



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales - ICADE

El Impacto de la Innovación en el Desarrollo Económico y el Estado de Bienestar.

Autor: Cristina Riego Inclán

Director: Javier Márquez Vigil

Cristina
Riego
Inclán

El Impacto de la Innovación en el Desarrollo Económico y el Estado de Bienestar.



Resumen: El objetivo del trabajo es analizar el impacto que la innovación, en particular, que la inversión en Investigación y Desarrollo, tiene en el desarrollo económico y el nivel de bienestar de la población de los países. Para ello, se realiza un análisis del marco teórico del concepto de innovación y de su impacto en la economía, con el objetivo principal de establecer la variable I+D como un factor crucial de crecimiento y bienestar para los países.

Asimismo, el trabajo amplía el modelo derivado de la revisión de la literatura a una muestra de diez países durante los años 2000 hasta el 2016, a través de indicadores de crecimiento y desarrollo económico como el crecimiento del PIB, INB per cápita, o inversión en I+D, junto a otras variables más centradas en la medición del bienestar de la sociedad de un país como el gasto de los gobiernos en educación o la esperanza de vida al nacer, entre otros, resuelve la hipótesis inicialmente presentada.

Palabras clave: Innovación, I+D, desarrollo económico, bienestar social.

Abstract: The aim of the paper is to provide an overview of the impact that innovation, in particular investment in Research and Development, has on the economic development and well-being of the people of the countries. To this end, an analysis is made of the theoretical framework of the concept of innovation and its impact on the economy, with the main objective of establishing the R&D variable as a crucial factor of growth and well-being for countries.

Likewise, the work extends the model derived from the review of the literature to a sample of ten countries during the years 2000 to 2016, through indicators of growth and economic development such as GDP growth, GNI per capita, or investment in R&D, together with other variables more focused on measuring the welfare of a country's society such as government spending on education or life expectancy at birth, among others, resolves the hypothesis initially presented.

Key Words: Innovation, R&D, economic development, social well-being.

Índice de Contenidos

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. <i>Objetivo</i>	4
1.2. <i>Planteamiento y Justificación del Tema</i>	4
1.3. <i>Metodología</i>	5
1.4. <i>Estructura</i>	6
2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA	8
2.1. <i>LA CONCEPCIÓN DE LOS TÉRMINOS DE DESARROLLO ECONÓMICO E INNOVACIÓN</i>	8
2.2. <i>LAS CUATRO REVOLUCIONES INDUSTRIALES</i>	15
2.3. <i>I+D COMO FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y BIENESTAR SOCIAL</i>	18
2.4. <i>EL PAPEL DE LA GLOBALIZACIÓN EN EL DESARROLLO ECONÓMICO</i>	21
2.5. <i>OTRAS VARIABLES ALTERNATIVAS</i>	24
3. METODOLOGÍA: Aplicación del modelo teórico	27
3.1. <i>DEFINICIÓN DE LA MUESTRA</i>	27
3.2. <i>ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO ECONÓMICO Y ESTADO DE BIENESTAR EN 10 PAÍSES MIEMBROS DE LA OCDE Y 10 NO MIEMBROS</i>	29
4. CONCLUSIONES y BIBLIOGRAFÍA	33
4.1. <i>CONCLUSIONES</i>	33
<i>Bibliografía</i>	35

Índice de Tablas

<i>Tabla 1.1</i> Estadísticos Principales	30
<i>Tabla 1.2</i> Modelo de Panel Dinámico Δ PIB	31
<i>Tabla 1.3</i> Modelo de Panel Dinámico VIDA	32

Glosario de Abreviaturas

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

I+D: Investigación y Desarrollo

PIB: Producto Interior Bruto

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo

El objetivo de este trabajo es analizar la correlación entre la inversión en I+D y el desarrollo económico de un país y el bienestar de los habitantes de este. Para ello, se lleva a cabo una revisión de las principales contribuciones teóricas, así como desde la perspectiva práctica, se realiza un análisis de diferentes variables relacionadas con el tema en cuestión. Mediante la aplicación del modelo a una muestra de 10 países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (de ahora en adelante, OCDE) y 10 no miembros, se llega a un resultado que determina otras posibles variables que pueden tener una correlación directa con el crecimiento de los países.

1.2. Planteamiento y Justificación del Tema

Desde los primeros procesos de innovación, iniciados a la par que el desarrollo del ser humano, el impacto que la innovación ha causado se ha constituido como principal motor del desarrollo económico y el bienestar social de los países (Montoya, 2004). Los cambios tecnológicos se consideran efectos importantes en el desarrollo de la humanidad, y el factor que coloca a una sociedad en las primeras filas de la civilización es, en gran medida, la alta velocidad a la que los cambios tecnológicos se introducen en el día a día de las personas. Por su parte, la globalización se define como algunos eventos que ocurren en un lugar y que afectan a los eventos en otros lugares. Por estos efectos, las relaciones sociales ganan densidad en todo el mundo. La tecnología ha hecho el mundo más pequeño al acelerar las distancias y el tiempo. Las tecnologías de comunicación y transporte adquieren nuevos límites y formas de expresión (Bulut, Çakmak and Kara, 2013).

El papel de la inversión en conocimiento y la redistribución de recursos en el impulso de la actividad innovadora apunta a que el sistema financiero tiene un papel importante que desempeñar en la promoción de la innovación. Por ejemplo, los costes de I+D pueden requerir financiación externa a las empresas o países. Del mismo modo, si los avances tecnológicos se materializan en nuevas empresas, se requiere un sistema financiero que

sea capaz de apoyar el crecimiento inicial de las empresas de nueva creación. A nivel de la industria, si el crecimiento de la productividad es mayor en algunos sectores que en otros, el sistema financiero debe tener la capacidad de redirigir la financiación de las industrias de crecimiento más progresivo a las de crecimiento más acelerado. Por estas razones, se ha desarrollado una importante literatura que enfatiza la importancia del desarrollo económico para determinar el nivel y la eficacia de la actividad de innovación (Lane, 2009).

De la misma forma, la inversión que las empresas y los países destinan a sus departamentos de I+D ha sido utilizada como principal indicador para medir sus niveles de innovación, así como directamente atribuido al nivel de desarrollo económico y de bienestar de éstos. No obstante, este indicador no puede ser el único que se utilice para determinar este tipo de características, pues sería un modelo incompleto y llevaría a confusiones a nivel micro. Es importante, también, diferenciar entre los procesos nacionales y extranjeros en estos ámbitos, y cómo el aprovechamiento de las inversiones de países vecinos en I+D puede beneficiar indirectamente a un país cuyos recursos limiten su posibilidad de desarrollar los suyos propios, y todo ellos gracias a la disminución de barreras entre los distintos mercados. Entonces, esto nos lleva a plantear la hipótesis que fundamenta todo el trabajo, que consiste en comprobar si la teoría respalda a la práctica y, en efecto, la inversión en I+D se puede caracterizar como variable fundamental en el proceso de desarrollo de estos países.

1.3. Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos mencionados inicialmente, se ha llevado a cabo, en primer lugar, un análisis de los antecedentes históricos y teóricos de los procesos de innovación, así como se ha delimitado el concepto y el impacto de la innovación como un factor indispensable para alcanzar las metas de crecimiento económico y mejora del bienestar social. A continuación, se ha sintetizado el marco teórico de las conocidas como “Cuatro Revoluciones Industriales”, y su posterior impacto en el desarrollo de los países seleccionados. Por otro lado, se estudia la importancia de la inversión en la Investigación y el Desarrollo por parte de los países para fomentar su crecimiento económico y desarrollo social.

En segundo lugar, se ha aplicado el modelo teórico a una muestra de 10 países miembros de la OCDE y otros 10 no miembros desde comienzos del siglo XXI. Posteriormente, se analizarán los resultados obtenidos en la aplicación del modelo práctico con el fin de poder llegar a una conclusión que nos permita comprobar con datos si la inversión en I+D efectivamente es beneficiosa para los países o no. Finalmente, se han llevado a cabo unas conclusiones, incluyendo además la bibliografía que se ha utilizado para la realización del trabajo.

1.4. Estructura

El trabajo se ha estructurado en cuatro partes. La primera parte incluye la introducción, el planteamiento y justificación del tema elegido, el objetivo y la metodología que se ha seguido a lo largo de su realización.

La segunda parte contiene el marco teórico en el que se explica en diferentes capítulos el proceso paulatino de desarrollo que ha sufrido la innovación y los avances tecnológicos. El primer capítulo de esta segunda parte, “la concepción de los términos de desarrollo económico e innovación”, engloba las diferentes teorías y aportaciones de distintos economistas especializados en la materia, así como un repaso de las teorías económicas de los procesos de producción. El segundo capítulo está dedicado a la explicación y análisis de las conocidas como las cuatro revoluciones industriales que se han producido a lo largo de la historia, haciendo hincapié en la cuarta y más reciente, la cual estamos experimentando en la actualidad. El tercer capítulo, “I+D como factor de crecimiento y bienestar” muestra la teoría que respalda que las inversiones en I+D llevadas a cabo por los países tiene una relación directa con el desarrollo económico y de bienestar social de los mismos. Por último, el capítulo “El papel de la globalización en el desarrollo económico” trata de examinar el efecto que el fenómeno de la globalización ha tenido sobre los procesos tecnológicos.

