



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

La complejidad económica: su evolución reciente en  
el contexto mundial y español

Autora

Amaya López Pérez

Directora

Pilar Berdún Chéliz

Facultad de Economía y Empresa  
2022

## **INFORMACIÓN**

AUTORA: Amaya López Pérez

DIRECTORA: Pilar Berdún Chéliz

TÍTULO DEL TRABAJO: La complejidad económica: su evolución reciente en el contexto mundial y español. Economic complexity: its recent evolution in the world and Spanish context.

TITULACIÓN: Grado en Economía, Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Zaragoza (2022)

## **RESUMEN**

El objetivo general de este trabajo es profundizar en la teoría de la complejidad económica para luego analizar bajo su enfoque el patrón exportador de un amplio grupo de países y, en particular, el caso de España. La idea esencial de la complejidad económica es que la producción/exportación de bienes y servicios de una economía revela el conocimiento acumulado por la sociedad en esa economía. Con el análisis de los indicadores de complejidad económica, el Índice de Complejidad Económica y el Índice de Complejidad del Producto, se pueden aproximar conclusiones acerca del nivel de desarrollo de estos países y su posible trayectoria futura.

Tras el análisis de los datos para los años 2000-2019 se observa claramente una relación positiva entre la complejidad económica de los países y su nivel de desarrollo y, asimismo, entre la sofisticación (mayor valor añadido) de los bienes y servicios exportados por un país y su nivel de complejidad económica.

En el caso de España se puede afirmar que en términos comparativos es una economía compleja, sobre todo debido a la fortaleza de las exportaciones de servicios y del sector de la automoción. Sin embargo, y como aspecto negativo, es uno de los países desarrollados que más puestos ha perdido en el ranking de complejidad económica de referencia mundial (el del *Atlas de Complejidad Económica de Harvard*). La razón fundamental está en la gran *ubicuidad* (producidos/exportados por muchos países) de muchas de las exportaciones españolas. Y, por otra parte, en la escasa especialización en productos poco ubicuos (producidos/exportados por pocos países), con mayor valor añadido en conocimiento.

## **ABSTRACT**

The general objective of this work is to delve into the theory of economic complexity and then analyze the export pattern of a large group of countries and, in particular, the case of Spain, from its perspective. The essential idea of economic complexity is that the production/export of goods and services of an economy reveals the knowledge accumulated by the society in that economy. With the analysis of the indicators of economic complexity, the Economic Complexity Index and the Product Complexity Index, conclusions can be drawn about the level of development of these countries and their possible future trajectory.

After analyzing the data for the years 2000-2019, a positive relationship is clearly observed between the economic complexity of the countries and their level of development and, likewise, between the sophistication (greater added value) of the goods and services exported by a country and its level of economic complexity.

In the case of Spain, it can be said that in comparative terms it is a complex economy, especially due to the strength of exports of services and the automotive sector. However, and as a negative aspect, it is one of the developed countries that has lost the most places in the world reference ranking of economic complexity (that of the Harvard Atlas of Economic Complexity). The fundamental reason lies in the great ubiquity (produced/exported by many countries) of many Spanish exports. And, on the other hand, in the scarce specialization in less ubiquitous products (produced/exported by few countries), with greater added value in knowledge.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
ÍNDICE.....	4
1. INTRODUCCIÓN .....	5
2. ¿QUÉ ES LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA? .....	6
2.1. CONCEPTO DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA.....	6
2.2. PRINCIPALES HERRAMIENTAS PARA SU ESTUDIO: EL <i>ATLAS DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE HARVARD</i> Y EL <i>OBSERVATORIO DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA</i> .....	8
2.3. USOS DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA.....	10
3. MEDICIÓN DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA: INDICADORES .....	12
4. ANÁLISIS DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE PAÍSES Y PRODUCTOS.....	15
4.1. ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE PAÍSES (ECI) .....	15
4.2. ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA POR PRODUCTOS .....	20
5. LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA EN ESPAÑA .....	24
5.1. EVOLUCIÓN DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA EN ESPAÑA EN RELACIÓN CON EL ENTORNO COMERCIAL Y POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....	24
5.2. COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE LAS EXPORTACIONES ESPAÑOLAS .....	27
5.3. RELACIÓN ENTRE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y LA RIQUEZA EN EL CASO DE ESPAÑA .....	29
CONCLUSIONES.....	32
BIBLIOGRAFÍA .....	35
TABLAS, CUADROS Y GRÁFICOS .....	38
ANEXOS .....	39

## 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es el estudio de la complejidad económica. Un concepto relativamente reciente en economía y muy interesante, que partiendo de la información que ofrecen los datos del comercio internacional proporciona una imagen del desarrollo económico de diferentes economías (países, regiones e incluso ciudades) y su potencial de cara al futuro.

El objetivo general es profundizar en la teoría de la complejidad económica para, posteriormente, y como objetivos más específicos, analizar bajo su enfoque el patrón exportador de un amplio grupo de países y, en particular, el caso de España. Con el análisis de los indicadores de complejidad económica, el Índice de Complejidad Económica (*ECI* en inglés) y el Índice de Complejidad del Producto (*PCI* en inglés) se pueden aproximar conclusiones acerca del nivel de desarrollo de estos países y su trayectoria futura.

El material y la información fundamental para la elaboración del trabajo se ha obtenido de las dos fuentes principales de datos en este ámbito: Atlas de Complejidad Económica de Harvard y el Observatorio de Complejidad Económica (OEC en inglés). La cuantiosa y detallada información proporcionada por ambas bases de datos ha sido la materia prima para la elaboración de los gráficos y tablas que ilustran el estudio.

En primer lugar, en el apartado 2 de este trabajo profundizaremos en el concepto de complejidad económica, basándonos para ello en dos términos complementarios en los que se fundamenta: ubicuidad y diversidad. A continuación, explicaremos detalladamente las dos principales bases de datos sobre complejidad económica: el Atlas de Complejidad Económica de Harvard (MIT) y el Observatorio de Complejidad Económica. Después, utilizando los indicadores de complejidad económica desarrollados en la sección 3, haremos un análisis general de la complejidad económica por países y por productos, que tendrá lugar en el apartado cuarto. Y, por último, en el quinto epígrafe estudiaremos la situación de la economía española en complejidad económica.

## 2. ¿QUÉ ES LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA?

### 2.1. CONCEPTO DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA

La complejidad económica es un concepto desarrollado por Ricardo Hausmann<sup>1</sup> y Cesar A. Hidalgo<sup>2</sup>, término que tiene su primera aparición en el documento titulado: *The building blocks of economic complexity* (2009). Estos son los dos autores fundamentales en el planteamiento y explicación de este concepto, junto con otros autores, publican el libro: *Atlas de Complejidad Económica: Mapeo de caminos hacia la prosperidad* (2011, 2013), referencia básica de todos los trabajos y estudios posteriores. En dicho libro definen el concepto de complejidad económica como “una medida del conocimiento de una sociedad a través de los productos que fabrica”. Para ello se basan en la teoría de la diversidad y división del trabajo de Adam Smith, de manera que una sociedad podrá adquirir mayor cantidad de conocimiento conjuntamente como sociedad. Esto implica que, en dicha sociedad, se produce un proceso de acumulación de conocimiento debido a la diversificación o especialización de la información presente en cada individuo que compone la sociedad. Una idea que resumen bien Becker. F y Bellido. F (2018): “La acumulación de conocimiento de una sociedad no depende tanto del conocimiento acumulado por cada miembro, sino de la diversidad de conocimiento de estos y la capacidad de combinarlo”<sup>3</sup>.

La complejidad económica de un territorio, por lo tanto, depende de un factor de diversidad, que mide el grado de diversificación del conjunto de conocimientos adquiridos por los individuos de dicha sociedad y que serán aplicados a los procesos productivos. Una sociedad únicamente puede fabricar productos que son viables con sus capacidades efectivas en dicho territorio, en las que presentan ventaja comparativa (Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D., 2007). Esto lo explican Montoriol. J y Canals. C (2018) “Las capacidades productivas con las que cuenta un país (o región) se reflejan en los productos que dicho territorio es capaz de producir y exportar de forma competitiva”<sup>4</sup>. Por ello, la complejidad económica de un país depende positivamente del grado de diversificación de dicho territorio, puesto que será más complejo

---

<sup>1</sup> Economista, director del Centro para el Desarrollo Internacional y profesor de Economía del desarrollo en la Kennedy School of Government de la Universidad de Harvard.

<sup>2</sup> Físico, profesor en diversas instituciones como Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) o la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de Harvard y fundador de Data Wheel.

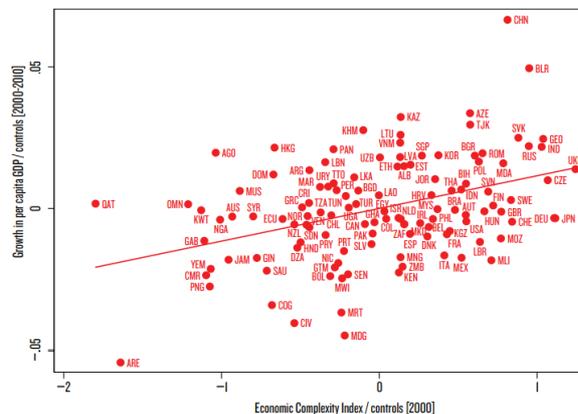
<sup>3</sup> Becker. F y Bellido. F (2018).

<sup>4</sup> Montoriol. J y Canals.C. (2018).

económicamente cuanto más diversificación presente, esto es, si posee las capacidades productivas aptas para producir output de diferentes tipos.

El concepto de complejidad económica y su dependencia respecto a la diversidad de las exportaciones producidas en un país es de gran utilidad para explicar el crecimiento económico de los distintos países. De manera que el crecimiento económico, desde la perspectiva de la complejidad económica, se producirá cuando aumente el conjunto de conocimientos y habilidades presentes en dicha sociedad, dando lugar así a la acumulación de conocimiento para la producción de bienes y servicios más diversos<sup>5</sup>(Kuznets,1971).

**Gráfico 2.1.1. Correlación positiva entre el crecimiento del PIB per cápita anualizado para los años 2000-2010 y el Índice de Complejidad Económica para el año 2000.**



**Fuente:** Atlas de Complejidad Económica, (Hausmann, R., Hidalgo, C. A. et al, 2013).

Como observamos en el gráfico 2.1.1, la relación entre complejidad económica, medida por el indicador de complejidad económica y el crecimiento del PIB per cápita muestra la existencia de correlación positiva entre ambas (Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D., 2007). Esto fue demostrado entre otros por Poncet & de Waldemar (2013), quienes verifican la existencia de una correlación positiva existente entre ambos para China mediante sistemas econométricos con datos entre los años 1997-2009<sup>6</sup>. Así pues, los países que tengan una complejidad económica elevada crecerán más rápido que otros que tengan ingresos más elevados pero un ECI menor (Hausmann, R., Hidalgo, et al.,2013). Por ello, la existencia de países desarrollados y

<sup>5</sup> Razonamiento llevado a cabo siguiendo lo establecido por Casáu Guirao, M. A., & Noguera-Méndez, P. (2017). Págs 1-14.

