que asumen que los consumidores tienen una preferencia por la variedad y que los costos de transporte (incluyendo el tiempo y el dinero) son una barrera para el comercio. (Lacaze, 2022)

Anderson y Van Wincoop también resaltaron la importancia de los "costos de comercio multilaterales", que son los costos de comercio de un país con todos sus socios comerciales, y mostraron cómo estos deben incluirse en el modelo gravitacional. (Lacaze, 2022)

En las últimas décadas, el modelo gravitacional ha sido refinado y extendido de varias maneras. Algunos economistas han desarrollado "modelos gravitacionales estructurales", que intentan modelar los fundamentos microeconómicos del comercio y los costos de transporte más detalladamente. Otros han utilizado el modelo gravitacional para estudiar cuestiones específicas, como el efecto de la pertenencia a la Unión Europea o a la Zona de Libre Comercio de América del Norte en el comercio. (Krugman 2006)

En términos prácticos, el modelo gravitacional se utiliza comúnmente para prever los efectos de los acuerdos comerciales o las políticas comerciales sobre los flujos de comercio.

También se utiliza para entender cómo factores como la distancia, la cultura, la historia y la geografía afectan al comercio internacional. (Krugman, 2006)

Según Krugman (2006) el modelo gravitacional resultado efectivo dado que, de manera general, las economías robustas suelen invertir considerablemente en importaciones debido a sus altos ingresos. Además, suelen ser grandes receptores del gasto de otras naciones ya que producen una diversidad de bienes. Así, el comercio entre dos economías cualesquiera tiende a incrementarse conforme aumenta el tamaño de cualquiera de las economías involucradas.

DESARROLLO

I. Metodología y determinantes del modelo

Una vez que hemos explicado el modelo, llevamos a cabo un modelo econométrico acerca de ello sobre las variables determinantes para el comercio exterior en el año entre los años 2010 y 2019. Para ello, a raíz de la fórmula principal del modelo gravitacional:

$$C_{esp;pi} = G \times [(PIB_{esp}^{\beta_1} \times PIB_{pi}^{\beta_2}) / Distancia_{esp;pi}^{\beta_3}] \quad (1)$$

Siendo:

i = número de países = [1 – 16]

$C_{esp;pi}$ = Comercio entre España y el país i

G = Constante del modelo

PIB_{esp} = PIB de España

PIB_{pi} = PIB del país i

(En ambas variables utilizaremos el PIB per cápita para dar con resultados más verídicos)

$Distancia_{esp;pi}$ = Distancia entre Madrid y la capital del país i

De igual manera, continuando con la lógica del modelo, los parámetros G , β_1 , β_2 , β_3 serán mayores que la ordenada en origen.

Aplicamos las propiedades del logaritmo de una potencia, de un producto y de un cociente transformamos nuestro modelo (1) en una ecuación lineal:

$$\ln(C_{esp;pi}) = \ln [G * (PIB_{esp}^{\beta_1} * PIB_{pi}^{\beta_2}) / Distancia_{esp;pi}^{\beta_3}] =$$

$$\ln(C_{esp;pi}) = \ln(A) + \ln(PIB_{esp}^{\beta_1}) + \ln(PIB_{pi}^{\beta_2}) - \ln(Distancia_{esp;pi}^{\beta_3})$$

Dado que la constante G nos resulta desconocida procederemos a introducirla en el término error, quedando nuestro modelo de la siguiente manera:

$$\ln(C_{esp;pi}) = \beta_1 * \ln(PIB_{esp}) + \beta_2 * \ln(PIB_{pi}) - \beta_3 \ln(Distancia_{esp;pi}) + \varepsilon \quad (2)$$

En ella añadiremos a continuación nuevas variables que pueden resultar determinantes para el estudio del comercio internacional en España:

$$\ln(C_{esp;pi}) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(PIB_{esp}) + \beta_2 * \ln(PIB_{pi}) - \beta_3 \ln(Distancia_{esp;pi}) + \beta_4 * Idioma_{pi} + \beta_5 (Euro_{pi}) + \beta_6 * Cultura_{pi} + \varepsilon \quad (3)$$

Donde:

Idioma_{pi} : será una variable ficticia que tomará valores 1 si comparte el idioma con España y 0 si no lo comparte

Euro_{pi} : será una variable ficticia que tomará valores 1 si la moneda del país corresponde al euro y 0 si no lo es

Cultura_{pi} : será una variable ficticia que tomará valores 1 para aquellos países que hayan sido en algún momento colonia de España y 0 para los que no.

Una vez que sabemos el modelo que vamos a llevar a cabo (3), necesitamos realizar un archivo, en nuestro caso, utilizaremos la herramienta excel, donde podamos juntar todos los datos descritos anteriormente para poder adjuntarlos a posteriori en gretl como datos de sección cruzada.

Puesto que no realizaremos un análisis de todos los países, hemos seleccionado aquellos de la zona Euro con mayor número de exportaciones por parte de España. Estos son: Francia, Alemania, Italia, Portugal, Bélgica, Países Bajos, Polonia e incluimos en este listado a Reino Unido, aunque ya no sea considerado un país perteneciente a la Unión Europea. Además, introducimos las grandes potencias mundiales: Estados Unidos, Japón y China y países latinoamericanos, algunos de habla hispana y otros no, para así poder estudiar en profundidad si el idioma es determinante en el comercio internacional. Estos países son: Argentina, México, Chile y Brasil. Por último, añadimos Marruecos por cercanía y por su fuerte comercio internacional con España.