La tercera parte está dedicada al análisis concreto de la evolución del desarrollo de la muestra de países seleccionados aleatoriamente. El mismo se divide en la descripción de dicha muestra, y el estudio a través de la medición de distintas variables relacionadas, tanto con el desarrollo económico como con el bienestar social a través de un análisis

descriptivo que nos permita evaluar el impacto de las inversiones en I+D. Incluida dentro de esta tercera parte, el siguiente apartado se centra en analizar los resultados obtenidos en el análisis anterior. La cuarta y última parte recoge las conclusiones que se han alcanzado a lo largo de la realización del trabajo. Se incluye también el conjunto de fuentes bibliográficas que se han utilizado a lo largo del trabajo.

2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. LA CONCEPCIÓN DE LOS TÉRMINOS DE DESARROLLO ECONÓMICO E INNOVACIÓN

A lo largo de la historia, se han dado a conocer numerosas definiciones del término innovación, que han ido evolucionando de la mano de los avances tecnológicos y de las distintas revoluciones industriales que se han sucedido a lo largo del tiempo. Los distintos autores centrados en este enfoque proporcionan interpretaciones diferentes sobre este término, pero se puede observar que hay un denominador común en todas ellas: la explotación con éxito de una nueva idea o una previa, mejorándola (Castells y Valls, 2004).

No obstante, es importante mencionar algunas de estas definiciones con el fin de profundizar en el significado del término innovación. De acuerdo con Gee (1981), la innovación es “el proceso en el cual, a partir de una idea, invención o reconocimiento de necesidad, se desarrolla un producto, técnica o servicio útil y es, además, aceptado socialmente” (citado en Cilleruelo, 2014). También se puede entender la innovación como “el conjunto de actividades, inscritas en un determinado periodo de tiempo y lugar, que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización” (Pavon y Goodman, 1981 citado en Castells y Valls, 2004).

El economista austriaco, Joseph Schumpeter, presentó en su propuesta del estudio del desarrollo económico de los países la importancia de la noción que coloca a la innovación como origen de dicho desarrollo económico, pues consideraba a la innovación y los avances tecnológicos como mecanismos fundamentales para alcanzar un mayor estado de bienestar social y prosperidad económica. Las definiciones anteriormente enumeradas del concepto de innovación tienen su origen en las cinco ideas que Schumpeter planteó en 1934:

1. La innovación es introducir en el mercado un bien o servicio novedoso, uno con el que el mercado no está habituado.
2. Innovación es también la entrada en el mercado de un nuevo método de producción, un método hasta entonces desconocido en la especialidad es cuestión, pudiendo también referirse a un nuevo método de comercialización de dicho producto en el mercado.
3. Entiende, además, como innovación, a la entrada de un nuevo mercado en un país, independientemente de si dicho mercado existía con anterioridad en otros países o no.
4. El descubrimiento de nuevas fuentes de recursos de materias primas es también considerado como una forma de innovación por Schumpeter.
5. El establecimiento de un nuevo método de organización en un mercado, como puede ser el asentamiento de un monopolio.

De estas definiciones, entre otras muchas, se puede sacar la conclusión, ya debatida, de que las distintas acepciones del término innovación aceptadas a lo largo de los años tienen en común que todas introducen la idea de algo nuevo, que no se conoce previamente, al menos no en esa forma, sino que se introduce para cubrir unas necesidades específicas en el mercado y que, además, se hace de manera exitosa (Formichella, 2005). Es también importante resaltar que, existe consenso en que la competitividad es un componente esencial para explicar la innovación. En su teoría, Michael Porter (1990) afirma que “la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas mediante innovaciones”.

Además, innovar no consiste solo en aportar novedades a los bienes y servicios que se ofrecen en el mercado, sino que esta innovación tiene que ser útil. Útil en el sentido de que no puede suponer una mera incorporación de nuevos procesos tecnológicos, sino que tiene que ir más allá, y no solo aportar una nueva visión, sino ser capaz de adelantarse a las necesidades de los consumidores en los distintos mercados y generar valor ofreciendo productos a un precio menor, pero con una calidad notablemente mayor (CEIM, 1992).

Según Castells y Valls (2004), podemos distinguir entre distintos tipos de innovación. Por un lado, hablamos de innovaciones principales o radicales cuando éstas constituyen una fractura inminente (*breakthrough*) respecto a lo conocido con anterioridad. Por el otro, nos referimos a innovaciones incrementales cuando dicha innovación supone la mejora o perfeccionamiento de productos o servicios previamente conocidos. La diferencia más notable entre ambas radica en que las innovaciones principales o radicales suponen una señalada mejora en el resultado de los productos terminados, sin recaer en los costes el impacto principal, mientras que, en las innovaciones incrementales, el elemento clave es la reducción de dichos costes. En definitiva, las innovaciones radicales tienen como fundamento el avance de la tecnología y el progreso de la ciencia (*science o technology push*), y las incrementales se mueven por necesidades del mercado (*demand pull*).

Para aclarar la diferencia entre ambos tipos de innovación, se presenta el siguiente ejemplo, utilizando un mismo producto: el iPhone. La llegada al mercado del primer iPhone en junio de 2007 marcó el punto de partida de la carrera de los teléfonos inteligentes o *smartphones*, que aparte de ofrecer un innovador diseño sorprendió a los usuarios con un sistema operativo que aplicaba una tecnología hasta entonces desconocida. La salida al mercado de este primer prototipo de dispositivo es lo que se considera como principal o radical. Por su parte, la siguiente mejora del diseño, sistema operativo y otros muchos perfeccionamientos, es lo que se conoce como innovación incremental, pues se está creando valor sobre un producto ya existente en el mercado con el fin de satisfacer de una forma más completa las necesidades de los consumidores y superar sus expectativas.

De acuerdo con el punto de vista de Formichella (2005), Schumpeter fue el primer economista importante en profundizar en el ámbito de la innovación, estableciendo una clara diferenciación entre invención, innovación y difusión. Invención se refiere a cualquier producto o servicio que tenga lugar en el ámbito científico-técnico, véase una universidad o instituto de investigación, pero que no sale de dicho ámbito. Por su parte, la innovación puede considerarse como una extensión de la invención, suponiendo un cambio de características económicas, y que es, además, continuo. Por último, la difusión hace referencia a la transferencia de dicha innovación, el medio que hace posible la transformación de una invención científica a una innovación económico-social.

En cuanto al concepto de desarrollo económico, Schumpeter estudia el proceso de producción como la combinación de fuerzas productivas, originando la siguiente función de producción:

$$PIB = F(FP, T, ASC) \quad [1]$$

Donde:

PIB es el Producto Interior Bruto, o volumen de producción, del país que se está estudiando.

FP son los denominados Factores Productivos o Materiales de Schumpeter, en los que incluimos los medios de producción producidos (*K*), los recursos naturales (*RN*) y el factor trabajo (*W*).

T es la innovación y la tecnología accesibles.

ASC son los aspectos socioculturales, y junto con la Tecnología forman los Factores Inmateriales.

Después de haber analizado la función de producción de Schumpeter, podemos decir que, desde su punto de vista, “el aumento de la producción depende de la tasa de cambio de los factores productivos, la tasa de cambio de la tecnología y la tasa de cambio del ambiente sociocultural” (Adelman, 1978 citado en Montoya, 2004). No obstante, no todos los componentes de dicha función son igual de relevantes con respecto a la tasa de crecimiento de la producción, sino que los efectos de los cambios tecnológicos y de los aspectos socioculturales suponen unas consecuencias mucho más notables y eficientes, y por esto Schumpeter los considera como *fuerzas del desenvolvimiento económico o evolución económica*, considerando los factores productivos como meros componentes del *crecimiento económico*. Aquí podemos ver la clara diferenciación que Schumpeter hace entre las ideas de crecimiento económico y desarrollo económico, diferenciación que generó un alejamiento del economista con la Escuela Neoclásica¹. Esta afirmaba que

¹ Escuela que se desarrolla a finales del siglo XIX, principios del siglo XX, a la que pertenecen importantes autores de la ciencia económica como Marshall, Pareto y Jevons, y plantea que el valor de los bienes es una

los únicos factores capaces de generar actividad económica eran los factores materiales o productivos, dejando de lado los inmateriales, afirmación contraria al pensamiento de Schumpeter que dispone en los últimos las bases decisivas para el desarrollo económico de los países (Montoya, 2004).