<sup>6</sup> Explicación llevada a cabo siguiendo José Alfonso Sáenz-Zapata, Elkyn Rafael Lugo-Arias, Jesús Alberto Parada-Pérez (2018)

emergentes es achacada a la divergencia en cuanto a la diversificación de conocimientos en una sociedad. Donde el desarrollo de un territorio (suponemos país en este caso) se producirá al fabricar más bienes y servicios y además que dicha fabricación sea diversa (Hausmann R. e Hidalgo. C.A, 2010; Hausmann et al., 2013; Hausmann y Klinger, 2006; Rodrik, 2005).

Por otro lado, la complejidad económica también depende de si un producto puede ser producido en muchos países. A este factor se le conoce como ubicuidad, que hace referencia al número de territorios (ciudad, región o país) que presentan conocimientos necesarios para fabricar productos que posteriormente exportarán a otros territorios. De manera que la ubicuidad de un producto está negativamente correlacionada con la complejidad económica de un país, pues un producto será más complejo cuanto menor número de países cuenten con los conocimientos necesarios para llevar a cabo la fabricación de dicho producto, el cual exportará posteriormente. Esto está perfectamente desarrollado por Hausmann R. e Hidalgo. C.A (2010).

## **2.2. PRINCIPALES HERRAMIENTAS PARA SU ESTUDIO: EL ATLAS DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE HARVARD Y EL OBSERVATORIO DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA**

El Atlas de Complejidad Económica: Mapeo de caminos hacia la prosperidad es un Atlas de economía realizado en el año 2011, que fue actualizado en el año 2013. Este manual está realizado por el departamento de investigación del Centro de Desarrollo Internacional (CID) de la Universidad de Harvard junto con el Medialab del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT).

Posteriormente, en el año 2013 se creó la plataforma digital del Atlas de Complejidad Económica de Harvard<sup>7</sup>. Esta herramienta visual nos permite contemplar a la perfección una serie de datos acerca de la complejidad económica. La invención del Atlas de Complejidad Económica (en su versión de libro y plataforma digital) fue inventada con el fin de obtener predicciones sobre aspectos comerciales en los diferentes países, indagar en los flujos comerciales a largo plazo y favorecer nuevas oportunidades para impulsar el crecimiento de estos países. Esta plataforma visual, dirigida por Ricardo Hausmann, está compuesta por un equipo de desarrollo de web y

---

<sup>7</sup> Acceso a la plataforma digital del Atlas de Complejidad Económica: <https://atlas.cid.harvard.edu/>

visualización de datos, equipo de producto, equipo de investigación y diferentes alumnos.

El Atlas de Complejidad Económica de Harvard nos ofrece la posibilidad de observar los perfiles de diferentes países, realizar clasificaciones de ellos en materia de complejidad económica, así como obtener proyecciones de crecimiento de estos. Las clasificaciones de los países se harán en función del grado de complejidad económica, de mayor a menor complejidad económica. Además, nos da la oportunidad de leer ciertas publicaciones escritas por diferentes autores tales como Hausmann, Rodrik o Klinger sobre diversificación, ubicuidad, etc.

De acuerdo con el Atlas de Complejidad Económica (2013), la información es aportada mediante datos de corte comercial para los años 1980-2019 en el caso de los servicios, obteniéndose a través de la Dirección de Estadísticas Comerciales del Fondo Monetario Internacional (FMI)<sup>8</sup>. Mientras que, en el caso de las mercancías, tenemos información sobre 133 países, como podemos observar en el Anexo I de este trabajo, durante los años 1992-2019 gracias a la Base Estadística de las Naciones Unidas (COMTRADE)<sup>9</sup>. Estos datos son actualizados anualmente en los meses de abril a junio por parte de la Organización de Naciones Unidas (ONU). Con estas actualizaciones el Atlas de Complejidad Económica pretende mostrar una estimación correcta, sin apenas margen de error para el cálculo de la complejidad económica que se aproxime a la realidad lo mayor posible. Pese a intentarlo, los datos en el caso de servicios están disponibles para el 50-75% de los países.

Por otro lado, se encuentra el Observatorio de Complejidad Económica (OEC), plataforma digital creada en el año 2012, al ser el proyecto de Tesis de Máster de Alex Simoes<sup>10</sup>, junto a su tutor del proyecto Cesar A. Hidalgo. La invención de esta herramienta visual fue apoyada por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)<sup>11</sup>. El Observatorio de Complejidad Económica (OEC)<sup>12</sup> es una plataforma que nos permite visualizar datos sobre geografía y dinámica de las actividades económicas. Esto lo podemos desarrollar gracias a que esta herramienta digital utiliza datos que ha

---

<sup>8</sup> Organización financiera internacional creada en 1944 por H.Dexter y J.M.Keynes, por los acuerdos de Bretton Woods, cuya sede se encuentra en Washington D.C(Estados Unidos). <https://www.imf.org/es/Home>

<sup>9</sup> Institución de la Organización de Naciones Unidas (ONU) que proporciona datos a distintas organizaciones. <https://comtrade.un.org/>

<sup>10</sup> Vicepresidente de Goldman Sachs, jefe de Tecnología de Data Wheel y Graduado en (MIT).

<sup>11</sup> Universidad privada creada en 1861 en Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.

<sup>12</sup> Acceso a la plataforma digital del OEC: <https://oec.world/es>

contrastado de diversas fuentes con el fin de ser útil para la realización de análisis de la academia, y de los sectores público y privado.

A lo largo de los años, esta plataforma de visualización de datos ha ido actualizando sus versiones, desde que la primera fuera creada entre los años 2011-2013. Las actualizaciones de las cinco versiones de la OEC existentes hasta la actualidad se han basado tanto en la mejora de la visualización, que ha pasado a ser más creativa, como en una mejor selección de datos que aporta. Pudiendo analizar además de la distribución de datos de manera creativa en mapas, rankings, clasificaciones, etc., artículos y publicaciones sobre complejidad económica. Junto con esto, hay un glosario donde se explican los conceptos más relevantes acerca de complejidad económica.

Los datos que nos brinda el Observatorio de Complejidad Económico (OEC) son proyectados de manera muy creativa mediante diferentes colores, incluyendo porcentajes, símbolos o sectores, teniendo como objetivo un mejor entendimiento del análisis de los aspectos comerciales y productivos de 146 países del mundo. Data Wheel<sup>13</sup> es el encargado de diseñar y desarrollar la plataforma de la OEC. Estos datos son tomados durante el periodo de tiempo desde 1998-actualidad; permitiéndonos observar diferentes clasificaciones por países y por productos de acuerdo con el distinto grado de complejidad económica.

Junto con estas dos herramientas que hemos mencionado previamente, que son las más importantes y populares a la hora de visualizar datos sobre la complejidad económica de los distintos países del mundo, existen otros Atlas de Complejidad Económica. Algunos son los siguientes: Atlas de complejidad Económica de Colombia (DATLAS), Atlas de complejidad económica de México y Atlas de complejidad económica de Perú (CONCYTEC), todos ellos relacionados con el Atlas de Complejidad Económica de Harvard al ser fruto de su trabajo.

### **2.3. USOS DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA**

La complejidad económica y sus indicadores se pueden utilizar para realizar predicciones acerca de la evolución de los países, y economías en general, en el comercio internacional, así como para hacer estimaciones sobre algunos agregados

---

<sup>13</sup> Institución dependiente de The MIT Media Lab, creada en el año 2013. Proporciona datos al Observatorio de complejidad Económica, entre otros. <https://www.datawheel.us/>

económicos relevantes como el crecimiento económico, el nivel de ingresos esperados o las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto es posible ya que la Teoría de la complejidad económica (Hausmann e Hidalgo, 2009), relaciona la geografía con la actividad económica dando lugar a la creación de una red o sistema económico, como así establece el Observatorio de Complejidad Económica<sup>14</sup> (Hidalgo.C.A, Simoes.A, 2012). Así, mediante los indicadores de complejidad económica, con los que se mide la sofisticación de las exportaciones de un país, se puede aproximar la posible evolución de algunos de los principales agregados macroeconómicos de dicho país. Un ejemplo es realizar la previsión acerca de la competitividad de un país en el resto del mundo considerando la complejidad económica como el valor añadido intrínseco en los productos que exportamos<sup>15</sup>.

De acuerdo con Hausmann e Hidalgo (2009), la complejidad económica también es una medida utilizada para razonar la existencia de países ricos y pobres, esto es, propone una posible explicación del porqué de la divergencia entre los ingresos de diferentes países, argumentando que existe una correlación positiva entre la renta nacional y la complejidad económica de los países.

El concepto de complejidad económica y todo lo que engloba es utilizado por agencias o compañías tales como las agencias de desarrollo nacional o agencias de promoción de exportaciones. Las agencias de desarrollo nacional son instituciones creadas con el objetivo de promover el desarrollo productivo de un territorio (ya sea región, país, etc.) mediante la incorporación de programas o herramientas elaborados para fomentar la competitividad en dicho territorio<sup>16</sup>, como así establece la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE)<sup>17</sup>.

En el panorama nacional, España cuenta con las Agencias de Desarrollo Regional Española, asociación compuesta por organismos autonómicos “*con competencias en materia de desarrollo regional de 17 Comunidades y de las dos*

---

<sup>14</sup> Siguiendo lo proyectado en el Observatorio de Complejidad Económico (OEC), <https://oec.world/es/resources/methods#eci>

<sup>15</sup> Véase Álvarez-López. M. L, Myro Sánchez. R. y Serrano. J (2020).

<sup>16</sup> Explicación desarrollada gracias a lo establecido en la Página Oficial del ANDE: <https://www.ande.org.uy/institucional/acerca-de-ande.html#quienes-somos>

<sup>17</sup> Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE) creada en Uruguay para fomentar el desarrollo del país.

*ciudades autónomas*”<sup>18</sup>, como informa el Foro Oficial de las Agencias de Desarrollo Regional Española.

Por su parte, las Agencias de Promoción de Exportaciones son organismos creados con el objetivo de incrementar la difusión, en volumen y diversificación, de bienes y servicios que son exportados de cada país, así como de facilitar el proceso de incorporación de una empresa nacional en el mercado internacional. En nuestro país tenemos entre otros organismos autónomos de este tipo al Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX)<sup>19</sup> a nivel nacional, y organismos similares a nivel autonómico, por ejemplo, Aragón Exterior (AREX)<sup>20</sup> en Aragón.

### 3. MEDICIÓN DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA: INDICADORES

Una vez hemos explicado el concepto de complejidad económica, a continuación, veremos los distintos indicadores que nos permiten cuantificar las distintas intensidades de los territorios en cuanto a complejidad económica. Ya que es necesario *“la cuantificación de la sofisticación y variedad de esta forma de conocimiento productivo”*<sup>21</sup> (Gonzalo Castañeda, 2018) pues con ello, podríamos predecir cuál sería la situación de la economía durante los próximos años al momento en que nos encontremos. Esto se fundamenta en que las exportaciones desde un territorio (supongamos un país) nos proporcionan información acerca de la complejidad existente en dicha ubicación; al igual que el número de países capaces de producir dicha exportación dan información acerca de la complejidad de ese producto.