Una vez que hemos seleccionado los países a examinar recogemos los datos sobre el comercio internacional a través de la fuente de datos del ICEX, Instituto de Comercio Exterior. Los datos sobre el PIB pc tanto de España como del resto de países a través del Fondo Monetario Internacional, y por último, la distancia en km entre los centros de cada país con España a través de Geodatos

Finalmente nos queda un archivo de la siguiente manera (ej 2010):

País	C(esp;pi)	PIB pc esp	PIB pi	Distancia (esp;pi)	Idioma	Euro	Cultura
Alemania	-8598378,29	30566,88	42379,71	1617	0	1	0
Argentina	-946268,68	30566,88	10412,97	10647	1	0	1
Bélgica	-659067,67	30566,88	44448,17	1286	0	1	1
Brasil	-846551,09	30566,88	11333,02	7834	0	0	0
Chile	-444177,46	30566,88	12723,06	10913	1	0	1
China	-16252984,21	30566,88	4499,803	8809	0	1	0
Estados Unidos	-3058011,86	30566,88	48586,29	7607	0	0	1

Francia	7903849,99	30566,88	42178,58	802	0	1	0
Italia	-476818,48	30566,88	35815,62	1376	0	1	1
Japón	-2054070,90	30566,88	45135,8	10672	0	1	0
Marruecos	735475,40	30566,88	3134,699	1008	0	0	0
México	-163917,34	30566,88	9299,455	9042	1	0	1
Países Bajos	-4799136,74	30566,88	51165,82	1470	0	1	1
Polonia	-265614,56	30566,88	12510,81	2163	0	0	0
Portugal	7981548,72	30566,88	22539,04	400	0	0	1
Reino Unido	596658,44	30566,88	39736,21	1658	0	0	0

Tabla1: Tabla de datos. Fuente: Instituto de Comercio Exterior (ICEX) y del Fondo Monetario Internacional (FMI) y GeoDatos.

En la segunda, tercera y cuarta columna nos encontramos con las exportaciones, importaciones y las exportaciones netas de los países detalladas en la columna 1 con España. Estos valores se encuentran en euros.

La quinta y sexta columna hace referencia a PIB per capita de España y del resto de países en dolars.

La última variable no real o cuantitativa se encuentra en la columna siete, la distancia entre los España y el resto de países. Los valores de esta variable se expresan en km.

Por último, nos encontramos con las variables dummy o ficticias, idioma, euro y cultura que toma valores 1 y 0.

Realmente al encontrarnos con datos de sección cruzada (16 países) y series temporales (10 años) nos encontraríamos con datos de panel. Los datos de panel se caracterizan por poder examinar cómo cambian las variables económicas para un individuo, en nuestro caso, un país a lo largo del tiempo y, asimismo, nos permite comparar las mismas variables entre los diferentes individuos o países.

Dado que nos resulta más sencillo estudiarlo con datos de sección cruzada o series temporales de forma individual, realizaremos un estudio de los 10 años de forma separada, realizando 10 regresiones para cada año. Finalmente evaluaremos los coeficientes de cada una de las variables de forma temporal.

II. Elaboración del modelo ideal, año 2010.

Antes de empezar con el modelo veremos visualmente a través de unos gráficos como estas variables se relacionan con la variable dependiente:

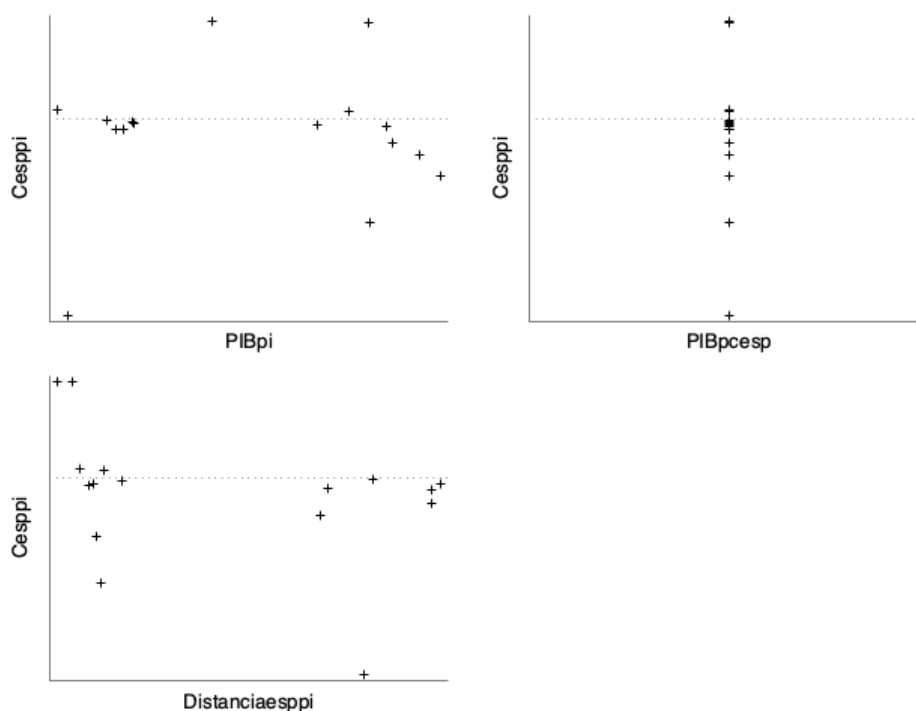


Gráfico 1: Gráfico de dispersión entre las variables cuantitativas independientes y nuestra variable dependiente

En el gráfico de arriba a la izquierda no se puede observar una relación clara entre la variable del Consumo y del PIB del país i . Mientras que en la de abajo, aunque la relación no es clara de ver, si se puede observar que cuanto más es la distancia desaparecen los puntos altos en el eje Y . Por lo que podemos estar ante una relación inversa entre estas dos variables. Por último, como era de esperar el PIB español se mantiene constante.

Empezaremos elaborando el modelo para el año 2010, siendo todas nuestras variables logarítmicas excepto nuestras variables cualitativas ya que no sería correcto tomar logaritmos en ellas. El logaritmo de 0 no se encuentra definido y el logaritmo de 1 es 0 por lo que podemos dar con resultados erróneos o incompresibles.