Podemos decir, entonces, que Schumpeter define el desarrollo económico como un concepto activo que supone un proceso de cambio tanto en la sociedad como en el ámbito económico. No obstante, defiende que, aunque la innovación y el progreso tecnológico sean los ingredientes principales para alcanzar el desarrollo económico, éstos no surgen repentinamente en momentos aleatorios del tiempo, sino que están impulsados por lo que Schumpeter denomina el *empresario innovador*. Lo define como aquella persona que, dentro de un mercado capitalista, “tiene capacidad e iniciativa para proponer y realizar nuevas combinaciones de medios de producción” (Schumpeter, 1978 citado en Montoya, 2004). El economista resalta que solamente aquellas personas que introduzcan o generen innovaciones radicales o principales podrán ser consideradas como empresarios innovadores, y tan pronto como dicha innovación se difunda y pierda su carácter novedoso, entonces dejará de serlo (Schumpeter, 1997, pg. 84).

Otros autores clásicos, como pueden ser Rostow, Lewis o Myrdal tienen una concepción del desarrollo económico centrada principalmente en el desarrollo del producto per cápita. Otros, como el economista indio Amartya Sen (1998), centró su teoría del desarrollo económico en la importancia del capital humano, pues considera que no es posible medir el nivel de desarrollo y crecimiento de una sociedad basándonos sólo en los aspectos económicos, sino que hay que tener en cuenta el nivel de desarrollo de las personas que conforman la sociedad que se está estudiando (London & Formichella, 2006). Sen (1998) considera, por tanto, que:

La ampliación de la capacidad del ser humano tiene importancia directa e indirecta para conseguir el desarrollo. Indirectamente, permite estimular la productividad, elevar el

función de la utilidad o satisfacción que le asignan los consumidores; existe información perfecta y que puede aplicarse de manera generalizada siguiendo un conjunto de instrucciones (Formichella, 2005).

crecimiento económico, ampliar las prioridades del desarrollo y contribuir a controlar razonablemente el cambio demográfico; directamente, afecta el ámbito de las libertades humanas, del bienestar social y de la calidad de vida, tanto por su valor intrínseco como por su condición de elemento constitutivo de este ámbito (pg. 89).

Algunos autores han profundizado en sus análisis teóricos en la importancia empírica de la relación entre la innovación y el desarrollo económico de la siguiente manera:

Romer (1986) propone un modelo que ofrece una visión alternativa a las perspectivas de crecimiento y desarrollo económico a largo plazo. Plantea un modelo que sitúa el conocimiento en el epicentro del estudio. Este enfoque en el conocimiento como forma básica de capital sugiere cambios naturales en la formulación del modelo de crecimiento agregado estándar. Se supone que el nuevo conocimiento es el producto de una tecnología de investigación que exhibe rendimientos decrecientes. Se parte de la base de que la creación de nuevos conocimientos por parte de una empresa tiene un efecto externo positivo en las posibilidades de producción de otras empresas, ya que los conocimientos no pueden patentarse perfectamente ni mantenerse en secreto. Lo que es más importante, la producción de bienes de consumo en función de las existencias de conocimientos y otros insumos exhibe retornos crecientes: es decir, el conocimiento puede generar un producto marginal cada vez mayor (pg. 1003).

Jungmittag (2003) analiza los efectos de las innovaciones, la especialización tecnológica y la difusión de la tecnología en el crecimiento económico y la convergencia de los países de la UE entre 1969 y 1998. El análisis empírico se basa en un modelo de datos de panel, que nos permite evaluar los impactos de estos tres factores, así como de los factores de producción habituales en el crecimiento económico a largo plazo. Los resultados muestran que, además de la acumulación de capital, los conocimientos técnicos transferibles son una fuerza motriz del crecimiento de los países de la UE en proceso de convergencia. Además, la difusión de la tecnología es uno de los principales impulsores de la convergencia de la productividad laboral, mientras que los diferentes niveles de especialización tecnológica de los Ricardianos frenan la convergencia (pg. 30).

Según Saridogan y Sener (2011) exponen que “el núcleo del crecimiento económico a largo plazo en todos los modelos de crecimiento económico es el cambio tecnológico y la innovación” (pg.816). En las condiciones de una economía mundial altamente globalizada y competitiva, la estrategia de competitividad orientada a la ciencia, la tecnología y la innovación es el factor más importante para que los países no sólo fortalezcan su competitividad mundial, sino que también logren un crecimiento sostenible a largo plazo. En su estudio, los autores observan que aquellos países que centran sus estrategias de competitividad en esos tres factores muestran una mayor competitividad y un crecimiento sostenible en el largo plazo.

Howitt y Aghion (1998) se plantean si el crecimiento es atribuible en última instancia a la acumulación de capital o a la acumulación de conocimientos (progreso tecnológico), y la teoría acostumbra a afirmar que, si bien ambas fuerzas contribuyen positivamente al crecimiento a corto plazo, a largo plazo sólo importa la tasa de progreso tecnológico. Según esta opinión común, la acumulación de capital desempeña, en el mejor de los casos, un papel pasivo y de apoyo, que afecta únicamente al nivel de producción, no a su tasa de crecimiento. Aunque la tasa de crecimiento de la producción de una economía será, en última instancia, la misma que la del capital social, la fuerza impulsora última que determina ambas tasas de crecimiento es el progreso tecnológico (pg. 111).

En definitiva, se puede observar que la revisión de la literatura respalda la importancia de la innovación y el desarrollo tecnológico en el proceso de crecimiento económico de los países, pero es fundamental especificar que se basa en un crecimiento a largo plazo, pues a corto plazo los modelos económicos de los autores anteriormente citados no proporcionan los mismos resultados. La innovación es un concepto que se ha definido y caracterizado de muchas maneras diferentes y que puede considerarse tanto como un proceso como un resultado, es decir, es tanto la meta a la que se quiere llegar como el camino necesario a seguir para alcanzarla. Es un factor catalizador del crecimiento económico y tiene una importancia crítica en las economías contemporáneas. Históricamente, Schumpeter reconoció la importancia de la innovación para el bienestar económico, pero, con el paso del tiempo, los economistas han comenzado a atribuirle la importancia que tiene también a nivel macroeconómico. Entender la relación entre la innovación y el desarrollo económico es particularmente importante, ya que son dos

factores que se encuentran en auge y constante crecimiento. Mientras que la innovación en tiempos de Schumpeter estaba atribuida a los incrementos de inversión bienes materiales, como pueden ser la maquinaria o aprovisionamiento, en la actualidad, se asigna a la inversión en bienes inmateriales, como bien puede ser el conocimiento, las patentes o el capital humano, entre otros (Pradhan et al. 2016).

2.2. LAS CUATRO REVOLUCIONES INDUSTRIALES

El interés que se ha despertado en todas las sociedades a nivel global sobre la innovación y los nuevos procesos tecnológicos se puede atribuir a la necesidad de cambio constante a las nuevas necesidades de los mercados y los consumidores, que gracias a estos avances están cada vez más informados y son más exigentes. Sin embargo, debemos tener en cuenta que los procesos que involucran la innovación, a pesar de ser esta un término relativamente nuevo, se remontan mucho tiempo atrás. La Primera Revolución Industrial, que tuvo su auge a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, dio paso a la invención de dispositivos como la maquina de vapor, el ferrocarril o los telares mecánicos, dejando a un lado los trabajos basados en la mano de obra y abriendo camino a la automatización de procesos y la producción mecánica. Por su lado, la Segunda Revolución Industrial (finales del siglo XIX- principios del siglo XX), introdujo inventos como el frigorífico o el teléfono, periodo caracterizado por la producción en masa de bienes de consumo y el desarrollo de nuevas industrias (Romero, 2014). La crisis capitalista de los años 60 abrió paso a la Tercera Revolución Industrial, también conocida como la revolución científica o tecnológica, dando paso a nuevos inventos como el ordenador e Internet, y que hasta hace muy poco era considerada ser la revolución que estábamos experimentando en el presente (Roel, 1998). No obstante, la extensión y rapidez con la que las nuevas tecnologías y el impacto que está causando en la sociedad actual, hace necesaria una nueva distinción, apareciendo así la denominada Cuarta Revolución Industrial (Schwab, 2016).

Esta Cuarta Revolución Industrial tiene como objetivo aprovechar las diferencias entre la esfera física, digital y biológica. Integra sistemas de ciber-físicos e Internet de las

Cosas², *big data*³ y computación en la nube, robótica, sistemas basados en inteligencia artificial y impresión 3D. El proceso de globalización y la capacidad de los países de adaptar los nuevos desarrollos tecnológicos a sus necesidades nacionales abren la puerta a nuevas oportunidades para potenciar el crecimiento económico y bienestar de estos. En comparación con las revoluciones industriales anteriores, la cuarta está evolucionando a un ritmo exponencial y no lineal (Arteaga, 2018). Esta revolución, también denominada la industria 4.0⁴, se refiere al proceso de transformación que permite la integración paulatina de las distintas capacidades físicas y las digitales o tecnológicas con el fin de alcanzar el objetivo de convertir dichas industrias en inteligentes (Arteaga, 2018).