De esta manera, en el ámbito práctico de la complejidad económica, contamos con el Índice de Complejidad Económica (ECI) de un país y el Índice de Complejidad de un producto (PCI). Para el cálculo de los índices de complejidad tenemos en cuenta la combinación de productos exportados de diversas especies, los cuales son exportados con ventaja comparativa revelada (VCR)<sup>22</sup>, es decir con  $VCR > 1$ , conteniendo

---

<sup>18</sup> Véase Foro Oficial de Agencias de Desarrollo Regional Española: <https://www.foroadr.es/quienes-somos>.

<sup>19</sup> Entidad pública empresarial que pretende facilitar el acceso de empresas de España en la economía internacional. <https://www.icex.es>

<sup>20</sup> Empresa pública creada con el fin de favorecer el acceso de la economía aragonesa a nivel nacional e internacional. <https://www.aragonexterior.es/>

<sup>21</sup> Gonzalo Castañeda (2018).

<sup>22</sup> Es *“la relación entre el peso de las exportaciones de dicho producto en las exportaciones totales del país y el peso de dicho producto en las exportaciones totales a nivel mundial”*. Donoso. V y Martín. V (2017).

información sobre el grado de diversificación de dicho territorio; junto con el número de países que son capaces de fabricar dicho producto con ventaja comparativa revelada (VCR), es decir su ubicuidad como así desarrollan Alvarez-López.M. L, Myro Sánchez. R y Serrano. J (2020).

Esta argumentación da lugar a un conjunto de ecuaciones que explican la métrica utilizada en el cálculo de la complejidad de una economía y de un producto, las cuales exponemos dando lugar a las siguientes expresiones<sup>23</sup>:

$$M_{cp} = \begin{cases} 1 & \text{si } VCR \geq 1 \\ 0 & \text{si no} \end{cases} \quad (1)$$

$$K_c = \sum p M_{cp} \quad (\text{Diversificación}) \quad (2)$$

$$K_c = f(M_{cp}, K_p) \quad (3)$$

$$K_p = \sum c M_{cp} \quad (\text{Ubicuidad}) \quad (4)$$

$$K_p = g(M_{cp}, K_c) \quad (5)$$

La ecuación (1) nos define una matriz que agrupa el total de actividades  $p$  presentes en la ubicación  $c$ . Esta matriz tiene valor  $M_{cp}=1$  cuando los productos fabricados en dicha ubicación son mayores de lo esperado para una localización de su mismo tamaño y una actividad con el mismo output total. Esto puede desarrollarse con el indicador de ventaja comparativa revelada (VCR).

La ecuación (2) “ $K_c$ ” nos muestra la complejidad de una ubicación  $c$  (país, ciudad, o cualquier territorio), es decir el número de productos que dicho territorio exporta sobre los que tiene ventaja comparativa revelada. Además, como observamos en la expresión (3), la complejidad de una localización es una función ( $f$ ) de la complejidad de las actividades ( $K_p$ ) que estén localizadas en dicha región ( $M_{cp}$ ). Puesto que una localización será más compleja cuantas más actividades sea capaz de producir.

Mientras que la ecuación (4) “ $K_p$ ” hace referencia a la complejidad de una actividad  $p$  (producto, sector o industria), siendo a su vez el número de países que exportan dicho producto  $p$  con ventaja comparativa revelada. Como vemos en la expresión (5), se trata de una función ( $g$ ) de la complejidad de las localizaciones ( $K_c$ ) donde la actividad esté presente ( $M_{cp}$ ) ya que una actividad será más compleja cuantas menos localizaciones sean capaces de producirla.

---

<sup>23</sup> Alvarez-López.M. L, Myro Sánchez. R y Serrano. J (2020).

La relación entre ambos conceptos es perfectamente razonable pues la ubicuidad de los productos puede llegar a corregir la complejidad de una economía al igual que la diversificación de una economía puede corregir la complejidad de un producto, como alude (Gonzalo Castañeda, 2018): *“Al inicio de este proceso iterativo, la complejidad económica de un país se define con su diversidad, mientras que la complejidad del producto se establece con su ubicuidad”*<sup>24</sup>.

En base a esta argumentación, tanto el ECI como el PCI son estimables al resolver un sistema de ecuaciones formado por dos ecuaciones métricas que vinculan la ubicuidad de un territorio con la diversificación de este. Dichas expresiones las vamos a enunciar a continuación, pudiendo haberlas observado tanto en la Web oficial del OEC<sup>25</sup> como por lo desarrollado en Estado del Arte del análisis de complejidad económica al 2020 (2020).

$$ECI_c = 1/K_c \sum_p M_{cp} * PCI_p \quad (6)$$

$$PCI_p = 1/K_p \sum_c M_{cp} * ECI_c \quad (7)$$

El índice de complejidad económica (ECI) es una medida del grado de conocimiento existente en un territorio (país, ciudad, región...) según las actividades que posteriormente exportan. El ECI, como hemos expuesto en (6), se define como la media del Índice de Complejidad del Producto (PCI) de las actividades presentes en una ubicación, es decir, se mide según el grado de intensidad del conocimiento de exportaciones y el número de países que pueden fabricar dichas actividades.

El Índice de Complejidad del Producto (PCI) se calcula como el promedio del Índice de Complejidad Económica (ECI) de las ubicaciones donde la actividad está presente, esto es, se calcula según el número de países capaces de producir esa actividad y en la complejidad económica de dichas ubicaciones, como exponemos en la ecuación (7).

Por último, en este apartado donde explicamos los métodos de medición de la complejidad económica, cabe destacar que los resultados obtenidos de las ecuaciones (6) y (7) pueden ser normalizados mediante la transformación Z ya que la complejidad económica se obtiene en la mayoría de las ocasiones de manera métrica. Quedándonos de la siguiente forma:

$$ECI = (K_c - \tilde{k}_c) / \sigma(k_c) \quad (8)$$

<sup>24</sup> Gonzalo Castañeda (2018).

<sup>25</sup> Observatorio de Complejidad Económica (OEC). <https://oec.world/es/resources/methods#eci>

$$PCI = K_p - \tilde{k}_p / \sigma(k_p) \quad (9)$$

Donde incorporamos el promedio de  $K_c$ , representado por  $\tilde{k}_c$  y la desviación estándar de  $K_c$ , representado por  $\sigma(k_c)$ . Al igual que para medir el PCI incorporamos el promedio de  $K_p$ , representado por  $\tilde{k}_p$  y la desviación estándar de  $K_p$ , representado por  $\sigma(k_p)$ .

#### 4. ANÁLISIS DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE PAÍSES Y PRODUCTOS

En este apartado se hará una revisión de los datos más recientes sobre complejidad económica obtenidos del Atlas de Complejidad Económica de Harvard y del Observatorio de Complejidad Económica. Esto permitirá establecer un telón de fondo sobre cuáles son los países y productos más y menos complejos en la actualidad y su evolución desde el cambio de siglo.

##### 4.1. ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE PAÍSES (ECI)

En primer lugar, analizaremos la situación de los países en cuanto a complejidad económica. Para ello, nos centraremos en la información de la base de datos del Atlas de Complejidad Económica, que elabora anualmente una clasificación en base al Índice de Complejidad Económica (ECI) compuesto actualmente por 133 países de mayor a menor conocimientos y capacidades, esto es de países más complejos económicamente a menos complejos<sup>26</sup>.

**Tabla 4.1.1. Índices de Complejidad Económica más/menos elevados por países en el año 2019.**

Ranking	País	ECI
1	Japón	2,49
2	Suiza	2,13
3	Alemania	2,07
4	Corea del Sur	2,05
5	Singapur	2
6	República Checa	1,8
7	Austria	1,77
8	Suecia	1,75
9	Eslovenia	1,64

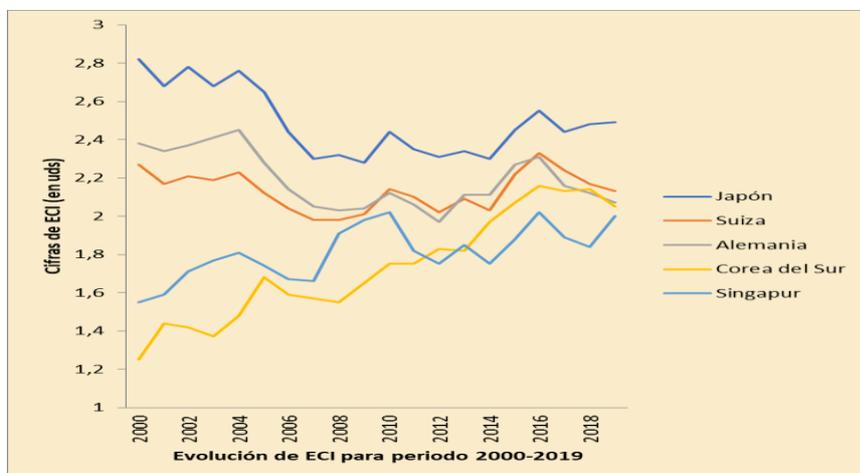
<sup>26</sup> Clasificación de los 133 países según su complejidad económica en el Anexo I de este trabajo.

10	Hungría	1,63
11	E.E.U. U	1,57
12	Reino Unido	1,55
13	Finlandia	1,48
14	Eslovaquia	1,45
15	Italia	1,37
...	...	...
32	España	0,81
...	...	...
129	Camerún	-1,53
130	Papua Nueva Guinea	-1,57
131	Liberia	-1,7
132	Guinea	-1,75
133	Nigeria	-1,77

**Fuente:** Atlas de Complejidad Económica de Harvard.

Según los datos del Índice de Complejidad Económica en 2019, último año para el que se dispone de datos, Japón (2,35) era el país más complejo económicamente. Japón lleva ocupando la primera posición desde el año 1995 (2,30), lo cual es muy destacable, siendo su mayor Índice de Complejidad Económica (ECI) el alcanzado en el año 2002 (2,78). Tras la potencia nipona, en segundo lugar, se encuentra Suiza (2,13) y siguen, por este orden, Alemania (2,07), Corea del Sur (2,05) y Singapur (2). Estos países llevan ocupando los primeros puestos de esta clasificación desde hace más de una década; si bien, han evolucionado de diferente manera como podemos observar en el gráfico 4.1.2.