Dado que no podemos sacar de forma directa el logaritmo de Comercio de alguno de los países puesto que hay valores negativos, decidimos aumentar la escala todas las exportaciones netas para que todas ellas queden en valor positivo. Así conseguimos poder realizar el logaritmo sin perder la variación existente entre los diferentes valores de cada una de ellas respecto a las demás. Para ello, buscamos en nuestros datos del excel cual es el valor más negativo en el comercio entre España y cualquier país y nos encontramos con un resultado de -22.342.898,35 € de balanza negativa con China. Este resultado no nos sorprende ya que es una de las grandes potencias mundiales y a la cabeza de las exportaciones mundiales. Por consiguiente, nuestras importaciones de China serán mayores que nuestras exportaciones.

Volviendo a la variable, una vez que hemos analizado este dato decidimos sumar a todos los valores de todos los años 25 millones de euros. Con esto conseguimos aumentar la escala de nuestro modelo, pero no alteramos las variaciones ni entre los países ni entre los años estudiados.

A esta nueva variable la definimos como $Cesppi_{25}$. Una vez que realizamos el logaritmo de esta junto al resto de variables cuantitativas, creamos un primer modelo con todas ellas:

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-16
 Variable dependiente: $\ln_{Cesppi25}$
 Omitidas debido a colinealidad exacta: $\ln_{PIBpcesp}$

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	16.6140	0.931714	17.83	6.57e-09	***
\ln_{PIBpi}	0.179773	0.0811509	2.215	0.0511	*
$\ln_{Distanciaesppi}$	-0.166233	0.0654334	-2.540	0.0293	**
Idioma	0.345057	0.235029	1.468	0.1728	
Euro	-0.341484	0.134248	-2.544	0.0292	**
Cultura	-0.0802160	0.148900	-0.5387	0.6019	

Imagen 1: Modelo 1. Fuente: Elaboración propia

Lo primero que podemos observar de este modelo es que la propia herramienta gretl nos elimina una de nuestras variables principales, $\ln_{PIBpcesp}$ por colinealidad exacta. La colinealidad exacta o multicolinealidad perfecta ocurre cuando una de las variables independientes, en nuestro caso, el PIB de España, resulta ser una variable que se puede predecir por una combinación de otras variables explicativas del modelo. Este problema da lugar a errores en las estimaciones ya que no puede predecir con exactitud los coeficientes de las variables colineales. Existe tres maneras de abolir este problema:

- Utilizar un método de regularización: son métodos de regresión como la regresión de crestas (ridge regression o la regresión LASSO. Estas técnicas incorporan penalizaciones en los coeficientes que ayuda a reducir el impacto de la colinealidad.
- Combinar variables. Utilizaremos este método cuando veamos una posible relación entre diferentes variables explicativas. En nuestro caso no tiene sentido realizar esta técnica ya que no resulta visible ninguna relación entre las posibles variables explicativas
- Eliminar variables: esta técnica se utiliza cuando observamos una notable correlación entre dos variables, lo que nos ocurre en nuestro modelo. En nuestro modelo podemos observar una anomalía más. Nuestra constante es altamente significativa, lo que podría explicarse como que gran parte de nuestro modelo se explica por variables no incluidas en el. Asimismo, nos damos cuenta que el valor del PIB español en el año 2010 es el mismo para todos nuestros países y por consiguiente es constante, así que nuestro problema era introducir la constante β_0 en nuestro modelo ya que el PIB español ya actúa como tal. Una vez resuelto este problema, realizamos un segundo modelo sin β_0 :

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1-16
 Variable dependiente: $\ln_{Cesppi25}$

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
$\ln_{PIBpcesp}$	1.60869	0.0902153	17.83	6.57e-09	***
\ln_{PIBpi}	0.179773	0.0811509	2.215	0.0511	*
$\ln_{Distanciaesppi}$	-0.166233	0.0654334	-2.540	0.0293	**
Idioma	0.345057	0.235029	1.468	0.1728	
Euro	-0.341484	0.134248	-2.544	0.0292	**
Cultura	-0.0802160	0.148900	-0.5387	0.6019	

Imagen 2: Modelo 2. Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en este segundo modelo eliminamos por completo la colinealidad que teníamos en el modelo 1. A continuación procedemos a estudiar los factores principales para evaluar la calidad del modelo:

En primer lugar, miramos R- Cuadrado y R-Cuadrado Ajustado. Ambas medidas nos sirven para examinar la cantidad de variabilidad de la variable dependiente que podemos explicar con las variables predictoras de nuestro modelo. Cuanto mayor sea el valor del mismo, mejor explicado habrá quedado el modelo. Normalmente utilizamos R-Cuadrado, aunque cuando queremos comparar dos modelos con distinto número de predictores utilizamos R-Cuadrado Corregido ya que toma en cuenta el número de variables independientes en el modelo. En nuestro modelo podemos observar que un 45% de nuestro modelo explica la variable dependiente.

Asimismo, nos fijamos en el estadístico F. En él se estudia como hipótesis nula, H_0 , que todos los coeficientes de nuestro modelo sean iguales a cero, esto quiere decir, que ninguna de nuestras variables independientes resulte significativa en nuestro modelo. Podemos observar que el p-valor asociado a nuestro estadístico F resulta ser igual a 0,044992. Por consiguiente, a un nivel de significación tanto del 10% como del 5% rechazamos la hipótesis nula, aceptando que sí que existen variables significativas en nuestro modelo.

Muy relacionado con lo anterior, se encuentran los p-valor de cada una de nuestras variables independientes estudiadas en el modelo. En él podemos observar que el PIB per capita de nuestro país resulta altamente significativo en nuestro modelo, seguido del PIB per capita de la distancia entre España y el resto de los países y si el país comerciante tiene o no el Euro como moneda nacional. Además, también resulta significativo al 10% el PIB per capita de los países estudiados. Entre las variables que no resultan significativas se encuentran el idioma y en gran medida la cultura.

Por último, miraremos si existe heterocedasticidad en nuestro modelo. La heterocedasticidad surge cuando la varianza de nuestros errores del modelo no es constante y, por consiguiente, rompemos la homocedasticidad, supuesto fundamental para conseguir un modelo ideal. La heterocedasticidad nos puede dar lugar a diversos problemas en nuestro modelo ya que, aunque los estimadores siguen siendo insesgados, no resultan eficientes, es decir, no tienen la mínima varianza posible.