El profesor Klaus Schwab (2016), fundador y presidente ejecutivo del Foro Económico Mundial, ha estado en el centro de los asuntos mundiales durante más de cuatro décadas y está convencido de que estamos en el comienzo de una revolución que está cambiando fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos unos con otros. Argumenta que las revoluciones precedentes supusieron grandes cambios para la sociedad, pero la que estamos viviendo actualmente es sustancialmente diferente, “se caracteriza por una serie de nuevas tecnologías que fusionan los mundos físico, digital y biológico, que afectan a todas las disciplinas, economías e industrias, e incluso cuestionan las ideas sobre lo que significa ser humano”.

² El Internet de las Cosas o Internet of Things (IoT) es un término anglosajón que fue introducido en 1999 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) por Kevin Ashton y hace referencia al mecanismo por el cual, a través de sensores e internet, los objetos están conectados y aprenden sobre las características de unos y otros.

³ El término anglosajón *big data* se refieren a grandes cantidades de datos producidos muy rápidamente por un gran número de fuentes diversas. Los datos pueden ser creados por personas o generados por máquinas, tales como sensores que recopilan información climática, imágenes de satélite, imágenes y vídeos digitales, registros de transacciones de compra, señales GPS, etc. Abarca muchos sectores, desde la asistencia sanitaria hasta el transporte y la energía (Comisión Europea, 2018).

⁴ En Alemania se debate sobre la industria 4.0, término acuñado en la Feria de Hannover de 2011 para descubrir cómo esta revolucionará la organización de las cadenas de valor globales (Schwab, 2016).

El desarrollo y progresión de esta Cuarta Revolución Industrial puede elevar potencialmente los niveles de ingresos mundiales y mejorar la calidad de vida de las poblaciones de todo el mundo. Los tres ámbitos de la esfera social se ven afectados por ella de la siguiente manera: por un lado, desde el punto de vista empresarial, modifica radicalmente las expectativas de los clientes, la mejora de los productos, la innovación cooperativa y las formas de organización. Las nuevas tecnologías hacen que los activos sean más duraderos y resistentes, mientras que los datos y los análisis cambian la forma en que se mantienen. En cuanto a los gobiernos, a medida que las nuevas tecnologías permiten cada vez más a los ciudadanos comprometerse con los gobiernos, mientras éstos obtienen las herramientas necesarias para aumentar su control sobre la población. Los gobiernos y los legisladores deben colaborar estrechamente con la sociedad civil para poder responder adecuadamente a los desafíos. En cuanto a las personas y el ámbito social, uno de los mayores retos es la privacidad, la noción de propiedad, los patrones de consumo y cómo dedicamos tiempo a desarrollar las habilidades (Comisión Europea, 2018).

No obstante, para que la implantación de este tipo de tecnologías y la industria 4.0 tenga éxito en cualquier país del mundo, es necesario que los distintos gobiernos y administraciones públicas aborden las estrategias e instalen los sistemas de transformación adecuados. “Los niveles de liderazgo y comprensión de los cambios en marcha, a escala tanto nacional como mundial el marco institucional para dirigir la difusión de la innovación y mitigar la disrupción es inadecuada en el mejor de los casos y, en el peor, es completamente inexistente” (Schwab, 2016, pg.).

Con todo esto, se puede observar que tanto la innovación como el conocimiento juegan un papel fundamental en la nueva situación económica en la que nos encontramos actualmente y que la rápida divulgación de los procesos tecnológicos hace que esta cuarta revolución sea considerada como la *era de la innovación*. Y, a pesar de que innovar es atribuible a más ámbitos que el tecnológico, como su aplicación para mejorar de procesos organizacionales, comerciales o financieros, entre otras muchas actividades empresariales, su relación con el gasto de las empresas y países en actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) son consideradas como las más cruciales para el desarrollo económico y bienestar social (CEIM, 1992). Este tipo de actividades fomentan

no solo los avances tecnológicos, sino también la educación y el continuo aprendizaje, promoviendo también la competitividad en el mercado, y otras características que pasaremos a comentar en el siguiente apartado.

2.3. I+D COMO FACTOR DE CRECIMIENTO ECONÓMICO Y BIENESTAR SOCIAL

Según Hall (2006), Investigación y Desarrollo puede definirse como "el término comúnmente utilizado para describir las actividades emprendidas por las empresas y otras entidades, como los empresarios individuales, con el fin de crear productos y procesos nuevos o mejorados. El significado más amplio del término abarca actividades que van desde la investigación científica básica realizada en universidades y laboratorios hasta el ensayo y refinamiento de productos antes de su venta o uso comercial" (pág. 1). La situación global actual, en la que la inversión extranjera directa (IED), el comercio internacional y el intercambio mundial de información se producen a diario, ha creado una relación bidireccional entre el crecimiento económico y la productividad, así como entre el I+D nacional y el extranjero (Griffith et al., 2003). Los países se benefician del I+D nacional en la medida en que permite la producción de bienes y servicios que generan una forma más productiva de utilizar los recursos ya existentes, lo que conduce a un aumento de la productividad del país y, en consecuencia, a un aumento de su crecimiento económico (Coe y Helpman, 1995). Por otro lado, las ventajas del I+D extranjero pueden ser directas, en la medida en que permiten el constante proceso de aprendizaje de nuevas tecnologías o métodos de producción, o indirectas, en forma de importaciones de bienes y servicios desarrolladas por los socios comerciales de los países vecinos, que contribuyen de manera positiva al crecimiento económico del país (Coe y Helpman, 1995). Por lo tanto, tanto el I+D nacional como el extranjero parecen tener un efecto positivo en el desempeño económico de un país (Griffith et al., 2003).

Desde los tiempos de la Revolución Industrial, el aumento del nivel de vida ha estado vinculado a los avances tecnológicos (OCDE, 2007). Hoy en día, los descubrimientos innovadores son un determinante crítico de la competitividad global y el avance nacional

de un país. En una serie de estudios sobre el progreso tecnológico, se ha observado que la inversión en investigación y desarrollo es un instrumento clave para la transferencia internacional de tecnología (OCDE, 2010). Sin embargo, las investigaciones han demostrado consistentemente que la brecha tecnológica entre países ricos y pobres sigue creciendo (Burns y Shaw, 2008). Este es especialmente el caso de las economías emergentes o en desarrollo, donde el progreso tecnológico se basa en la adopción de tecnologías ya existentes desarrolladas en el extranjero, en lugar de invertir sus fondos en la creación de nuevas innovaciones que se desperdiciarían en manos de una mano de obra no cualificada, pues en muchas ocasiones estos fondos son inexistentes.

Los estudios de innovación se han centrado principalmente en la naturaleza tecnológica del fenómeno. La tecnología puede definirse como “un conjunto de procesos para transformar los recursos en productos y los conocimientos y aptitudes necesarios para su aplicación. Desde cualquier perspectiva en la que se aborden las cuestiones de desarrollo, el consenso de que la tecnología y las mejoras en los procesos de transformación tienen un papel central en cualquier explicación del crecimiento económico y la industrialización” (Weiss, 2002, pg.121). Por lo general, tratan de comprender cómo las empresas desarrollan nuevos productos y procesos. No obstante, resulta complicado medir el nivel cuantitativo de la actividad tecnológica de los distintos países, sobretodo para aquellos que todavía siguen en fase de desarrollo. El indicador más utilizado para medir este tipo de desarrollo tecnológico es, por consenso, el gasto que cada uno de países destina a I+D, siendo importante diferenciar dentro de éste las siguientes categorías:

- La I+D básica, definida como el trabajo experimental o teórico para adquirir nuevos conocimientos sin ninguna aplicación directa específica.
- La investigación y el desarrollo aplicados, definidos como trabajos originales con una finalidad práctica específica dirigida a la producción comercial.
- La I+D experimental, definida como el trabajo basado en el conocimiento existente y dirigido a la creación de nuevos productos.

La innovación fue el eje central de un estudio de la Fundación Nacional de la Ciencia (2012) en el que se observó que la innovación y el progreso tecnológico conducen a una

mayor productividad y a un menor precio, lo que resulta en un crecimiento económico. Defienden que la inversión en I+D no equivale a innovación. Sin embargo, el compromiso de las empresas con la investigación básica, definida por Hall (2006) como "la investigación llevada a cabo principalmente para adquirir nuevos conocimientos sin tener en cuenta su aplicación" (p.2), puede elevar el capital humano, captar y retener a los profesionales cualificados, retener la información extranjera e impulsar la capacidad de innovación. Este autor introdujo la idea de que las empresas del sector privado son más reacias a invertir en I+D debido al temor de que se produzcan efectos indirectos internacionales en este ámbito. Por "efectos tecnológicos indirectos" se entiende que (1) las empresas pueden adquirir información creada por otros sin pagar por esa información en una transacción de mercado, y (2) los creadores (o propietarios actuales) de la información no tienen ningún recurso efectivo, en virtud de la legislación vigente, si otras empresas utilizan la información así adquirida (Grossman y Helpman, 1992, pg. 16). Estos efectos indirectos sobrepasan las fronteras nacionales, lo que significa que la inversión en I+D de un país se integra directamente con la inversión en I+D de otros países.