**Gráfico 4.1.2. Evolución del Índice de Complejidad Económica de los países más complejos entre los años 2000-2019.**

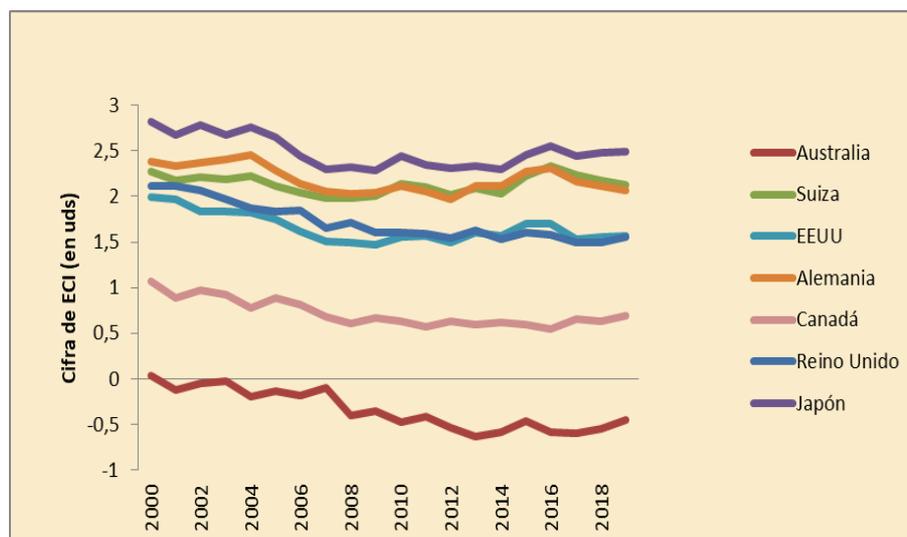


**Fuente:** Elaboración propia con base de datos de Atlas de Complejidad Económica de Harvard.

De estos países destaca la trayectoria creciente en complejidad económica llevada a cabo por Corea del Sur, ya que desde el año 2000 ha conseguido avanzar más de 15 posiciones, alcanzando la tercera posición en el año 2018 (2,14). Mientras que Singapur es el país con la pendiente más elevada (tanto cuando crece como cuando decrece) y además tiene una tendencia contraria al resto de países más complejos del mundo.

Estos países se encuentran entre los más complejos debido a que son capaces de fabricar productos más complejos, es decir, los cuales producen con Ventaja Comparativa revelada y diversificados. Algunos de las principales exportaciones que realizan son: Automóviles, Maquinaria y aparatos mecánicos, Medicamentos, Aparatos para filtrar líquidos y gases o Partes y accesorios para vehículos, entre otros.

**Gráfico 4.1.3. Evolución del Índice de Complejidad Económica de algunos países desarrollados entre los años 2000-2019.**



**Fuente:** Elaboración propia con base de datos de Atlas de Complejidad Económica de Harvard.

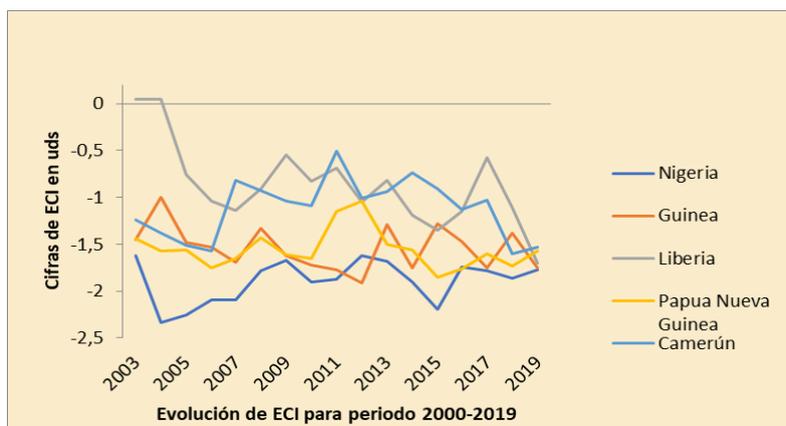
Como vemos en la tabla 4.1.1, existe una correlación positiva entre el desarrollo y la complejidad económica de los países. Esto es, los países con un ECI mayor (Japón, Suiza o Alemania) son países desarrollados, por lo que parece clara una relación entre el desarrollo y la complejidad económica de un país. Esto se debe a que un aumento de la complejidad económica se produce mayormente en un territorio que

disponga de mejores infraestructuras, sistema de educación o condiciones sanitarias favorables de manera que fomenten la diversificación de los conocimientos existentes en dicho país. A pesar de esto, se observa que algunos países desarrollados, por ejemplo, Australia, EE. UU. Reino Unido o el propio caso de España, como veremos luego, están perdiendo intensidad de su complejidad económica. Esto podría estar relacionado con un problema en la diversificación del producto, es decir, el aumento de la cercanía entre países, economías o industrias ha causado que el conjunto de conocimientos adquiridos por una sociedad para la fabricación de una actividad sea similar entre distintos territorios. Esta cuestión hace que las economías exporten productos que a su vez son fabricados muchos otros lugares, presentando una ubicuidad muy elevada. Por lo tanto, la complejidad de estas exportaciones disminuye y a su vez la complejidad económica de estos países (Donoso. V y Martín. V, 2017).

Por el contrario, en la parte baja de la clasificación recogida en la tabla 4.1.1, se encuentran los países con menor complejidad económica. Se trata de Nigeria (-1,77) que ocupa la última posición. y a continuación, el país que ocupa la penúltima posición y por lo tanto el segundo país menos complejo es Guinea (-1,75), acompañado por Liberia (-1,7), Papua Nueva Guinea (-1,57) y Camerún (-1,53).

La evolución de los cinco países con menor intensidad de complejidad económica no es muy positiva pues Liberia es el único de estos países que alcanza una cifra positiva medida por el ECI (0,05) en el año 2003-2004. Nigeria, por el contrario, y pese a ser el país menos complejo, ha conseguido alcanzar cierta convergencia respecto a países como Guinea, Papúa Nueva Guinea o Liberia. Esto se debe a que a partir del año 2016-2017, Nigeria venía de haber crecido bastante en los años previos, por lo que aprovechó y mantuvo su cifra de ECI, mientras que el resto de los países menos complejos, denotaban una pérdida de complejidad económica notoria. Como es el caso de Camerún, que, aunque recortó hasta diez posiciones durante los años 2007-2015, alcanzando la posición n°86 en 2011, perdió mucha complejidad económica en los años 2018-2019.

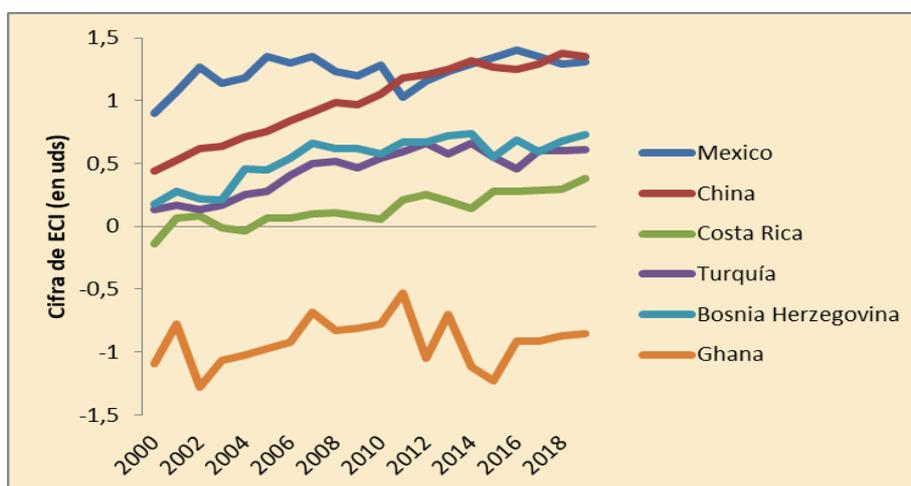
**Gráfico 4.1.4. Evolución del Índice de Complejidad Económica de los países menos complejos durante los años 2003-2019.**



**Fuente:** Elaboración propia con base de datos de Atlas de Complejidad Económica de Harvard.

De esta manera, los países con menor ECI y por lo tanto con menor complejidad económica en sus productos son países en vía de desarrollo, unas rentas per cápita muy bajas en términos comparativos. A estas economías les cuesta mucho más conseguir la diversificación de su producción, así como llevar a cabo el proceso de absorción y difusión de conocimiento. Estos países cuentan con los conocimientos menos diversos y ubicuos por lo que sus principales exportaciones son productos agrícolas como cacao en grano o café y también otros tipos de materia primas como Gas o Aceite de petróleo.

**Gráfico 4.1.5. Evolución del Índice de Complejidad Económica de algunos países en desarrollo y emergentes entre los años 2000-2019.**



**Fuente:** Elaboración propia con base de datos de Atlas de Complejidad Económica de Harvard.

Por último, una breve referencia a algunos países en desarrollo, muchos de ellos considerados emergentes, que han experimentado un importante incremento en su Índice de complejidad Económica (ECI), que les ha permitido converger hacia los valores del ECI más cercanos a los de países desarrollados. Como observamos en el gráfico 4.1.5, China, Turquía o Bosnia y Herzegovina han conseguido mayor diversificación en sus exportaciones lo que ha dado lugar a un aumento de su Índice de Complejidad Económica (ECI). El caso de China es el más llamativo y espectacular por su evolución en positivo en menos tiempo.

#### 4.2. ANÁLISIS DE COMPLEJIDAD ECONÓMICA POR PRODUCTOS

En este apartado analizaremos la complejidad económica de los productos exportados, mediante la clasificación de los productos teniendo en cuenta el Índice de Complejidad del Producto (PCI) de mayor a menor complejidad. Como hemos explicado en el apartado 3 de este trabajo, este índice nos permite conocer el grado de conocimiento existente en los países que exportan dichos productos, en el que un producto será mayormente complejo cuando para su fabricación sea preciso conocimientos más diversificados. Un resumen de la clasificación se recoge en la siguiente tabla.

**Tabla 4.2.1. Productos exportados más/menos complejos en todo el mundo en el año 2019.**

Posición	Código	Producto	PCI
1	3705	Placas y películas fotográficas, impresionadas y reveladas, excepto películas cinematográficas	2,75
2	2851	Compuestos inorgánicos, líquido/aire comprimido, amalgamas	2,41
3	3707	Preparaciones químicas para uso fotográfico (excepto barnices, colas, adhesivos y preparaciones similares); productos sin mezclar para uso fotográfico, dosificados o acondicionados para la venta al por menor listos para su uso	2,32

4	2920	Ésteres de otros ácidos inorgánicos de no metales (excepto ésteres de halogenuros de hidrógeno) y sus sales; sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados	2,29
5	8209	De otros cermets	2,28
...	...	...	...
1218	1202	Cacahuets (cacahuets), sin tostar ni cocer de otro modo, incluso sin cáscara ni partidos	-2,5
1219	1802	Cáscaras, cáscaras, pieles y otros desechos de cacao	-2,5
1220	2615	Minerales y concentrados de niobio (columbio), tantalio, vanadio o circonio	-2,6
1221	2709	Aceites de petróleo y aceites obtenidos de minerales bituminosos, crudos	-2,7
1222	2609	Minerales de estaño y concentrados	-2,9

**Fuente:** Atlas de Complejidad Económica.

Como visualizamos en los resultados obtenidos en la tabla 4.2.1, los productos que conllevan una mayor intensidad de conocimiento son las Placas y películas fotográficas, impresionadas y reveladas, excepto películas cinematográficas (2,75). Estos productos son exportados principalmente por Estados Unidos (32,3%) Japón (27,9%) y Alemania (9,57%) mientras que su principal destino es China, EE. UU. e Israel<sup>27</sup>.

Siguiente a este, se encuentran los Compuestos inorgánicos, líquido/aire comprimido, amalgamas (2,41) junto con Preparaciones químicas para uso fotográfico y productos sin mezclar para uso fotográfico... (2,32), Ésteres de otros ácidos inorgánicos de no metales (excepto ésteres de halogenuros de hidrógeno), sus derivados halogenados, sulfonados, nitrados o nitrosados... (2,29) y De otros cermets (2,28).