Para saber si tenemos heterocedasticidad en nuestro modelo seguiremos dos técnicas:

Métodos gráficos. En él podremos observar visualmente si existe dispersión entre el valor absoluto o cuadrados de los errores del modelo y la variable dependiente. Si esta dispersión es constante en función de la variabilidad de las observaciones de la muestra entonces estaremos ante un caso de homocedasticidad, si, por el contrario, observamos que la dispersión de los residuos no resulta constante podremos estar en un caso de heterocedasticidad. Para comprobarlo guardaremos los residuos de nuestro modelo con una variable más y, a continuación, realizaremos un gráfico "Scatters" cuya variable Y sean los residuos y nuestro eje X la variable dependiente, $\log(\text{Cesppi25})$, dando como resultado el siguiente gráfico:

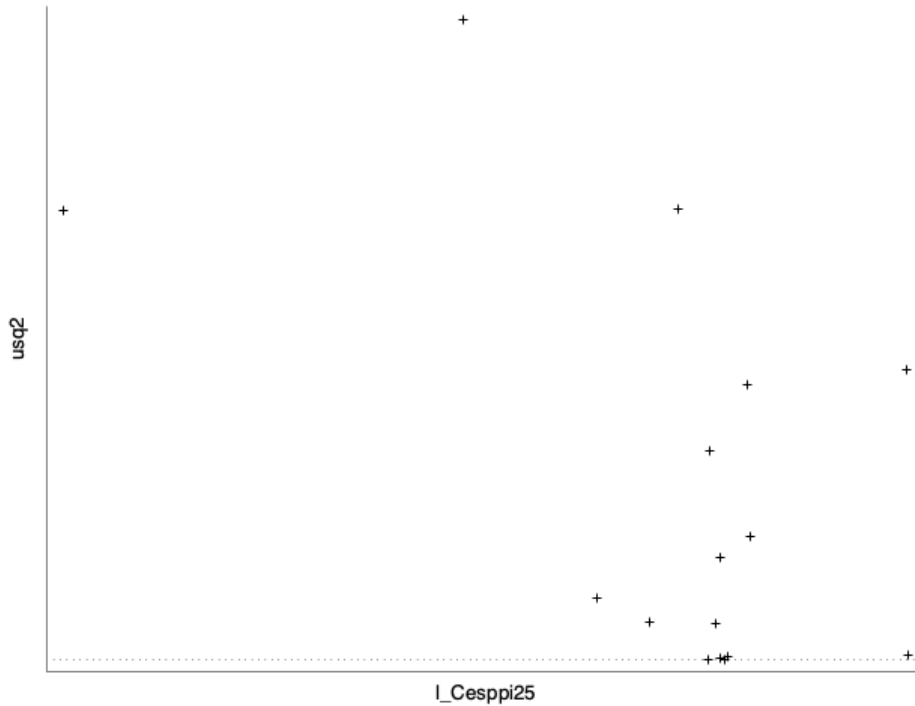


Gráfico 2: Heterocedasticidad correspondiente al Modelo 2. Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar posibles indicios de heterocedasticidad ya que la dispersión de los errores al cuadrado no resulta constante siendo valores mucho menos dispersos en la parte final de nuestro eje X. Para corroborar las sospechas, se analizará la heterocedasticidad a través del contraste de White.

Contraste de White. Es uno de los contrastes más comunes para comprobar la heterocedasticidad en una regresión. En él nos encontramos con una hipótesis nula, H_0 , que da lugar a que los errores son homocedásticos o, en otras palabras, que la varianza de los residuos permanece constante. Por consiguiente, a un p-valor bajo rechazaríamos la hipótesis nula, aceptando un supuesto caso de heterocedasticidad en nuestro modelo.

```

Contraste de heterocedasticidad de White
MCO, usando las observaciones 1-16
Variable dependiente: uhat^2
Omitidas debido a colinealidad exacta: l_PIBpcesp sq_l_PIBpcesp

```

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.992690	1.15366	0.8605	0.4146
l_PIBpi	-0.124912	0.209911	-0.5951	0.5682
l_Distanciaesppi	-0.111097	0.113809	-0.9762	0.3576
Idioma	0.0151243	0.0259217	0.5835	0.5757
Euro	0.0322261	0.0146861	2.194	0.0595 *
Cultura	-0.0585494	0.0155651	-3.762	0.0055 ***
sq_l_PIBpi	0.00703593	0.0110699	0.6356	0.5428
sq_l_Distanciaes~	0.00738989	0.00722116	1.023	0.3361

R-cuadrado = 0.802891

Estadístico de contraste: $TR^2 = 12.846248$,
con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(7) > 12.846248) = 0.075944$

Imagen 3: Contraste de White, Modelo 2. Fuente: Elaboración Propia.

Comprábamos que al 5% y al 1% nuestro p-valor es superior y por consiguiente aceptaríamos hipótesis nula, aceptando que existe homocedasticidad en nuestro modelo.

Aún así vamos a intentar mejorar nuestro modelo aún más. Dado que la variable cultura resulta ser la variable menos significativa de nuestro modelo decidimos eliminarla de nuestro modelo. Dando como resultado el modelo 3:

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 1-16
Variable dependiente: \ln_{Cesppi25}

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
\ln_{PIBpcesp}	1.61649	0.0861241	18.77	1.06e-09	***
\ln_{PIBpi}	0.161253	0.0710986	2.268	0.0445	**
$\ln_{\text{Distanciaesppi}}$	-0.156771	0.0609647	-2.571	0.0260	**
Idioma	0.268809	0.181480	1.481	0.1666	
Euro	-0.337879	0.129684	-2.605	0.0245	**

Imagen 4: Modelo 3. Fuente: Elaboración Propia.