La capacidad de un país para aprovechar la I+D extranjera depende de la relación económica con el resto de los países (Coe, Helpman y Hoffmaister, 2009). El temor a la incertidumbre y la preocupación por las imperfecciones del mercado hacen que la intervención directa del gobierno sea una necesidad básica para promover el progreso de la innovación y la adaptación de la tecnología con políticas tales como la reducción de las barreras de entrada que facilitan las actividades tecnológicas (Burns y Shaw, 2008). Los gobiernos desempeñan un papel fundamental al alentar a los países menos adelantados a mejorar el progreso tecnológico, promover y facilitar políticas nacionales, como la apertura económica a las empresas y la IED, aliviar el clima de inversión para dar a las empresas tecnológicas un margen de crecimiento suficiente y mejorar la calidad y la cantidad de la educación de su población (Watsa, 2008).

No obstante, atribuir todo el peso del desarrollo y mejora de los procesos tecnológicos de un país al resultado de las inversiones de este en I+D resulta incompleto y ha sido criticado ya que puede disminuir la capacidad de las empresas para embarcarse en el proceso de innovación. En consecuencia, las empresas con bajos niveles de inversión en

I+D acaban siendo entendidas como no innovadoras, lo que no es necesariamente cierto, y puede provocar cierto rechazo al deseo de ampliar sus inversiones en estos segmentos del negocio, en detrimento del desarrollo económico del país en el que operen (Ruffoni et al. 2018).

En resumen, la inversión que las empresas y los países destinan a sus departamentos de I+D ha sido utilizada como principal indicador para medir sus niveles de innovación, así como directamente atribuido al nivel de desarrollo económico y de bienestar de éstos. No obstante, este indicador no puede ser el único que se utilice para determinar este tipo de características, pues sería un modelo incompleto y llevaría a confusiones a nivel micro. Es importante, también, diferenciar entre los procesos nacionales y extranjeros en estos ámbitos, y cómo el aprovechamiento de las inversiones de países vecinos en I+D puede beneficiar indirectamente a un país cuyos recursos limiten su posibilidad de desarrollar los suyos propios, y todo ello gracias a la disminución de barreras entre los distintos mercados, pero, sobre todo, gracias a la globalización, lo que da pie al siguiente capítulo.

2.4. EL PAPEL DE LA GLOBALIZACIÓN EN EL DESARROLLO ECONÓMICO

Como muchos conceptos, el término globalización está sujeto a diferentes interpretaciones. En el contexto del desarrollo, normalmente se considera que se trata de la rápida expansión de los flujos de mercancías, servicios, capital y tecnología entre los países en la economía mundial. “Globalización hace referencia a la creciente interdependencia e interconexión del mundo moderno. La mayor facilidad de circulación de bienes, servicios, capital, personas e información a través de las fronteras nacionales está creando rápidamente una economía mundial única” (Weiss, 2002, pg. 140). La disminución en los costes de las transacciones entre países y los constantes avances tecnológicos han contribuido a la difusión de este fenómeno, permitiendo que se faciliten los procesos de divulgación de ideas, productos y aumente la participación de la población en el comercio internacional. La propagación de normas y valores mundiales, sobre todo aquellos centrados en el respeto por los Derechos Humanos, medioambiente y cambio

climático, es otro factor para tener en cuenta que gracias a la globalización puede tener un efecto beneficioso para la sociedad es (Weiss, 2002).

Sin duda, la capacidad de innovar y de llevar la innovación con éxito al mercado es ya un factor determinante de la competitividad global de las naciones. Los responsables políticos son cada vez más conscientes de que la actividad innovadora es el principal motor del progreso económico y del bienestar, así como un factor potencial para hacer frente a los retos mundiales en ámbitos como el medio ambiente y la salud. Además de los rápidos avances en los descubrimientos científicos y en las tecnologías de uso general, como las TIC y la biotecnología, que han permitido nuevas formas de competencia y abierto nuevos mercados para la creación y entrega de productos y servicios innovadores, la globalización está impulsando el ritmo acelerado de la innovación. La globalización también ha aumentado la presión sobre los países de la OCDE para que asciendan en la cadena de valor y se comprometan en un proceso continuo de ajuste e innovación (OCDE, 2007).

No obstante, Yusuf (2001, pg. 40) argumenta que “la globalización no es una cura milagrosa, puede aumentar la susceptibilidad de muchos países a los choques y puede someter a los estados a controles y disciplinas que delimitan”. La mayoría de las economías están integradas sólo parcialmente en el sistema globalizado. Si bien esto los aísla hasta cierto punto del riesgo de turbulencias asociadas con la volatilidad de los flujos de capital a corto plazo, también impide que estos países aprovechen los recursos, la energía y las ideas inherentes a la globalización. No es de extrañar que los miembros de altos ingresos de la OCDE sean los más estrechamente interrelacionados a través del comercio, los movimientos de capital y la red de comunicaciones (Yusuf, 2001). No existe un conjunto simple de medidas que garanticen que los países se beneficiarán del proceso de globalización, pero lo que se está haciendo cada vez más evidente es que los países que no aprovechen las oportunidades que ofrece la expansión del sistema de comercio mundial y el importante aumento de los flujos internacionales de capital casi con toda seguridad se quedarán rezagados con respecto a otros que aprovechen sus oportunidades (Weiss, 2002).

También es necesario tener en cuenta que, la disrupción tecnológica puede afectar negativamente al desarrollo de los países. La globalización ha permitido que el mundo se convierta en un lugar sin fronteras, en el que tanto productos, como información o personas las traspasan sin problema alguno y, cada vez, de una forma más cómoda y económica. No obstante, esto tiene sus consecuencias. La disrupción tecnológica está afectando a las sociedades de los distintos países en casi todos los ámbitos. Desde la destrucción de trabajos por la sustitución por máquinas en la realización de tareas y automatización de procesos en los sectores más básicos, hasta la aplicación del Internet de las cosas a camisetas inteligentes que nos avisan, con antelación, de que vamos a sufrir un ataque al corazón, y otras muchas mejoras que, aunque beneficiosas, podrían costar el empleo a miles de personas (Torre & Torralba, 2017).

Por otro lado, gran parte del aumento del nivel de vida y bienestar social se debe a la innovación, como ha ocurrido desde la Revolución Industrial, como se ha mencionado con anterioridad. Hoy en día, el rendimiento innovador es un factor crucial para determinar la competitividad y el desarrollo nacional. Además, la innovación es importante para ayudar a hacer frente a los desafíos mundiales, como el cambio climático y el desarrollo sostenible. Pero es la aplicación de los avances tecnológicos, junto con el espíritu empresarial y los enfoques innovadores para la creación y entrega de bienes y servicios, lo que traduce los avances científicos y tecnológicos en una actividad económica más productiva. Esto se traduce, a su vez, en crecimiento económico si las estructuras de mercado y el entorno regulatorio permiten que las actividades más productivas se expandan. Dicho esto, el propio esfuerzo innovador, incluida la investigación y el desarrollo formales, sigue siendo la condición indispensable para que sea posible el crecimiento. Sin embargo, la industrialización puede haber dejado de ser un paso necesario hacia la prosperidad. Incluso las economías con predominio de las zonas rurales, que son capaces de acumular capital humano utilizando técnicas de aprendizaje convencionales y a distancia, pueden convertirse en actores importantes de la economía mundial. La ventaja de la globalización en su etapa actual es la facilidad de entrada en ciertas áreas, lo que aumenta las oportunidades de los productores de los países en desarrollo con conocimientos, productos e ideas (OCDE, 2007).

En definitiva, un enfoque integral de la globalización, gestionado e impulsado por buenas políticas, puede multiplicar los efectos de las medidas de estímulo del crecimiento. La globalización incide en el desarrollo desde varias direcciones de gran importancia para la política nacional de los países, estando éstas directamente relacionadas con el crecimiento del comercio, los flujos de capital y financieros, la capacidad de las migraciones, las Tecnologías de la Información y la Web, y la difusión de la tecnología. Todas las regiones del mundo se ven afectadas por la globalización a través de estos canales, pero es importante recordar que toda la magnitud del fenómeno es percibida por un número relativamente pequeño de personas en países de ingresos altos y medios.