Por otro lado, en la parte baja de la clasificación, se encuentran los Minerales de estaño y concentrados (-2,9) como producto menos complejo (posición nº1222), junto con Aceites de petróleo y aceites obtenidos de minerales bituminosos (-2,7), Minerales y concentrados de niobio (columbio), tantalio, vanadio o circonio (-2,6) y Cáscaras, cáscaras, pieles y otros desechos de cacao (-2,5). Los países más propensos a importar los productos menos complejos son aquellos que cuentan con un Índice de Complejidad Económica (ECI) mayor (Países Bajos, Singapur o Alemania).

<sup>27</sup> Esto lo podemos ver también en el mapa de los principales exportadores de este producto del mundo, que nos ofrece el OEC en su página Web Oficial.

A continuación, veremos el análisis de los productos fabricados en todo el mundo agrupados en sectores a los que pertenecen; para ello, veremos la complejidad de esos sectores, cuál es su peso en el comercio mundial y como ha sido el crecimiento de las exportaciones en dicho sector. Cabe destacar que los datos e información necesaria para realizar la tabla 4.2.2 así como el gráfico 4.2.3. son tomados del Observatorio de Complejidad Económica (OEC) puesto que nos presentan información muy detallada sobre los sectores en general para el conjunto de países del mundo mientras que esta opción no está disponible en el Atlas de Complejidad Económica.

**Tabla 4.2.2. Clasificación de los sectores más complejos en todo el mundo en el año 2019.**

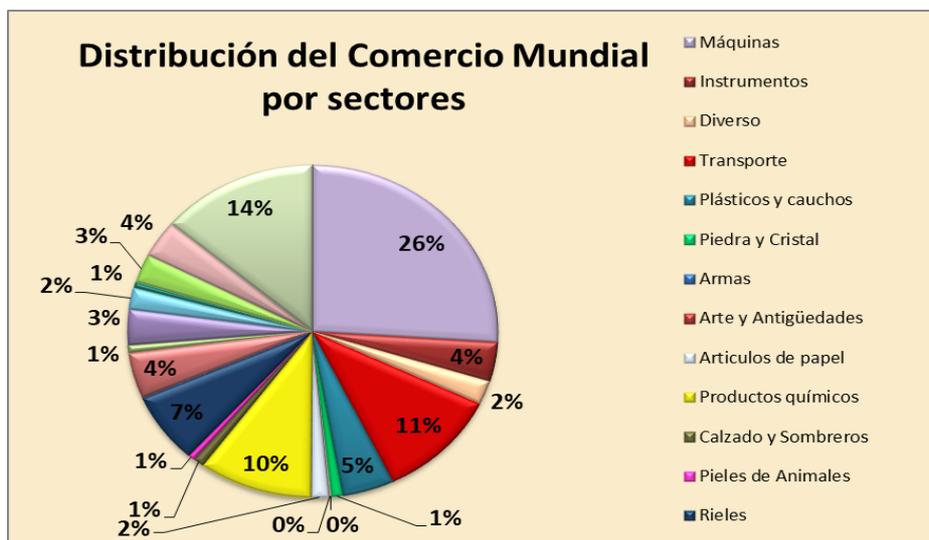
Posición	Código	Sector	PCI
1	16	Máquinas	1,7
2	18	Instrumentos	1,41
3	20	Diverso	0,98
4	17	Transporte	0,93
5	7	Plásticos y cauchos	0,86
6	13	Piedra y Cristal	0,82
7	19	Armas	0,51
8	21	Arte y Antigüedades	0,43
9	10	Artículos de papel	0,42
10	6	Productos químicos	0,28
11	12	Calzado y Sombreros	-0,022
12	8	Pieles de Animales	-0,18
13	15	Rieles	-0,21
14	11	Textiles	-0,49
15	9	Productos de Madera	-0,51
16	4	Productos Alimenticios	-0,53
17	1	Productos de Origen Animal	-0,74
18	3	Animales y Vegetales bi-Productos	-0,81
19	2	Productos del reino Vegetal	-0,82
20	14	Metales preciosos	-1,64
21	5	Productos minerales	-2,4

**Fuente:** Datos obtenidos de Observatorio de Complejidad Económica (OEC).

En primer lugar, como observamos en la tabla 4.2.2, se encuentra el sector de las Máquinas (1,7), siendo el de mayor complejidad ya que cuenta con los productos que precisan de mayor intensidad de conocimiento. Además, este sector es el más participativo en el comercio mundial (26% del total de las exportaciones). Seguido a este, en segundo lugar, se sitúa el sector de Instrumentos (1,41), que únicamente supone el 3% de las exportaciones totales. Los principales países exportadores de productos propios de estos dos sectores son dos de los países más complejos económicamente, Japón y Alemania, los cuales cuentan con los conocimientos necesarios para exportar productos más complejos con ventaja comparativa revelada.

Junto a esto, podemos afirmar que hay sectores que presentan una alta proporción sobre comercio internacional (representado en el gráfico 4.2.3), debido a que están formados por productos menos complejos, como es el caso de Productos minerales, que supone el 13,8% del comercio mundial como visualizamos en la tabla 4.2.2, teniendo un PCI muy negativo (-2,4). O también en el caso de los Productos Químicos, que presenta casi el 10% del comercio mundial y un PCI de 0,28. Esto viene causado por la correlación negativa entre la complejidad de un producto y su ubicuidad.

**Gráfico 4.2.3. Participación de cada uno de los 21 sectores en las exportaciones totales del comercio mundial.**



**Fuente:** Elaboración propia, utilizando datos e información del Observatorio de Complejidad Económica (OEC).

Por otro lado, los sectores de Productos de Madera, Alimenticios, de Origen Animal, y del Reino Vegetal se encuentran en la mitad inferior de la clasificación

realizada en la tabla 4.2.2, por lo que son sectores menos complejos. Estos tienen un PCI con cifra negativa, de entre -0,5 a -0,82. Estos sectores presentan una proporción muy baja sobre el comercio mundial (0,5-3%), como visualizamos en el gráfico 4.2.3 siendo sus principales destinos países como Japón, Alemania o Países Bajos.

Por ello, podemos afirmar que los países con mayor Índice de Complejidad Económica importan productos menos complejos y exporta productos más complejos a otros lugares debido a que estos países sí cuentan con los conocimientos necesarios para llevarlo a cabo.

## 5. LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA EN ESPAÑA

### 5.1. EVOLUCIÓN DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA EN ESPAÑA EN RELACIÓN CON EL ENTORNO COMERCIAL Y POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

La evolución de la complejidad económica de España a lo largo de estas casi dos décadas (periodo 2000-2019) muestra una significativa reducción del Índice de Complejidad Económica (ECI) al haber descendido más de diez puestos hasta alcanzar el 32 en el año 2019.<sup>28</sup>

**Gráfico 5.1.1. Evolución de las posiciones de España en cuanto a complejidad económica en los años 2000-2019.**



**Fuente:** Elaboración propia, utilizando la base de datos del Atlas de Complejidad Económica de Harvard.

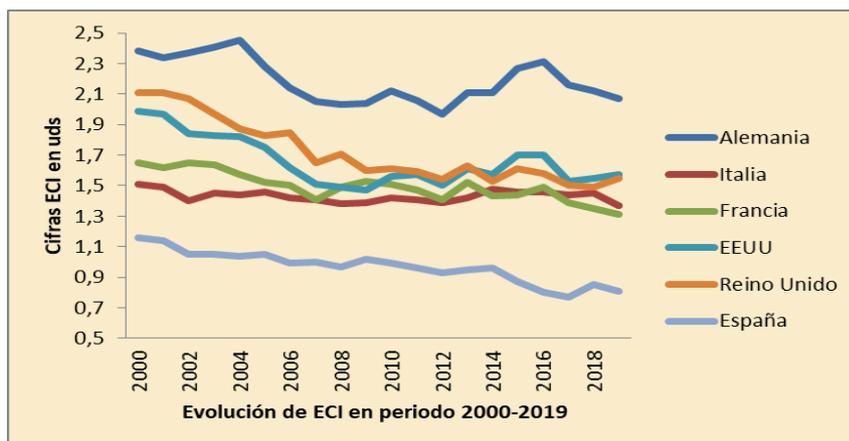
<sup>28</sup> Posición sobre un total de 133 países para los que disponíamos de datos en la base de datos del Atlas de Complejidad Económica

Como vemos en el gráfico 5.1.1. la intensidad de conocimiento de la economía española alcanzada en los años 2000-2001 (posición 21) no se ha vuelto a alcanzar. A pesar de ello, en los años siguientes, 2002-2010, logró mantenerse entre las posiciones 23-25 de la clasificación. Sin embargo, a partir de 2010, periodo en el cual la economía española se encuentra inmersa en la Gran Recesión (2008-2014), descendió en complejidad económica pese a seguir estando entre los países más complejos, ocupando posiciones entre 30-32 estos últimos años.

La reducción de la complejidad económica en nuestro país diverge respecto a la evolución llevada a cabo por sus principales socios comerciales. Esto se debe a que a lo largo del periodo España reduce su Índice de Complejidad Económica mientras que países socios comerciales como Alemania, EE. UU. o Francia se mantienen o reducen en menor cifra su Índice de Complejidad Económica (ECI). Como vemos en el gráfico 5.1.2. en el año 2019, EE. UU. tenía una cifra de Índice de Complejidad Económica (ECI) de 1,57, que le hacía situarse en la posición nº11, 21 posiciones menos que España. Así como Reino Unido que pese a haber descendido ocho posiciones desde el año 2000, alcanzó la duodécima posición en el año 2019 (1,55).

La pérdida de posiciones en complejidad económica de la economía española se debe a su patrón exportador con “*exportaciones muy diversificadas pero especializadas en productos de escasa complejidad*” (Becker. F y Bellido. F, 2018). Así como por una evolución de este patrón exportador español marcado por una caída en la proporción de exportaciones de productos con mayor contenido tecnológico. Es decir, la economía española es uno de los países con mayor diversificación en sus exportaciones, sin embargo, está perdiendo complejidad económica debido a la alta ubicuidad de las exportaciones que realiza, con lo que España debe de hacer frente a una gran competencia en los mercados internacionales.