En este nuevo modelo podemos observar que nuestras variables independientes explican mejor el modelo, prueba de ello es que el p-valor asociado al estadístico F baja de 0,044992 a 0,020735.

Asimismo, si observamos nuestro R-Cuadrado Corregido pasamos del 45% del modelo 2 al 48% de la variabilidad de nuestra variable dependiente explicada por el modelo. Una vez más comprobamos que este tercer modelo explica mejor nuestra variable explicativa.

Por último, miramos la heterocedasticidad a través del contraste de White:

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 9.5573

con valor p = $P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 9.5573) = 0.144576$

En este nuevo modelo, tanto al 1%, 5% como al 10% podemos aceptar que nuestra regresión no existe heterocedasticidad.

A modo de conclusión este tercer modelo es el mejor de los tres realizamos y será nuestro modelo final para evaluar a posteriori los coeficientes en los distintos años a estudiar.

Por último, analizaremos el significado de los coeficientes de nuestras variables del modelo final, el modelo 3:

$B_1=1,61649$. Nos indica que, si aumenta en un 1% el pib per capita español quedando el resto de las variables constantes, en promedio aumentaría un 1,61649% las exportaciones netas, es decir el comercio final entre España y un país i.

$B_2=0,161253$. Nos indica que, si aumenta en un 1% el pib per capita de un país i quedando el resto de las variables, constantes en promedio aumentaría un 0,161253% las exportaciones netas, es decir, el comercio final entre España y un país i.

$B_3=-0,156771$. Nos indica que, si aumenta en un 1% la distancia entre España y un país i quedando el resto de las variables constantes, en promedio disminuiría en un 0,156771% las exportaciones netas, es decir, el comercio final entre España y un país i.

Dado que el idioma no resulta significativo en nuestro modelo no haremos una interpretación del mismo ya que podríamos caer en un error

$B_5 = -0,337879$. Nos indica que, en promedio los países cuya moneda nacional sea el euro tendrán un 0,33% menos de comercio con España que aquellos países que su divisa no sea el euro. Esta interpretación puede distar de la realidad dado que resulta una ventaja comercializar con países con la misma moneda. Puede que el resultado se haya visto influenciado por los países que hemos recogido en la muestra, dado que hemos seleccionado países como Estados Unidos, Japón o Corea cuyo nivel de comercio internacional es extremadamente más alto que otros posibles países de la Unión Europea. Esto puede darse por diversas razones como el tamaño de población del país, mayor productividad y eficiencia en sus bienes y servicios y, por consiguiente, precios más bajos o posibles tratos comerciales con dichas naciones.

Asimismo, estudiaremos la posible correlación entre las variables:

Coeficientes de correlación, usando las observaciones 1 - 16
 Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.4973 para n = 16

\ln_{Cesppi25}	\ln_{PIBpi}	$\ln_{\text{Distanciaesp}}$	
1.0000	0.2673	-0.3987	\ln_{Cesppi25}
	1.0000	-0.2811	\ln_{PIBpi}
		1.0000	$\ln_{\text{Distanciaesp}}$

Imagen 5. Matriz de correlación. Fuente: Elaboración propia.

La matriz de correlación de la imagen 5 nos permite medir el grado de la misma entre dos o más puede variar entre -1 y $+1$, donde -1 indica una correlación negativa perfecta y, la unidad, significa una correlación positiva perfecta. Cuanto más se acerque al cero menor correlación habrá entre las variables.

Principalmente nos centramos en evaluar si existe correlación entre las variables predictoras. En la imagen podemos ver que la correlación entre la variable PIBpi y la Distancia es negativa y bastante cercana al 0 con un valor de $-0,2811$. Por ello, podemos concluir que no existe correlación entre las variables independientes y, por consiguiente, no estamos ante un caso de multicolinealidad.

Cuando se presenta la multicolinealidad, los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) siguen siendo no sesgados y consistentes, pero ya no son eficientes, es decir, ya no tienen la menor varianza en la clase de estimadores lineales no sesgados. Esto puede hacer que los coeficientes de la regresión sean imprecisos y poco confiables.

Además, puede ser difícil determinar la influencia individual de las variables independientes en la variable dependiente. Por ejemplo, si dos variables están altamente correlacionadas, puede ser difícil determinar cuál de las dos está realmente generando la relación observada con la variable dependiente.

Finalmente, la multicolinealidad puede hacer que los intervalos de confianza de los coeficientes sean más amplios, lo que a su vez puede llevar a que no se rechacen hipótesis nulas

importantes en pruebas de hipótesis. En resumen, aunque la multicolinealidad no provoca sesgo en los estimadores, puede aumentar su varianza, disminuir la precisión de las estimaciones y complicar la interpretación del modelo.

A continuación, realizaremos el mismo estudio con el resto de los años, tomando el modelo 3 como base para nuestra investigación.

Modelo para el resto de los años:

Insertamos de forma individual cada base de datos de 2011 al 2019 respectivamente en la herramienta gretl y seguimos los pasos para realizar el modelo 3 correspondiente a dichos años:

Año 2011:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.61618	0.0845261	19.12	<0.0001	***
I_PIBpi	0.154828	0.0713168	2.171	0.0527	*
I_Distanciaesppi	-0.154341	0.0588239	-2.624	0.0237	**
Idioma	0.215463	0.175558	1.227	0.2453	
Euro	-0.332280	0.126605	-2.625	0.0236	**

Tabla 2: Modelo 3.2011:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración Propia.

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 8.36528

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 8.36528) = 0.212544$

Año 2012:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.63579	0.0690183	23.70	<0.0001	***
I_PIBpi	0.146244	0.0594441	2.460	0.0317	**
I_Distanciaesppi	-0.142023	0.0480456	-2.956	0.0131	**
Idioma	0.135519	0.143997	0.9411	0.3669	
Euro	-0.286286	0.104216	-2.747	0.0190	**

Tabla3: Modelo 3.2012:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi. Fuente: Elaboración propia.