2.5. OTRAS VARIABLES ALTERNATIVAS

Hemos visto que existen sesgos o carencias en las variables comentadas y, recientemente, se están completando estudios que relacionan el desarrollo económico y bienestar de los países con otras variables, unas más orientadas a medir el nivel de bienestar, como el Índice de Desarrollo Humano (IDH), la esperanza de vida en el nacimiento (VIDA), el gasto que el gobierno de cada país destina a la educación (EDUC) en porcentaje del Producto Interior Bruto (PIB), y otras al desarrollo meramente económico y de innovación, como las solicitudes de patentes (PATT), los artículos de revistas científicas y técnicas publicados en un país (CIENT) y el número de investigadores profesionales dedicados al estudio del I+D (INVESTG).

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador del desarrollo humano de los países que el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) lleva realizando desde 1990 con el objetivo de buscar soluciones a los desafíos y desigualdades que afectan a la sociedad en los ámbitos económicos, sociales y medioambientales. Desde entonces y gracias a la actual accesibilidad a datos y capacidades analíticas, este índice nos permite estudiar el nivel de desarrollo de todos los países del mundo a través de un indicador que combina distintas variables sociales con el fin de llegar a un valor entre 0 y 1 (correspondiendo un valor de 1 al máximo nivel de desarrollo posible, y 0 el mínimo). Al estar este trabajo enfocado en estudiar el impacto de la innovación no solo en el

desarrollo económico sino también es el estado de bienestar de los países, este indicador es una variable imprescindible que analizar.

La esperanza de vida al nacer señala el número de años que podría llegar a vivir un recién nacido si las tendencias de mortalidad del país en el que nace se mantuvieran sin cambios a lo largo de su vida. Este factor también se incluye en el Índice de Desarrollo Humano, ya que mide la capacidad de las personas de un país de tener una vida larga y saludable, lo que está directamente relacionado con el nivel bienestar y la calidad de vida de los habitantes de un país. En la última actualización de dicho índice se establece que, aunque la esperanza de vida ha aumentado progresivamente durante los últimos años a nivel mundial, las desigualdades entre los distintos países todavía presentan un gran desafío para el progreso de las naciones, y es por eso por que se ha decidido incluir esta variable a nuestro estudio (PNUD, 2018).

En el caso de la educación, a lo largo de la historia se ha podido observar que las mejoras y avances tecnológicos han contribuido a la automatización de trabajos que antes requerían el uso de una extensiva mano de obra, lo que permitió que las personas pudieran dejar el campo y comenzar a formarse en los distintos niveles de la educación. En la actualidad y, sobretodo, desde la tercera revolución industrial y la llegada de internet, el acceso de la población a la educación superior universitaria se ha disparado. Además, según De la Torre y Torralba (2017), los avances tecnológicos están haciendo que los trabajos más tradicionales comiencen a desaparecer, y que la mayoría de la población que está actualmente comenzando los estudios primarios vaya a terminar trabajando en especialidades que todavía no existen. Por esto, se ha considerado el gasto que los gobiernos dedican a la educación en porcentaje del PIB como una variable necesaria en el estudio del desarrollo económico y bienestar de los países, pues es un factor que combina tanto el nivel de educación de un país como la importancia que el gobierno de dicho país da a la escolarización y aprendizaje de su población.

Las tres otras variables a tener en cuenta están más relacionadas con la innovación y los avances tecnológicos, y amplían el conocimiento que el estudio de la inversión de los países en I+D nos aporta. Por un lado, desde principios del siglo XX con Schumpeter y

su empresario innovador, hasta la actualidad con estudios de diversos autores⁵ en años más recientes, se ha llegado al consenso de la importancia del emprendimiento para potenciar el desarrollo económico. La solicitud de patentes de los residentes de un país es, por tanto, una variable que nos permite medir el nivel de innovación de un país, ya que registra los derechos exclusivos de una invención, que es aquel producto o proceso que ofrece una nueva forma de hacer algo o nueva solución a un problema ya existente (Banco Mundial, 2016). Por su parte, los artículos de revistas científicas y técnicas publicados en un país y el número de investigadores profesionales dedicados al estudio de la investigación y el desarrollo (I+D), son otras dos variables que nos permiten medir el nivel de innovación de un país, ya que la primera nos dice el número de investigaciones que se están llevando a cabo en campos como ingeniería o biotecnología, y la segunda el número de personas dedicadas a desarrollar y buscar mejoras desde la investigación básica hasta el desarrollo experimental. Tanto en el caso de solicitudes de patentes como en el de investigadores dedicados a estudiar el I+D y, para que el estudio sea más representativo, se han calculado dichos valores por cada millón de habitantes.

En definitiva, a lo largo del estudio de los factores y acontecimientos que han influido en el desarrollo económico y bienestar de los países, se ha llegado a la conclusión de que hacer referencia sólo a la inversión en I+D o los efectos de la globalización no son suficientes, y se han buscado otras variables que amplíen el verdadero impacto que la innovación tiene en los procesos de crecimiento de los países. En el siguiente apartado se llevará a cabo análisis concreto de la evolución del desarrollo económico de un grupo determinado de países

⁵ Diversos autores como Pradhan et. al (2016), Kam Wong et al (2005), o Galindo y Méndez (2014).

3. METODOLOGÍA: Aplicación del modelo teórico

3.1. DEFINICIÓN DE LA MUESTRA

Como se ha explicado en el último apartado del Marco Teórico, se ha decidido llevar a cabo un estudio sobre cómo afectan las nuevas variables⁶ al PIB de un grupo de países que se han elegido aleatoriamente⁷, diez de ellos considerados desarrollados o de altos ingresos y miembros de la OCDE (España, Finlandia, Alemania, Lituania, Reino Unido, Países Bajos, Letonia, Japón, Italia y Canadá), y otros diez considerados menos desarrollados y de niveles medio-bajo de ingresos y no miembros de la OCDE (Brasil, China, India, Argentina, Colombia, Tailandia, Costa Rica, Ucrania, Sudáfrica y Singapur), durante un periodo de 16 años (desde al 2000 al 2016). Entonces, el PIB de cada país sería la variable dependiente, y el resto serían las independientes, de modo que obtendríamos la siguiente ecuación:

$$\Delta PIB = \beta + \alpha_1(I + D) + \alpha_2, PATT + \alpha_3, IDH + \alpha_4, VIDA + \alpha_5, EDUC + \alpha_6, CIENT + \alpha_7, INVESTG + \alpha_8) + \varepsilon$$

Donde:

I+D es el porcentaje del gasto del PIB destinado a la investigación y el desarrollo

PATT son las solicitudes de patentes por cada millón de personas realizadas en un país

IDH es el Índice de Desarrollo Humano del país expresado del 0 al 1, siendo 1 el máximo

⁶ Índice de Desarrollo Humano (IDH), la esperanza de vida en el nacimiento, el gasto que el gobierno de cada país destina a la educación en porcentaje del Producto Interior Bruto (PIB), las solicitudes de patentes, los artículos de revistas científicas y técnicas publicados en un país y el número de investigadores profesionales dedicados al estudio de la investigación y el desarrollo (I+D).

⁷ La muestra se ha aleatorizado en Microsoft Excel a través de la fórmula ALEATORIO.

VIDA es la esperanza de vida al nacer de los habitantes del país

EDUC es el porcentaje del gasto del PIB que los gobiernos destinan a la educación

CIENT es el número de artículos científicos publicados por cada millón de personas

INVESTG es el número de personas dedicadas al estudio del I+D por cada millón de personas

No obstante, como ya se ha comentado en apartados anteriores, este trabajo también intenta explicar el impacto que la innovación tiene en el desarrollo del estado de bienestar de los países, no centrarse sólo en la parte económica. Por esto, a la hora de analizar los datos en Gretl, se ha decidido incluir también un análisis de las mismas variables, pero colocando la esperanza de vida como variable dependiente, obteniendo la siguiente función:

$$VIDA = \beta + \alpha_1(I + D) + \alpha_2, PATT + \alpha_3, IDH + \alpha_4, PIB + \alpha_5, EDUC + \alpha_6, CIENT + \alpha_7, INVESTG + \alpha_8) + \varepsilon$$

Los datos de todas las variables que se han utilizado para llevar a cabo el estudio han sido extraídos, excepto el Índice de Desarrollo Humano que se han extraído del propio índice, íntegramente del repositorio de datos del Banco Mundial. El motivo por el que se ha elegido ese periodo determinado de tiempo se debe, por un lado, a que se ha querido que sea un número de años suficiente para poder comparar las variaciones entre las variables. Por otro lado, porque en el año 2002 se introdujo el euro en 19 de los 28 países miembros de la Unión Europea, hito que se ha considerado relevante tanto para facilitar el comercio entre ellos y con el resto de las economías, como para obtener mejores resultados económicos facilitando la demanda entre los consumidores y potenciar el crecimiento.

3.2. ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INNOVACIÓN EN EL DESARROLLO ECONÓMICO Y ESTADO DE BIENESTAR EN 10 PAÍSES MIEMBROS DE LA OCDE Y 10 NO MIEMBROS.