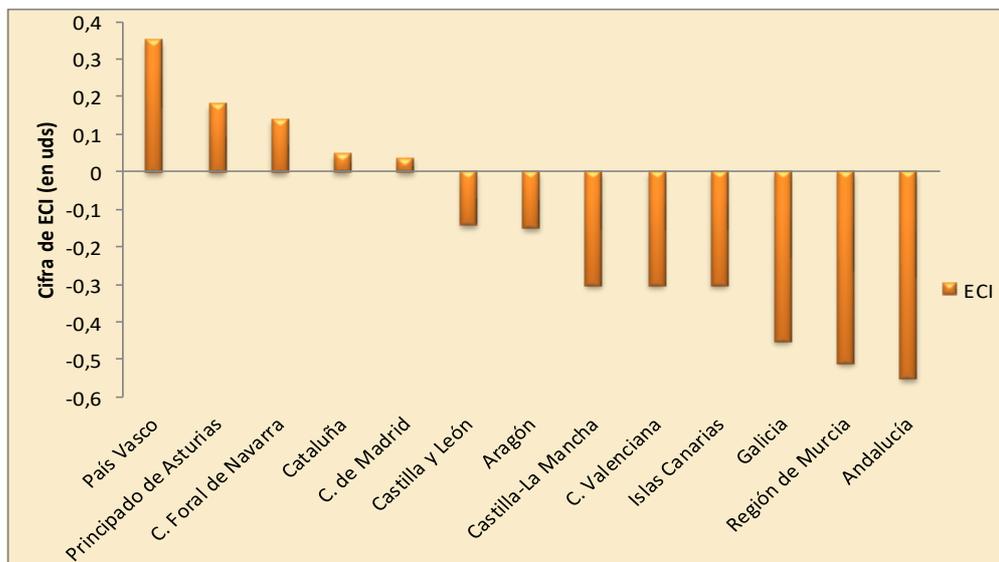
**Gráfico 5.1.2. Evolución de los principales países socios de España en los años 2000-2018.**



**Fuente:** Elaboración propia, mediante los datos e información proporcionada por el Atlas de Complejidad Económica de Harvard.

Además de situar la complejidad económica de España en su entorno comercial, se va a analizar la situación por Comunidades Autónomas. Esto queda recogido en el gráfico 5.1.3 que nos permite clasificar las Comunidades Autónomas en 2019 según su intensidad de conocimiento aplicado en los procesos productivos de dichos territorios.

**Gráfico 5.1.3. Mapa de visualización de la intensidad de complejidad económica de las Comunidades Autónomas españolas en 2019.**



**Fuente:** Cálculo y elaboración propia, utilizando la base de datos del OEC.

Observando el gráfico 5.1.3, podemos afirmar que la complejidad económica en nuestro país diverge según la Comunidad Autónoma en la que nos encontremos. Esto

es, la mayoría de las Comunidades Autónomas españolas situadas en el norte (a excepción de Galicia) así como las regiones donde se encuentran las dos ciudades más grandes de España, Comunidad de Madrid (0,037) y Cataluña (0,048) tienen un Índice de Complejidad Económica (ECI) positivo. Por el contrario, el ECI es negativo en las Comunidades Autónomas situadas en el Sureste del país, como es el caso de Andalucía (-0,55), que presenta el menor Índice de Complejidad Económica (ECI), o Comunidad Valenciana (-0,3).

Estas diferencias vienen explicadas debido al tipo de exportaciones que realizan. Las regiones españolas con mayor Índice de Complejidad Económica (ECI), disponen de los conocimientos necesarios para fabricar productos con un Índice de Complejidad del Producto (PCI) superior, esto es, Medicamentos o elementos de transporte como Automóviles de Turismo (0,6)<sup>29</sup> o Aviones y Demás Aeronaves (0,17). En el resto, sin embargo, se exportan productos que exigen conocimientos menos diversos y que son más ubicuos como Alimentos (Fruta, Verdura) o Aceites y Demás Productos de la Destilación de los Alquitranes de Hulla de Alta Temperatura (-0,22).

Además de disparidades en el Índice de Complejidad Económica (ECI) también hay diferencias en la cantidad de exportaciones realizadas en las regiones españolas. Cataluña (23,19%<sup>30</sup>), Comunidad de Madrid (10,28%), Aragón (4,01%) o Andalucía (10,28%) son las regiones españolas más propensas a exportar. En cambio, Principado de Asturias (0,18%), Islas Canarias (0,06%) o Castilla-La Mancha (0,25%) son las que menos exportaciones realizan. Esto se debe a la facilidad de transporte, esto es, las regiones más exportadoras presentan importantes infraestructuras que fomentan una buena red de transportes, mientras que las Comunidades Autónomas menos exportadoras tienen el inconveniente de estar peor comunicadas o en el caso de las Islas Canarias de la lejanía donde se ubican estos territorios.

## **5.2. COMPLEJIDAD ECONÓMICA DE LAS EXPORTACIONES ESPAÑOLAS**

El cálculo de la complejidad económica de una región se basa en detectar cuáles son los productos que puede fabricar de manera más competitiva, esto es, en los

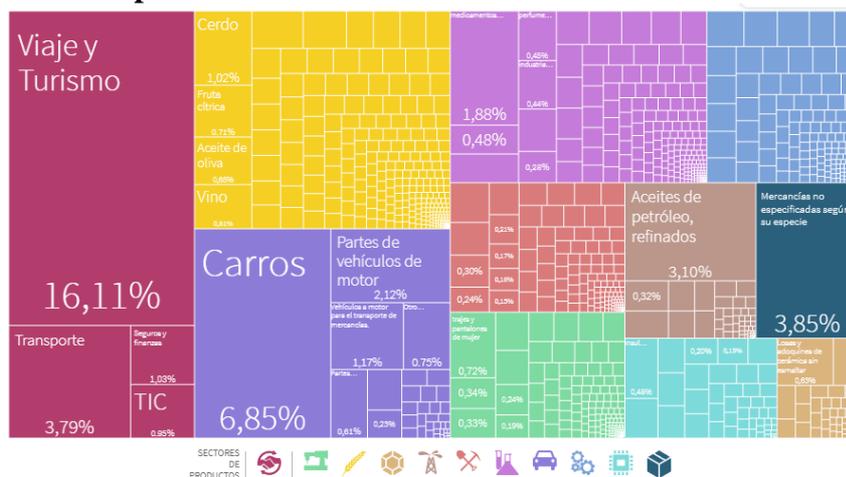
---

<sup>29</sup> Cifras de PCI aportada por la base de datos de Observatorio de Complejidad Económica (OEC).

<sup>30</sup> Proporción de exportaciones realizadas por una Comunidad Autónoma en relación con el total de exportaciones realizadas en España, en base a los datos de Observatorio de Complejidad Económica (OEC).

cuales presenta ventaja competitiva respecto a otros territorios (Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D., 2007). Por ello, para saber cuál es la intensidad de la complejidad económica de España, debemos detectar aquellos productos en los que la economía española presenta unas mayores capacidades productivas. Si tenemos en cuenta el valor agregado de los productos que exporta, lo podemos visualizar de la siguiente manera.

**Gráfico 5.2.1. Mapa de visualización de exportaciones de productos y su valor de exportación en España durante el año 2019.**



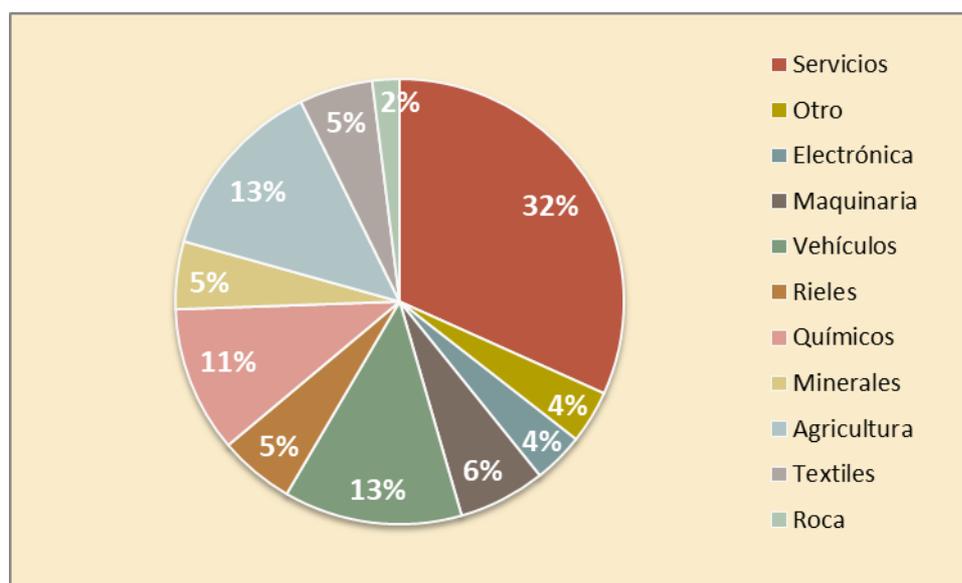
**Fuente:** Atlas de Complejidad Económica.

España es el país nº32 más complejo económicamente en el año 2019, siendo su cifra de recaudación mediante las exportaciones realizadas de 494 billones de dólares en este año, un 5% más de cuota exportadora respecto al año 2000 (Álvarez-López, M.<sup>a</sup> E., y Myro, R, 2018).

Como vemos en el gráfico 5.2.1 que muestra el mapa de los diferentes productos exportados en la economía española en el año 2019, la partida que mayor peso tiene en las exportaciones es de productos pertenecientes al sector de servicios (31,78%) como es el caso de Viajes y Turismo (16,11%<sup>31</sup>), Coches (6,85%) y otros vehículos diseñados principalmente para el Transporte (3,79%), que nos permitieron recaudar un total de 157 billones de dólares gracias a las exportaciones de productos de dicho sector. Junto a estos también se encuentran entre las principales exportaciones los Aceites de Petróleo refinados (3,10%) perteneciente al sector de Minerales (5%).

<sup>31</sup> Proporción de la recaudación de la exportación de cada producto sobre la recaudación de exportaciones totales.

**Gráfico 5.2.2. Participación de los sectores más relevantes en las exportaciones de España en el año 2019.**



**Fuente:** Cálculo y elaboración propia, utilizando la base de datos del Atlas de Complejidad Económica.

La mayoría de las exportaciones de la economía española pertenecían al sector de servicios (32%), Agricultura (13,38%), Químicos (10,61%) y Vehículos (12,87%). Mientras que productos del sector Roca (1,96%) y Electrónica (3,66%) apenas eran exportadas (como visualizamos en el gráfico 5.2.2).

Los principales destinos a los que estas exportaciones van destinadas son Francia (14,57%), recaudando 49,1 billones de dólares, Alemania (10,31%) o Italia (7,71%). Esto viene causado por el factor de proximidad y por el principio de libre circulación de mercancías, que establece la prohibición de establecer derechos de aduana entre países miembro de la Unión Europea, produciéndose un ahorro en los costes de transporte al comercializar entre territorios próximos y por ser territorios pertenecientes a la Unión Europea (Linder, 1961).

### **5.3. RELACIÓN ENTRE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y LA RIQUEZA EN EL CASO DE ESPAÑA**

Como vemos en el Cuadro 5.3.1. obtenido de Álvarez- López. Myro Sánchez y Serrano (2020) el Índice de complejidad Económica (ECI) está relacionado positivamente con la riqueza de las economías. Eso puede verse a través del efecto que

ejerce la renta per cápita sobre el Índice de complejidad Económica presentando una tasa de 41,5% de auto correlación entre ambas variables.