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 11.1125

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 11.1125) = 0.0849624$

Año 2013:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.63429	0.0748998	21.82	<0.0001	***
I_PIBpi	0.140460	0.0641014	2.191	0.0509	*
I_Distanciaesppi	-0.136993	0.0502887	-2.724	0.0198	**
Idioma	0.128990	0.150094	0.8594	0.4085	
Euro	-0.269598	0.108962	-2.474	0.0309	**

Tabla 4: Modelo 3.2013:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 11.6365

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 11.6365) = 0.0705864$

Año 2014:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.59823	0.0944049	16.93	<0.0001	***
I_PIBpi	0.178983	0.0805585	2.222	0.0482	**
I_Distanciaesppi	-0.141303	0.0628925	-2.247	0.0462	**
Idioma	0.170437	0.187987	0.9066	0.3840	
Euro	-0.359231	0.135796	-2.645	0.0228	**

Tabla 5: Modelo 3.2014:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 12.2621

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 12.2621) = 0.0563708$

Año 2015:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.62041	0.133319	12.15	<0.0001	***
I_PIBpi	0.223394	0.114508	1.951	0.0770	*
I_Distanciaesppi	-0.198143	0.0897673	-2.207	0.0495	**
Idioma	0.306815	0.268619	1.142	0.2776	
Euro	-0.453183	0.193894	-2.337	0.0394	**

Tabla 6: Modelo 3.2015:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración Propia.

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 13.0199

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 13.0199) = 0.0427207$

Año 2016:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.61178	0.121769	13.24	<0.0001	***
I_PIBpi	0.235851	0.105442	2.237	0.0470	**
I_Distanciaesppi	-0.206800	0.0826582	-2.502	0.0294	**
Idioma	0.316935	0.248284	1.277	0.2281	
Euro	-0.452536	0.180313	-2.510	0.0290	**

Tabla 7: Modelo 3.2016:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 13.7438

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 13.7438) = 0.032633$

Año 2017:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.59418	0.134453	11.86	<0.0001	***
I_PIBpi	0.261761	0.117357	2.230	0.0475	**
I_Distanciaesppi	-0.230618	0.0899840	-2.563	0.0264	**
Idioma	0.350017	0.270026	1.296	0.2214	
Euro	-0.500771	0.196181	-2.553	0.0269	**

Tabla 8: Modelo 3.2017:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración Propia.

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 13.4312

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 13.4312) = 0.0366779$

Año 2018:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.57131	0.152705	10.29	<0.0001	***
I_PIBpi	0.282097	0.132230	2.133	0.0562	*

I_Distanciaesppi	-0.243452	0.101366	-2.402	0.0351	**
Idioma	0.392726	0.304302	1.291	0.2233	
Euro	-0.548202	0.221927	-2.470	0.0311	**

Tabla 9: Modelo 3.2018:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 12.9597

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 12.9597) = 0.0436797$

Año 2019:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.56172	0.197272	7.917	<0.0001	***
I_PIBpi	0.345635	0.171551	2.015	0.0690	*
I_Distanciaesppi	-0.304681	0.131098	-2.324	0.0403	**
Idioma	0.527978	0.396130	1.333	0.2095	
Euro	-0.653531	0.286769	-2.279	0.0436	**

Tabla 10: Modelo 3.2019:MCO, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia

Contraste de heterocedasticidad de White -

Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]

Estadístico de contraste: LM = 12.9562

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(6) > 12.9562) = 0.0437373$

Una vez realizado todos los modelos a sus correspondientes años, podemos observar que se parecen los unos a los otros considerablemente.

El R-Cuadrado Corregido más bajo se encuentra en el modelo de 2015 con un 37,47% de la variable dependiente explicada y el porcentaje más alto se encuentra en año 2012 con un 51,69%.

En todos los modelos las variables significativas siguen siendo las mismas, es decir todas las planteadas en el mismo excepto el Idioma.

Aun así, nos encontramos con un problema. En muchos de los modelos encontramos heterocedasticidad a un nivel de significación del 5%. Para acabar con ello podemos optar por dos métodos. El primero de ellos, transformando alguna de las variables. Dado que nuestros datos son sacados de fuentes oficiales no decidimos tomar esta idea. La segunda opción y por la que nos decantaremos será realizar mínimos cuadrados generalizados, una técnica ampliamente utilizada para corregir la heterocedasticidad en las regresiones. Por ello, volveremos a hacer un cuarto modelo de esta manera con todas aquellas regresiones que

supongan heterocedasticidad a un 5%. En concreto del año 2014 en adelante. Nuestros nuevos modelos serán los siguientes:

Año 2014:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.66082	0.106039	15.66	<0.0001	***
I_PIBpi	0.131092	0.0962520	1.362	0.2004	
I_Distanciaesppi	-0.170835	0.102093	-1.673	0.1224	
Idioma	0.247886	0.227342	1.090	0.2989	
Euro	-0.294182	0.115536	-2.546	0.0272	**

Tabla 11: Modelo 4.2014:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.

Año 2015:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.61626	0.0700937	23.06	<0.0001	***
I_PIBpi	0.116034	0.0382558	3.033	0.0114	**
I_Distanciaesppi	-0.0604772	0.0629970	-0.9600	0.3577	
Idioma	0.102075	0.0994020	1.027	0.3265	
Euro	-0.241843	0.0935715	-2.585	0.0254	**

Tabla 12: Modelo 4.2015:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia

:

Año 2016:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.71098	0.0781283	21.90	<0.0001	***
I_PIBpi	0.137826	0.0541408	2.546	0.0272	**
I_Distanciaesppi	-0.215383	0.0764979	-2.816	0.0168	**
Idioma	0.305266	0.137793	2.215	0.0488	**
Euro	-0.361696	0.0976681	-3.703	0.0035	***

Tabla 13: Modelo 4.2016:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración Propia.

Año 2017:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.72400	0.0834676	20.65	<0.0001	***

I_PIBpi	0.117955	0.0593232	1.988	0.0722	*
I_Distanciaesppi	-0.223046	0.0793529	-2.811	0.0169	**
Idioma	0.310776	0.142903	2.175	0.0523	*
Euro	-0.353897	0.0953875	-3.710	0.0034	***

Tabla 14: Modelo 4.2017:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia.