A la hora de analizar los datos obtenidos, se ha utilizado el programa estadístico *Gretl*, un paquete de herramientas estadísticas completo y estimación de modelos econométricos, con el fin de estudiar la correlación entre la variable dependiente y el resto de las variables independientes y poder llegar a conclusiones que intenten esclarecer la hipótesis inicialmente propuesta. En primer lugar, se ejecuta el análisis de los estadísticos descriptivos y la matriz de correlación entre las variables, pero al ser un total de 20 países y 8 variables, la cantidad de información obtenida es muy elevada. Además, debido a la falta de datos, se ha tenido que suprimir China, pues esto hacía que la correlación entre el resto de las variables fuera menos precisa.

Para este modelo, en el caso 1, se ha considerado la variable crecimiento del PIB como la variable explicativa, y el resto del conjunto de variables como explicadas. El repaso a la literatura acerca de la estrecha relación que existe entre las inversiones en I+D y el desarrollo económico y bienestar social de los países nos lleva a atribuir a esta primera variable, así como el resto de las variables relacionadas con el desarrollo tecnológico, la categoría de explicadas. Por su lado, en el caso 2, se ha considerado la variable Esperanza de vida como la explicativa, y el resto como explicadas.

En segundo lugar, se ha llevado a cabo un análisis de los estadísticos descriptivos (tabla 1.1) para todo el conjunto de la muestra en los dos casos a estudiar, por un lado, con el crecimiento del PIB como variable dependiente (Caso 1), y por otro con la Esperanza de vida (Caso 2), y en ambos casos se observa que ninguna variable muestra problemas de colinearidad, por lo que todas las variables incluidas en el modelo en ambos casos son explicativas y necesarias para llegar a conclusiones. Por otro lado, cuando se estima un modelo utilizando efectos fijos, se obtiene automáticamente el valor del coeficiente de determinación, o *R cuadrado*, que refleja en qué medida se ajusta el modelo a la variable que queremos explicar. Tanto para el Caso 1 como para el Caso 2, el valor de este parámetro es 0,51 y 0,98 respectivamente, lo que significa que en el primer caso

el modelo explica la mitad de las variables a estudiar, mientras que en el caso 2 el modelo explica casi la totalidad de las variables a estudiar.

Tabla 1.1 Estadísticos Principales

Estadísticos Principales (170 observaciones)					
	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación típica
□ PIB	19,29	20.186,00	-14.814,00	11,89	35,03
I+D	18.131,00	16.745,00	0,36	37.488,00	0,93
PATT	425,40	143,84	0,00	3.028,90	726,46
IDH	0,87	0,88	0,73	0,93	0,04
VIDA	79,01	80,11	70,32	83,99	35,52
EDUC	41,28	47,59	0,00	71,93	19,58
CIENT	953,43	953,76	0,00	2.054,40	618,94
INVESTG	3.412,80	3.128,80	0,00	7.821,80	1.729,60

De estas partes del análisis podemos concluir que todas las variables elegidas para estudiar el impacto de la innovación, tanto para fomentar el desarrollo económico como el social de los países seleccionados, el modelo es válido y el estudio de otros variables estadísticos concretos nos ayudará a profundizar más en la correlación de estos elementos.

A continuación, se lleva a cabo un modelo de panel dinámico para estimar el impacto de la innovación en el crecimiento del PIB en el Caso 1, y el impacto de esta en la Esperanza de vida en el Caso 2. A la hora de seleccionar el método por el cual queremos realizar el estudio de nuestra muestra, elegimos un modelo de datos de panel, pues al llevar a cabo el test de Breusch-Pagan, se rechaza la hipótesis nula, lo que nos indica que realizar un modelo de datos de panel en la opción más adecuada para el estudio de las variables seleccionadas. Esta prueba determina la heterocedasticidad en los modelos de regresión lineales (Griffiths, William & Lim, 2011).

Para comprobar cualquier correlación entre los componentes y los regresores en un modelo de efectos aleatorios, podemos utilizar una prueba de Hausman. Esta prueba compara las estimaciones del coeficiente del modelo de efectos aleatorios con las del modelo de efectos fijos. La idea que sustenta la prueba Hausman es que tanto los estimadores de efectos aleatorios como los de efectos fijos son consistentes si no hay correlación entre las variables explicativas. Si ambos estimadores son consistentes,

entonces deben converger a los valores reales de los parámetros en muestras grandes. Es decir, en muestras grandes, las estimaciones de los efectos aleatorios y de los efectos fijos deben ser similares. Al indicarnos el resultado de la prueba que rechazamos la hipótesis nula, se llega a la conclusión de que, para nuestro modelo en concreto, es mejor hacer uso de efectos fijos (Griffiths, William & Lim, 2011).

Los coeficientes o betas, que identifican la magnitud y sentido de las variables independientes sobre la dependiente, indican que las variables *I+D*, *PATT*, *IDH*, *EDUC* y *CIENT* se relacionan positivamente con el PIB, mientras que *VIDA* y *INVESTG* se relacionan negativamente. En el Caso 2 se observa que todas las variables presentan una relación positiva con la Esperanza de vida, exceptuando el caso de las variables *I+D* y Δ *PIB*, que presenta un valor negativo. Los resultados de ambos análisis se pueden observar en las tablas 1.2 y 1.3:

Tabla 1.2 Modelo de Panel Dinámico Δ PIB

Variable Dependiente: Δ PIB					
	Coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
CONST	58,08990	13,51780	4,29700	0,00002	***
I+D	0,71509	0,96216	0,7432	0,4579	
PATT	0,00015	0,00241	0,06035	0,9519	
IDH	55,09160	24,47010	2,25100	0,0251	**
VIDA	-1,02312	0,29610	-3,455	0,0006	***
EDUC	0,04278	0,13387	0,3196	0,7495	
CIENT	0,00006	0,00066	0,09236	0,9265	
INVESTG	-0,00006	0,00025	-0,2727	0,7853	
Ln(PIB)	-2,44558	1,11826	-2,187	0,0295	**

Tabla 1.3 Modelo de Panel Dinámico VIDA

Variable Dependiente: VIDA					
	Coefficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
CONST	38,37360	1,48848	25,78	0	***
I+D	-0,12929	0,18519	-0,6982	0,4856	
PATT	0,00005	0,00046	0,1062	0,9155	
IDH	60,52520	3,19092	18,97	0	***
EDUC	0,03133	0,0257	1,219	0,2239	
CIENT	0,00030	0,00013	2,346	0,0196	**
INVESTG	0,00001	0,00005	0,1097	0,9127	
Ln(PIB)	-1,20381	0,20535	-5,862	0	***
Δ PIB	-0,03789	0,01097	-3,455	0,0006	***

De estos análisis se puede concluir que, no todas las variables relacionadas con la innovación son necesarias para explicar ambos modelos, pues no todas ellas son significativas para los distintos modelos, como es el caso de la variable PATT en el modelo del crecimiento el PIB, o la variable INVESTG en modelo de la Esperanza de Vida. Sin embargo, es importante resaltar que, en ambos casos, las variables que se han considerado como independientes o explicativas en ambos modelos, son significativas cuando actúan como dependientes en los respectivos modelos. El aumento de estas variables que sí son significativas supone un aumento del PIB y de la Esperanza de vida en los respectivos análisis. Además, estos resultados prueban, por un lado, que, a pesar de que la literatura ratifique que las inversiones en I+D y, en términos más generales, en innovación, son esenciales para aumentar el desarrollo económico de los países, parece que sus efectos no son apreciables en un periodo corto de tiempo. También prueba que es necesario tener en cuenta otras variables que, además de corroborar la importancia de invertir en innovación, relacionen esta con variables enfocadas a medir el nivel de bienestar de la sociedad de los países, pues es imposible que estas se desarrollen económicamente si sus ciudadanos no conviven en unas buenas condiciones de vida

4. CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA

4.1. CONCLUSIONES

Este trabajo empezaba proponiendo la hipótesis que coloca a las inversiones en I+D de los países como efecto principal a la hora de medir su crecimiento económico y desarrollo social en los últimos años. El repaso de la literatura en la materia nos ha permitido observar que, desde el siglo XVIII con la Primera Revolución Industrial o, si apuramos, desde la aparición del fuego o la invención de la rueda, pasando por los procesos innovadores de Schumpeter hasta la aparición de herramientas como internet o el *big data*, los constantes procesos de innovación han ido acompañando a la vida de las personas, haciéndola más fácil y mejorando la calidad de estas. Como resultado de estos avances, las economías de los distintos países están experimentando mejoras sin precedentes. Y es que, desde Naciones Unidas consideran que los niveles de pobreza a nivel mundial se han visto reducidos más en los últimos 50 años que durante los 500 anteriores. La constante mejoría propició que la población, históricamente basada en la agricultura y la ganadería, dejara el campo y pusiera rumbo hacia la urbanización e industrialización de las ciudades, permitiendo así también un aumento de la educación, que se traducía en mejores servicios y mayores oportunidades laborales (Torre & Torralba, 2017).