**Cuadro 5.3.1. Matriz de correlaciones entre la cuota de mercado en las exportaciones mundiales y sus variables explicativas.**

CUADRO 2 CUOTA DE MERCADO EN LAS EXPORTACIONES MUNDIALES Y SUS VARIABLES EXPLICATIVAS. MATRIZ DE CORRELACIONES						
	Cuota en las exportaciones mundiales	ECI	Población	PIB per cápita	Concentración de los destinos de exportación	Crecimiento diferencial del principal área de mercado
Cuota en las exportaciones mundiales	1,000					
ECI	0,513	1,000				
Población	0,783	0,291	1,000			
PIB per cápita	0,301	0,415	0,122	1,000		
Concentración de los destinos de exportación	-0,413	-0,232	-0,468	-0,153	1,000	
Crecimiento diferencial del principal área de mercado	0,031	-0,061	-0,027	-0,070	0,073	1,000

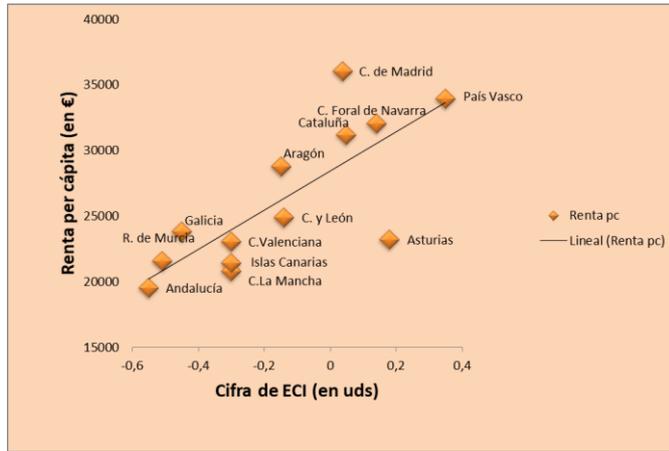
NOTA: Países considerados: Bélgica, Bulgaria, República Checa, Dinamarca, Alemania, Estonia, Irlanda, Grecia, España, Francia, Croacia, Italia, Letonia, Lituania, Hungría, Holanda, Austria, Polonia, Portugal, Rumanía, Eslovenia, Eslovaquia, Finlandia, Suecia, Reino Unido, Macedonia, Turquía, Noruega, Suiza, Estados Unidos, Japón, Canadá, México, Corea del Sur, Australia y Nueva Zelanda.  
FUENTES: The Growth Lab at Harvard University, *The Atlas of Economic Complexity* y Banco Mundial.

**Fuente:** Álvarez- López, Myro Sánchez y Serrano (2020)

España, según el Banco Mundial, presentaba en 2019 una renta per cápita de 29614\$, cifra que le permitió clasificarse en la posición nº33 de un total de 190 países, de manera que la economía española se sitúa en una posición muy próxima en ambas clasificaciones.

Esta correlación positiva entre la renta per cápita y los valores del ECI también existe a nivel desagregado en la economía española por regiones autonómicas. Esto es, como observamos en el gráfico 5.3.2., las Comunidades Autónomas más ricas, es decir con una renta per cápita mayor, como es el caso de País Vasco (0,35), Comunidad de Madrid (0,037) y Comunidad Foral de Navarra (0,14) son a su vez las que exportan los productos con mayor intensidad de conocimientos utilizados en su fabricación.

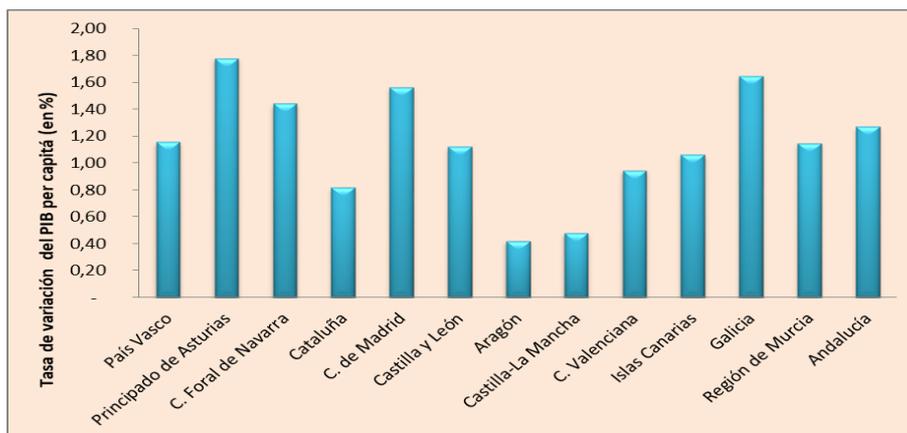
**Gráfico 5.3.2. Relación entre la renta per cápita y el ECI para las CCAA españolas en el año 2019.**



**Fuente:** Elaboración y cálculo propio gracias a la base de datos del OEC y del INE.

Así mismo, las Comunidades Autónomas con menor nivel de riqueza son aquellas que presentan tasas de Indicador de Complejidad Económica (ECI) menores, como es el caso de Andalucía, que es la Comunidad Autónoma menos compleja económicamente (-0,55) teniendo una renta per cápita en el año 2019 de 19530€/año. Junto a esta, se encuentran las regiones de Murcia (-0,51), Galicia (-0,45) o Islas Canarias (-0,3), que presentan también cifras de Índice de Complejidad Económica (ECI) y de renta per cápita muy bajas (entre 21000-24000€/año).

**Gráfico 5.3.3. Tasa de crecimiento anual del PIB per cápita de las principales CCAA españolas en el año 2019.**



**Fuente:** Elaboración propia gracias a la base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

## CONCLUSIONES

El objetivo general de este trabajo ha sido profundizar en la teoría de la complejidad económica para, posteriormente, analizar bajo su enfoque el patrón exportador de un amplio grupo de países y, en particular, el caso de España. Con el análisis de los indicadores de complejidad económica, el Índice de Complejidad Económica (*ECI* en inglés) y el Índice de Complejidad del Producto (*PCI* en inglés) se pueden aproximar conclusiones acerca del nivel de desarrollo de estos países y su posible trayectoria futura.

La primera parte del trabajo, epígrafes 2 y 3, se han dedicado a profundizar en el concepto de complejidad económica planteado inicialmente por Hausmann e Hidalgo (2009), quienes lo definen como “una medida del conocimiento de una sociedad a través de los productos que fabrica y exporta de forma competitiva”. La idea esencial de la complejidad económica es que la producción/exportación de bienes y servicios de una economía revela el conocimiento acumulado por la sociedad en esa economía. A su vez, esa complejidad se basa en dos conceptos complementarios: la diversidad y la ubicuidad. La diversidad es definida como el número de productos o servicios que se exportan con ventaja comparativa revelada (mayor que la unidad), y cuanto mayor es esa diversidad mayor es la complejidad económica de ese país o economía. Por su parte, la ubicuidad es el número de economías que exportan con ventaja comparativa revelada un determinado producto o servicio, en este caso, una menor ubicuidad de los productos exportados por un país estará reflejando una mayor complejidad ya que esas exportaciones tienen un mayor conocimiento acumulado (sofisticación) y son pocos los países capaces de producirlos competitivamente.

En esa parte más teórica del estudio, en concreto en el epígrafe 2, se han explicado detalladamente las dos principales bases de datos y de bibliografía sobre complejidad económica a nivel internacional que son el Atlas de Complejidad Económica de Harvard (MIT) y el Observatorio de Complejidad Económica, que tienen ambas como punto de partida el equipo de investigadores de Hausmann e Hidalgo.

En la segunda parte del trabajo, epígrafes 4 y 5, y haciendo uso de las bases de datos citadas se ha llevado a cabo un análisis de la situación en complejidad económica de un amplio grupo de países, dedicando un epígrafe completo al caso de España. Los datos examinados corresponden al año 2019, el último que aparece en ambas bases de

datos, aunque también se ha tenido en cuenta la trayectoria conjunta desde el cambio de siglo entre 2000-2019.

Como primera conclusión interesante, que corrobora lo visto en la parte más teórica, se observa una relación positiva entre la complejidad económica de un país y su nivel de desarrollo. E igualmente hay concordancia entre la sofisticación de productos fabricados en un país y su nivel de complejidad económica. Por ello, países desarrollados como Japón- que está en el primer lugar de la clasificación del Atlas en todos los años considerados- Suiza o Alemania son las economías más complejas, con las capacidades para producir los productos y servicios que acumulan más conocimiento y por tanto menos ubicuos. Es de destacar la trayectoria espectacular de Corea del Sur y más recientemente de China con un gran crecimiento de su grado de complejidad económica. En el otro extremo, países como Nigeria o Guinea, con niveles de desarrollo muy inferiores, ocupan los últimos puestos en la clasificación. Se trata de economías a las que les cuesta mucho más conseguir la diversificación en su producción y exportan básicamente bienes con un bajo Índice de complejidad de producto (PCI), siendo las economías más complejas a su vez los principales importadores de estos productos.

En el caso de España, que ocupa el puesto 32 de la clasificación en el *ECI* del Atlas para 2019 (de un total de 133 países), se puede afirmar que en términos comparativos es una economía compleja, sobre todo debido a la fortaleza de las exportaciones de servicios y del sector de la automoción. Por otro lado, en el análisis de los datos por Comunidades Autónomas se confirma la relación positiva entre riqueza y complejidad ya que las Comunidades más ricas en producto por habitante son también las que tienen mayores valores del Índice de Complejidad Económica.

Sin embargo, existe un aspecto negativo que se deduce al estudiar los datos de complejidad en España: ha habido una trayectoria claramente decreciente desde el año 2000. En ese año España ocupaba el puesto 21 de la clasificación *ECI* y desde entonces no ha dejado de bajar puestos hasta el 32 del último año disponible. Esto es más preocupante si tenemos en cuenta que muchos países emergentes con menor grado de desarrollo económico no han dejado de subir en la clasificación, el caso de China es muy llamativo, pero a España le afecta más competitivamente los casos de países de Centroeuropa. La razón fundamental de esta pérdida relativa de complejidad no está en la diversidad de las exportaciones españolas, ya que exportamos un gran número de

productos y servicios con ventaja comparativa. El problema está en la enorme ubicuidad de muchas de estas exportaciones con lo que deben enfrentarse a una gran competencia en los mercados internacionales. Y, por otra parte, la escasa especialización española en productos poco ubicuos, con mayor valor añadido en conocimiento también empuja a la baja el nivel de complejidad. Por tanto, y de acuerdo con los principales expertos en el tema, para que España pueda incrementar su grado de complejidad económica debería reorientar en parte su producción/exportación hacia bienes y servicios con mayor contenido tecnológico y, en general, de conocimientos y valor añadido.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ-LÓPEZ. E, MYRO SÁNCHEZ. R y SERRANO. J (2020). “Complejidad económica de las exportaciones españolas”. *Revista de Economía*, N.º 913. Págs. 2-12
- BALASSA, B. (1965). “Liberalización comercial y ventaja comparativa “revelada””. *Escuela de Estudios Económicos y Sociales de Manchester*. Vol. 33. N.º 2. Págs. 99-123.
- BECKER. F y BELLIDO. F (2018). “Cambios en el patrón exportador”. *Papeles de economía española*. N.º158. Págs. 80-89.
- CANALS. C y MONTORIOL.J (2018). “La complejidad de las exportaciones y la calidad del empleo”. *Papeles de economía española*. N.º158. Págs. 116-138
- CASAÚ GUIRAO. M. A., & NOGUERA-MÉNDEZ.P (2017). “Desarrollo agrario y complejidad económica: estudio de caso de una empresa agrícola de Murcia, España”. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, Vol. 14. N.º 80, 1-14.
- CASTAÑEDA. G (2018). “Complejidad económica, estructuras productivas regionales y política industrial”. *División de Economía CIDE*. N.º 3. Págs. 144-206
- DONOSO. V y MARTÍN. V (2017). “Complejidad económica y densidad productiva como fuentes de competitividad”. *Estudios de Economía Aplicada*, Vol.35. N.º1, 85- 110.
- DURÁN LIMA.J. E y ALVAREZ. M (2008). “Indicadores de comercio exterior y política comercial: mediciones de posición y dinamismo comercial”. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. Págs. 1-45.
- GIL PAREJA. S, LLORCA VIVERO. R y MARTINEZ SERRANO. J.A. (2017). “Las agencias de promoción de las exportaciones: una visión panorámica”. *Cuadernos de Información Económica*, Vol. 258. Págs.35-49.
- HARTMANN. D (2014): *Economic complexity and human development: How economic diversification and social networks affect human agency and welfare*, Routledge Taylor & Francis Group, Londres.
- HAUSMAN. R, HIDALGO, C. A, BUSTOS.S, COSCIA. M., CHUNG. S, JIMENEZ. J, SIMOES, A, & YILDIRIM, M. A. (2011). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping paths to prosperity*. Center for International Development, Harvard University. Cambridge.