Año

2018:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.71492	0.0711626	24.10	<0.0001	***
I_PIBpi	0.116307	0.0583183	1.994	0.0715	*
I_Distanciaesppi	-0.226833	0.0812556	-2.792	0.0175	**
Idioma	0.316866	0.159424	1.988	0.0723	*
Euro	-0.376167	0.107470	-3.500	0.0050	***

Tabla 15: Modelo 4.2018:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16. Variable dependiente: I_Cesppi25. Fuente: Elaboración propia

Año 2019:

	<i>Coefficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
I_PIBpcesp	1.65892	0.0617446	26.87	<0.0001	***
I_PIBpi	0.158860	0.0501560	3.167	0.0090	***
I_Distanciaesppi	-0.199466	0.0868111	-2.298	0.0422	**
Idioma	0.298359	0.171411	1.741	0.1096	
Euro	-0.396491	0.114296	-3.469	0.0052	***

Tabla 16: Modelo 4.2019:Con corrección de heterocedasticidad, usando las observaciones 1-16 Variable dependiente: I_Cesppi25: Funete: Elaboración Propia.

Una vez que se ha realizado los modelos de forma correcta sin heterocedasticidad, se recoge todos los valores de nuestros coeficientes generados en todos los modelos de cada año en una tabla. Quedando de la siguiente forma:

Año	B1	B2	B3	B4	B5
2010	1,61649	0,161253	-0,156771	0,268806	-0,337879
2011	1,61618	0,154828	-0,154341	0,2154563	-0,33228
2012	1,63579	0,146244	-0,142023	0,135519	-0,286286
2013	1,63429	0,14046	-0,136993	0,12899	-0,269598
2014	1,66082	0,131092	-0,170835	0,247886	-0,294182
2015	1,61626	0,116034	-0,0604772	0,102075	-0,241843
2016	1,71098	0,137826	-0,215383	0,305266	-0,361696
2017	1,724000	0,117955	-0,223046	0,310776	-0,353897
2018	1,714920	0,116331	-0,226833	0,316866	-0,376167

2019	1,658920	0,158860	-0,199466	0,298359	-0,396491
------	----------	----------	-----------	----------	-----------

Tabla 17: Conjunto de coeficientes de los modelos de 2010 a 2019. Fuente: Elaboración Propia.

En base a estos datos, si se realiza la media de cada uno de los coeficientes en los respectivos años desde 2010 a 2019, se llega a la interpretación de los coeficientes en el conjunto total de los años estudiados:

B1:

Estadísticos principales, usando las observaciones 2010 - 2019 para la variable 'B1' (10 observaciones válidas)

Media	1.6589
Mediana	1.6474
Mínimo	1.6162
Máximo	1.7240
Desviación típica	0.043042
C.V.	0.025947
Asimetría	0.49306
Exc. de curtosis	-1.3549
Rango intercuartílico	0.095533
Observaciones ausentes	0

Imagen 6: Estadístico principales, coeficiente 1. Fuente: Elaboración Propia

A modo conclusión se observa que, si aumenta en un 1% el PIB per capita español quedando el resto de las variables constantes, en promedio aumentaría un 1,6589% las exportaciones netas, es decir, el comercio final entre España y un país i.

B2:

Estadísticos principales, usando las observaciones 2010 - 2019 para la variable 'B2' (10 observaciones válidas)

Media	0.13809
Mediana	0.13914
Mínimo	0.11603
Máximo	0.16125
Desviación típica	0.017431
C.V.	0.12623
Asimetría	-0.063934
Exc. de curtosis	-1.4160
Rango intercuartílico	0.038287
Observaciones ausentes	0

Imagen 7: Estadísticos principales, coeficiente 2. Fuente: Elaboración Propia.

Con el resultado de los estadísticos principales se evalúa que, si aumenta en un 1% el PIB per capita de un país i quedando el resto de las variables, constantes en promedio aumentaría un 0,13809% las exportaciones netas, es decir, el comercio final entre España y un país i. Este valor es mucho menos elevado que el del parámetro 1. Lo que nos lleva a pensar que las variaciones en el PIB per capita nacional resultan más significativas a la hora de que varíe en mayor medida nuestro comercio neto.

B3:

Estadísticos principales, usando las observaciones 2010 - 2019 para la variable 'B3' (10 observaciones válidas)

Media	-0.16862
Mediana	-0.16380
Mínimo	-0.22683
Máximo	-0.060477
Desviación típica	0.050817
C.V.	0.30137
Asimetría	0.74027
Exc. de curtosis	0.041192
Rango intercuartílico	0.076533
Observaciones ausentes	0

Imagen 8: Estadísticos principales, coeficiente 3. Fuente. Elaboración Propia

Nos indica que, si aumenta en un 1% la distancia entre España y un país *i* quedando el resto de las variables constantes, en promedio disminuiría en un 0,16862% las exportaciones netas, es decir, el comercio final entre España y un país *i*.

B4: aunque no resulta significativa en el modelo, vemos su interpretación:

Estadísticos principales, usando las observaciones 2010 - 2019 para la variable 'B4' (10 observaciones válidas)

Media	0.23300
Mediana	0.25835
Mínimo	0.10207
Máximo	0.31687
Desviación típica	0.082899
C.V.	0.35579
Asimetría	-0.52115
Exc. de curtosis	-1.3413
Rango intercuartílico	0.17276
Observaciones ausentes	0

Imagen 9: Estadísticos principales, coeficiente 4. Fuente. Elaboración Propia

El parámetro nos indica que si un país habla lengua hispana, entonces de promedio aumentara en un 0,23300% el comercio bilateral entre dicho país y España.