No obstante, como otros autores⁸ ya han debatido, atribuir toda la carga del desarrollo económico y social de los países a las inversiones de estos en I+D es insuficiente y hay otras variables que también contribuyen a la mejora de sus situaciones. Por ello consideramos necesario realizar un modelo que tome en cuenta otras variables, además de la inversión en I+D. Por este motivo, se lleva a cabo un estudio utilizando el método generalizado de datos de panel para medir la relación, por un lado, del crecimiento del

⁸ (Ruffoni, Monteiro Christoph D'Andrea , Kich Chaves, Zawislak, & Tello-Gamarra, 2018)

PIB de los países que variables relacionadas con la innovación y el bienestar y, por otro, del aumento de la esperanza de vida con las mismas variables. A través de estos análisis llegamos a la conclusión de que invertir en innovación probablemente tenga un efecto positivo para aquellos países que llevan a cabo actividades relacionadas con esta materia, pero en el corto plazo dichos efectos no son apreciables. A la hora de llevar a cabo este estudio, también se llega a la conclusión de que para observar el verdadero impacto que las nuevas tecnologías y procesos innovadores están causando en la sociedad, se tiene que mirar mucho más al largo plazo. En nuestro caso, el periodo a estudiar abarcaba solamente 16 años, pues la escasez de datos disponibles no permitía ampliar el estudio. Por esto se considera que, en el largo plazo y con un mayor número de datos disponibles, un estudio como el que se ha presentado en este trabajo será mucho más explicativo.

Con todo esto, se puede concluir estableciendo que la velocidad a la que se suceden los nuevos cambios y avances tecnológicos obligan a la sociedad a adaptarse y actuar acorde a ellos con el fin de aprovechar todas las posibilidades que estas nuevas mejores pueden ofrecer. La ley de Moore⁹ establece que la capacidad de los microprocesadores de los ordenadores y otros aparatos de computación se lleva duplicando cada 18 meses durante más de 40 años y no dentro de mucho estos dispositivos superaran la capacidad del cerebro humano (Torre & Torralba, 2017). Por lo tanto, es de vital importancia que tanto las empresas, como los gobiernos y los propios ciudadanos adapten sus capacidades para integrar estos nuevos avances tecnológicos y los aprovechen de la forma más productiva posible con el fin de fomentar el desarrollo económico y estado de bienestar, eliminando las barreras y la desigualdad entre los distintos países.

⁹ Gordon Moore, cofundador y presidente de la empresa americana Intel Corporation y autor de la Ley Moore.

Bibliografía

- Aghion, P & Howitt, P. (1998). Capital Accumulation and Innovation as Complementary Factors in Long-Run Growth. *Journal of Economic Growth*. 3. pp.111-30.
- Arteaga, F. (2018). La cuarta revolución industrial (4RI): un enfoque de seguridad nacional. *Real Instituto El Cano*.
- Big data - Digital Single Market - European Commission. (2019). Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/big-data>
- Burns, A. & Shaw, W. (2008). Global Economic Prospects: Technology Diffusion in the Developing World. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTGEP2008/Resources/complete-report.pdf>
- Bulut, B., Çakmak, Z. & Kara, C. (2013). Global Citizenship in Technology Age from the Perspective of Social Sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, pp.442-448. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com>
- Castells, P. & Valls, J. (2003). Tecnología e innovación en la empresa. Vol. 148: *Organización de Empresas*. pp. 21-40
- CEIM. (1992). La innovación: un factor clave para la competitividad de las empresas.
- Cilleruelo, E. (2014). Compendio de Definiciones del Concepto Innovación Realizadas por Autores Relevantes: Diseño Híbrido Actualizado del Concepto. *Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao*, 92-98.
- Coe, D. & Helpman, E. (1995). International R & D spillovers. [online] *European Economic Review*, pp.860-862. Disponible en: https://ac.els-cdn.com/001429219400100E/1-s2.0-001429219400100E-main.pdf?_tid=92dfa2cd-7b63-4d35-85c8-742ee33014dc&acdnat=1520955805_5224503f2139aec5c0b9a5c4ca9447e7
- Desarrollo, P. d. (2018). *Índices e indicadores de desarrollo humano Actualización estadística de 2018*. Nueva York : Oficina del Informe sobre Desarrollo Humano.
- Dupont, J., Guellec, D., & Martins, O. (2011). OECD Productivity Growth in the 2000s: A Descriptive Analysis of the Impact of Sectoral Effects and Innovation. *OECD Journal: Economic Studies*.

- Formichella, M. M. (2005). *La Evolución del Concepto de Innovación y su Relación con el Desarrollo*. Tres Aroyos.
- Galindo, M. Á., Ribeiro, D., & Mendez Picazo, M. T. (2012). Innovación y crecimiento económico: Factores que estimulan la innovación. *Cuadernos de Gestión*, 51-58.
- Gee, S. (1981). *Technology Transfer Innovation and International Competitiveness*, Wiley&Sons, Nueva York.
- Griffith, R., Redding, S. and Reenen, J. (2003). Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries. *Review of Economics and Statistics*, 86(4), pp.883-895. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.178.1312&rep=rep1&type=pdf>
- Griffiths, W. E., Carter Hill, R., Lim, G.C. (2011). *Principles of Econometrics*, 4th edition.
- Hall, B. (2006). Research and Development. In: *International Encyclopedia of the Social Sciences*. pp.1-4.
- Jungmittag, A. (2004). Innovations, Technological Specialisation and Economic Growth in the EU. *European Institute for International Economic Relations*, 10-30.
- Lane, P. R. (2009). Innovation and Financial Globalisation. 4-8.
- London, S., & Formichella, M. M. (2006). El concepto de desarrollo de Sen y su vinculación con la Educación. *Economía y Sociedad* , 18-30.
- Montoya, E. (2004). Schumpeter, Innovación y Determinismo Tecnológico. *Scientia et Technica* Año X, No 25. pp, 209-213.
- National Science Board (2018). Research and Development Innovation. NATIONAL SCIENCE Foundation, pp.2-10.
- OECD (2007). Innovation and Growth Rationale for an Innovation Strategy. The OECD, pp.6-11. Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/inno/39374789.pdf>
- OECD. (2010). *OECD Economic Globalisation Indicators. Measuring Globalisation*.
- Paredes, M. J. (2017). *El impacto Económico de la Innovación: 10 razones por las que innovar*. Madrid .

- Pradhan, R. P., Dash, S., Maradana, R. P., & Gaurav, K. (2016). The Effect of Innovation on Economic Growth: Evidence from GMM Estimates . *6th Annual Conference on Innovation and Entrepreneurship*, 32-35.
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy*, 1002-1037.
- Ruffoni, E. P., Monteiro Christoph D'Andrea , F., Kich Chaves, J., Zawislak, P. A., & Tello-Gamarra, J. (2018). R&D investment and the arrangement of innovation capabilities in Brazilian manufacturing firms. *Journal of Technology Management & Innovation*.
- SELECT COMMITTEE ON ECONOMIC AFFAIRS GLOBALISATION. (2002). Accesible en: <https://publications.parliament.uk/pa/ld200203/ldselect/ldeconaf/5/5.pdf>
- Sen, A. (1998). Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI . *Banco Interamericano de Desarrollo*, 76-93.
- Sener, S., & Sarıdogan, E. (2011). The Effects Of Science-Technology-Innovation On Competitiveness And Economic Growth. *Procedia Social and Behavioral Sciences* , 815-828.
- Schwab, K. (2019). La cuarta revolución industrial. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=BRonDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=tercera+revolucion+industrial&ots=IqYcFBkF2v&sig=0rip3ZJVFpvru1hLo2_qsHmJvpc#v=onepage&q&f=false
- Schumpeter, J.A. (1997) *Teoría del Desarrollo Económico*, 97.
- The Fourth Industrial Revolution - Digital Single Market - European Commission. (2019). Disponible en: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/fourth-industrial-revolution>
- Torre, I. d., & Torralba, L. (2017). La disrupción tecnológica ya está aquí: Cómo afecta a las personas, los gobiernos y las empresas. *Arcano*, 31-38.
- Weiss, J. (2002). Globalisation and industrialisation. En J. Weiss. Bradford, UK.

- Weiss, J. (2002). Technology: Can we open the black box? En J. Weiss, *Industrialization & Globalization* (págs. 121-139). Bradford, UK.
- Wong, P. K., Ping Ho, Y., & Autio, E. (2005). Entrepreneurship, Innovation and Economic Growth: Evidence from GEM data. *Small Business Economics*, 335-350.
- Yusuf, S. (2001). Globalization and the Challenge for Developing Countries. *The World Bank Development Research Group*.