HAUSMAN. R, HIDALGO, C. A, BUSTOS.S, COSCIA. M., CHUNG. S, JIMENEZ. J, SIMOES, A, & YILDIRIM, M. A. (2013). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping paths to prosperity*. Center for International Development, Harvard University. Cambridge.

HAUSMANN. R & HIDALGO. C.A (2010). “Country diversification, product ubiquity, and economic divergence”. *Documento de Trabajo CID*. N°. 201. Págs. 1-44.

HAUSMANN. R y KLINGER. B (2006). “Structural Transformation and Patterns of Comparative Advantage in the Product Space”. *CID Working Paper*. N° 128. Págs. 1- 38.

HAUSMANN. R, CHESTON. T y SANTOS. M. A (2015). “La complejidad económica de Chiapas: Análisis de capacidades y posibilidades de diversificación productiva”. *Documento de Trabajo CID*. N°. 302. Págs. 1-66.

HAUSMANN. R., HWANG. J & RODRIK. D (2007). “What You Export Matters”. *Journal of Economic Growth*. Vol. 12. N°1. Págs. 1-25

HIDALGO. C. A & HAUSMANN. R (2009). “The building blocks of Economic Complexity”. *Center for International Development and Harvard Kennedy School*. Vol. 186, Págs. 1-22.

LINDER, S. B. (1961): *An Essay on Trade and Transformation*. John Wiley & Sons. Nueva York.

PONCET. S y DE WALDEMAR. F.S (2013). “Mejora y crecimiento de las exportaciones: el requisito previo de la integración nacional”. *Desarrollo mundial: la revista internacional multidisciplinaria dedicada al estudio y la promoción del desarrollo mundial*. Vol. 51. Pág. 104-118.

RODRIK. D. (2005). “Políticas de diversificación económica”. *Revista de la CEPAL*, Vol. 87, Págs.7-23.

SÁENZ-ZAPATA. J.A, LUGO-ARIAS. E.R, PARADA-PÉREZ. J.A. (2019) “Determinantes de la competitividad internacional del Departamento del Magdalena Colombia: Un enfoque desde la Teoría de la Complejidad Económica”. *Económica. Saber, Ciencia Y Libertad*, Vol.14. N°1, Págs. 190–210.

SCHWARZ. A (2018), “Índice de Complejidad Económica para las Provincias Argentinas”, *Programa de Investigadores de la Secretaría de Comercio de la Nación*, N°28. Págs. 1-19.

SMITH. A (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of The Wealth of Nations*. The electric Book Company Ltd, Londres.

THE ATLAS OF ECONOMIC COMPLEXITY. The Atlas of Economic Complexity The Atlas of Economic Complexity. (2019). Disponible en: <https://atlas.cid.harvard.edu/> > [Consulta: 6 de febrero de 2022]

VELA MELÉNDEZ. L, FERNÁNDEZ LEYVA. M. P, MENDOZA HUAMÁN. K. A, PISFIL SALAZAR. B.A, SANDOVAL ACOSTA. R. J, SERQUÉN ORTIZ. R. B, VIDARTE GARCÍA. D (2020). “Estado del Arte del análisis de complejidad económica al 2020”. *Escuela de Economía de la Universidad Pedro Ruiz Gallo*. Págs. 1-17

## TABLAS, CUADROS Y GRÁFICOS

Gráfico 2.1.1. Correlación positiva entre el crecimiento del PIB per cápita anualizado para los años 2000-2010 y el Índice de Complejidad Económica para el año 2000.7	
Tabla 4.1.1. Índices de Complejidad Económica más/menos elevados por países en el año 2019. ....	15
Gráfico 4.1.2. Evolución del Índice de Complejidad Económica de los países más complejos entre los años 2000-2019. ....	16
Gráfico 4.1.3. Evolución del Índice de Complejidad Económica de algunos países desarrollados entre los años 2000-2019.....	17
Gráfico 4.1.4. Evolución del Índice de Complejidad Económica de los países menos complejos durante los años 2003-2019. ....	19
Gráfico 4.1.5. Evolución del Índice de Complejidad Económica de algunos países en desarrollo y emergentes entre los años 2000-2019.....	19
Tabla 4.2.1. Productos exportados más/menos complejos en todo el mundo en el año 2019. ....	20
Tabla 4.2.2. Clasificación de los sectores más complejos en todo el mundo en el año 2019. ....	22
Gráfico 4.2.3. Participación de cada uno de los 21 sectores en las exportaciones totales del comercio mundial. ....	23
Gráfico 5.1.1. Evolución de las posiciones de España en cuanto a complejidad económica en los años 2000-2019.....	24
Gráfico 5.1.2. Evolución de los principales países socios de España en los años 2000-2018. ....	25
Gráfico 5.1.3. Mapa de visualización de la intensidad de complejidad económica de las Comunidades Autónomas españolas en 2019. ....	26
Gráfico 5.2.1. Mapa de visualización de exportaciones de productos y su valor de exportación en España durante el año 2019. ....	28
Gráfico 5.2.2. Participación de los sectores más relevantes en las exportaciones de España en el año 2019. ....	29
Cuadro 5.3.1. Matriz de correlaciones entre la cuota de mercado en las exportaciones mundiales y sus variables explicativas. ....	30
Gráfico 5.3.2. Relación entre la renta per cápita y el ECI para las CCAA españolas en el año 2019. ....	30
Gráfico 5.3.3. Tasa de crecimiento anual del PIB per cápita de las principales CCAA españolas en el año 2019. ....	31

## ANEXOS

**Anexo I.** Clasificación de mayor a menor complejidad económica de los 133 países incluidos en el Atlas de Complejidad Económica para el año 2019, el último para el que disponemos de datos.

Posición	ECI	País	Posición	ECI	País
1	2,49	Japón	68	-0,16	Moldavia
2	2,13	Suiza	69	-0,18	Rep. Dominicana
3	2,07	Alemania	70	-0,19	Mauricio
4	2,05	Corea del Sur	71	-0,21	Chile
5	2	Singapur	72	-0,22	Namibia
6	1,8	Chequia	73	-0,24	Argentina
7	1,77	Austria	74	-0,24	Jamaica
8	1,75	Suecia	75	-0,25	Sri Lanka
9	1,64	Eslovenia	76	-0,27	Armenia
10	1,63	Hungría	77	-0,3	Kenia
11	1,57	EE. UU. de América	78	-0,32	Guatemala
12	1,55	Reino Unido	79	-0,32	Kazajistán
13	1,48	Finlandia	80	-0,35	Irán
14	1,45	Eslovaquia	81	-0,42	Qatar
15	1,37	Italia	82	-0,44	Albania
16	1,35	China	83	-0,44	Em. Árabes Unidos
17	1,33	Irlanda	84	-0,44	Omán
18	1,31	Francia	85	-0,45	Australia
19	1,31	México	86	-0,45	Paraguay
20	1,26	Israel	87	-0,48	Uzbekistán
21	1,21	Bélgica	88	-0,5	Camboya
22	1,2	Rumania	89	-0,52	Marruecos
23	1,15	Tailandia	90	-0,57	Honduras
24	1,12	Malasia	91	-0,6	Malí
25	1,11	Países Bajos	92	-0,65	Laos
26	1,1	Dinamarca	93	-0,66	Pakistán
27	1,08	Polonia	94	-0,69	Cuba
28	0,95	Filipinas	95	-0,7	Turkmenistán
29	0,92	Estonia	96	-0,72	Zambia
30	0,87	Croacia	97	-0,74	Tayikistán
31	0,83	Bielorrusia	98	-0,77	Kuwait
32	0,81	España	99	-0,79	Botsuana
33	0,79	Lituania	100	-0,8	Perú
34	0,75	Serbia	101	-0,8	Senegal
35	0,73	Bosnia y Herzegovina	102	-0,83	Bolivia
36	0,69	Canadá	103	-0,85	Ghana
37	0,67	Letonia	104	-0,88	Bangladesh

38	0,63	Portugal	105	-0,88	Nicaragua
39	0,62	Arabia Saudita	106	-0,89	Uganda
40	0,61	Pavo	107	-0,91	Zimbabue
41	0,56	Noruega	108	-0,92	Etiopía
42	0,53	Bulgaria	109	-0,93	Burkina Faso
43	0,46	India	110	-0,94	Malauí
44	0,38	Costa Rica	111	-0,95	Madagascar
45	0,36	Túnez	112	-0,95	Togo
46	0,32	Chipre	113	-0,96	Mongolia
47	0,3	Ucrania	114	-1	Birmania
48	0,24	Panamá	115	-1	Tanzania
49	0,23	Nueva Zelanda	116	-1,03	Argelia
50	0,13	Grecia	117	-1,11	Costa de marfil
	0,13	Trinidad y Tobago	118	-1,11	Ecuador
51	0,12	Rusia	119	-1,13	Yemen
52	0,1	Brasil	120	-1,19	Azerbaiyán
53	0,09	Colombia	121	-1,24	Libia
54	0,09	El Salvador	122	-1,25	Mozambique
	0,05	Vietnam	123	-1,34	Rep. Democ. del Congo
56	0,04	Baréin	124	-1,37	Mauritania
57	0,04	Líbano	125	-1,38	Rep. del Congo
58	0,04	Macedonia del norte	126	-1,44	Gabón
59	0,03	Sudáfrica	127	-1,49	Angola
60	0,02	Indonesia	128	-1,49	Venezuela
61	0,01	Uruguay	129	-1,53	Camerún
62	-0,01	Georgia	130	-1,57	Papúa Nueva Guinea
63	-0,03	Esuatini	131	-1,7	Liberia
64	-0,04	Jordán	132	-1,75	Guinea
65	-0,04	Kirguistán	133	-1,77	Nigeria
66	-0,15	Egipto			