B5:

Estadísticos principales, usando las observaciones 2010 - 2019 para la variable 'B5' (10 observaciones válidas)

Media	-0.32503
Mediana	-0.33508
Mínimo	-0.39649
Máximo	-0.24184
Desviación típica	0.050069
C.V.	0.15404
Asimetría	0.24179
Exc. de curtosis	-1.1154
Rango intercuartílico	0.083200
Observaciones ausentes	0

Imagen 10: Estadísticos principales, coeficiente 5. Fuente. Elaboración Propia

Nos indica que, en promedio los países cuya moneda nacional sea el euro tendrán un 0,32% menos de comercio con España que aquellos países que su divisa no sea el euro. Como se ha visto anteriormente esta interpretación puede distar de la realidad dado que resulta una ventaja comercializar con países con la misma moneda.

CONCLUSIÓN

En este Trabajo de Fin de Grado, hemos embarcado en una exhaustiva exploración de la evolución y dinámicas del comercio internacional en España, guiados por una rigurosa investigación acerca de la evolución del comercio internacional en España, sus momentos más importantes, así como, los países con los que tenemos más relaciones bilaterales. Asimismo, hemos detallado algunos de los múltiples teorías sobre el comercio internacional, viendo la evolución de la misma desde el mercantilismo hacia un libre comercio defendido ampliamente por autores como David Ricardo. En particular, el modelo gravitacional del comercio se ha convertido en nuestra brújula, dirigiendo nuestro análisis y comprensión de los complejos entramados comerciales de España.

Este modelo, inspirado en la ley de la gravedad de Newton, nos ha permitido profundizar en cómo la distancia y la envergadura económica de los países afectan sus intercambios comerciales. La aplicación de este modelo al caso de España ha proporcionado una valiosa visión de las particularidades y patrones del comercio internacional del país.

Sin embargo, como con cualquier modelo teórico, el modelo gravitacional no está exento de limitaciones. En nuestro estudio, la presencia de heterocedasticidad fue una dificultad que superamos con éxito mediante el uso de las herramientas de GRET. Esta experiencia resalta la importancia de complementar la teoría económica con métodos econométricos sólidos para conseguir resultados de investigación robustos y creíbles.

Los resultados positivos obtenidos en nuestro modelo econométrico refuerzan la utilidad y relevancia del modelo gravitacional del comercio, y subrayan su aptitud para explicar el comercio internacional español. Al mismo tiempo, este trabajo de fin de grado pone de manifiesto la necesidad de continuar trabajando en la mejora y refinamiento de este y otros modelos teóricos. Como se ha observado uno de los parámetros que queríamos explicar, no ha sido posible entender bien su interpretación ya que, aunque las regresiones de nuestra investigación nos proporcionasen una información, la realidad era otra. Ya que como hemos observado en el marco teórico los países con los que contamos con mayor número de exportaciones, pertenecen a la Unión Europea y con ello, a la moneda euro.

En definitiva, el comercio internacional, con su intrincada red de relaciones y factores, ha demostrado ser un campo de estudio fascinante y desafiante. A través de nuestro análisis detallado del comercio español, hemos podido trazar un mapa de sus interacciones globales que se espera sirva como guía para futuras investigaciones y decisiones políticas.

Además, este trabajo ilustra cómo la combinación de teorías económicas sólidas con técnicas econométricas rigurosas puede arrojar luz sobre la realidad económica y comercial. En nuestro caso, el uso de Gretl para afrontar nuestra investigación corroborar la precisión y fiabilidad de las conclusiones.

Finalmente, aunque hemos conseguido avances significativos en nuestro entendimiento del comercio internacional en España, queda claro que hay aún mucho por descubrir. Cada

hallazgo abre nuevas vías de investigación y plantea nuevas preguntas. Por tanto, no es este trabajo de fin de grado un final, sino un escalón en el camino hacia un conocimiento cada vez más profundo y matizado del comercio internacional de España y del mundo en general.

BIBLIOGRAFÍA

- Bajo, O. (1991). Teorías del comercio internacional. Antoni Bosch editor.
- Bejarano Vallejo, V. A. (2011). Estudio de factibilidad e implementación de una oficina de servicios de asesoría en comercio exterior para la Cámara de Comercio de Loja (Tesis de licenciatura). Universidad Internacional del Ecuador, Loja.
- Berumen, S. A. (2006). Introducción a la economía internacional. España: ESIC Editorial.
- Gaytán, R. T. (2005). Teoría del comercio internacional. Siglo XXI.
- Geodatos. (s.f.). Distancias entre países. Recuperado el 14 de julio de 2023 de <https://www.geodatos.net/distancias/paises>
- Hill, C. W. L. (2011). Negocios internacionales: competencia en el mercado global (María del Pilar Obón León, Trad.; 8va ed.). The McGraw-Hill Companies.
- ICEX España Exportación e Inversiones (s. f.). Informes estadísticos. Recuperado el 13 de julio de 2023, de <https://informesestadisticos-est.icex.es/InformesComerciales/default.jsp?TipoInforme=1>
- Krugman, P., & Obstfeld, M. (2006). Economía internacional: Teoría y política (7ma ed.) Pearson Addison Wesley.
- Lacaze, M. V. (2018). Los fundamentos conceptuales del modelo gravitacional de comercio: Una revisión de la literatura. Tesis de la Universidad Católica de Chile.
- Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. (2021). Guía de los tratados en vigor. Recuperado de <https://www.exteriores.gob.es/es/ServiciosAlCiudadano/PublicacionesOficiales/GUIA%20TRATADOS%20CON%20ESTADOS.pdf>
- Moral Rincón, M. J. (2022). Manual de economía española. (O. Vázquez & F. Pampillón, Colab.). Editorial FUNCAS.
- Observatorio de Complejidad Económica (s. f.). Perfil de país: España. Recuperado el 14 de julio de 2023, de <https://oec.world/es/profile/country/esp>

INFLUENCIA DEL MODELO GRAVITACIONAL Y OTROS FACTORES CLAVE EN EL COMERCIO INTERNACIONAL DE
ESPAÑA: UN ANÁLISIS ECONÓMICO