



Universidad Pontificia Comillas.
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

LOS IMPACTOS DE LA INNOVACIÓN EFICIENTE A TRAVÉS DE LA INVERSIÓN EN I+D Y EL EMPREDIMIENTO EN EL CRECIMIENTO Y EL DESARROLLO

Autor: Iván Santo – Tomás López
Director: Alberto Puente Lucía

ÍNDICE

1. Introducción

- 1.1. Justificación
- 1.2. Objetivos
- 1.3. Metodología
- 1.4. Estructura

2. Marco teórico

2.1. El crecimiento económico

- 2.1.1. Crecimiento: Modelos
- 2.1.2. Crecimiento: Indicadores

2.2. Desarrollo: Modelos en la literatura e indicadores

- 2.2.1. Desarrollo: Modelos en la literatura
- 2.2.2. Desarrollo: Indicadores
 - 2.2.2.1. Índice de Desarrollo Humano (HDI)
 - 2.2.2.2. Índice de Desarrollo Humano relativo al Género (GDI)
 - 2.2.2.3. Índices de Desarrollo Humano ajustado por Desigualdad (IDHAD)
 - 2.2.2.4. Índices de Pobreza (IPH)

2.3. Innovación: concepto e indicadores

- 2.3.1. Innovación: Literatura
- 2.3.2. Innovación: Indicadores
 - 2.3.2.1. Encuestas sujeto y objeto (SPRU Y Community Innovation Survey)
 - 2.3.2.2. Ratios relativos a la Investigación y el Desarrollo
 - 2.3.2.3. Indicadores de emprendimiento e institucionales
 - 2.3.2.4. Global Entrepreneurship Monitor (GEM)
 - 2.3.2.5. Global Entrepreneurship Index (GEINDEX)
 - 2.3.2.6. Número de patentes registradas
 - 2.3.2.7. Indicadores modernos. NESTA Y Global Innovation Index

2.4. Interrelaciones de la innovación, el crecimiento y el desarrollo

3. Análisis empírico:

3.1. Muestra, marco temporal e indicadores elegidos

3.1.1. Muestra y marco temporal seleccionados

3.1.2. Selección de indicadores

3.2. Desarrollo numérico

3.2.1. Regresión 1: PIB – RCID

3.2.2. Regresión 2: RCE – PIB

3.2.3. Regresión 3: RCID – IDH

3.2.4. Regresión 4: RCE – IDH

3.2.5. Análisis de correlación

4. Conclusiones

5. Futuras líneas de investigación

6. Gráficos

10.1. Gráfico 1. Datos RCID (2002-2007)

10.2. Gráfico 2. Datos RCE (2002-2007)

10.3. Gráfico 3. Media de crecimiento (2008-2015)

10.4. Gráfico 4. Media de crecimiento IDH (2008-2015)

10.5. Gráfico 5. Regresión 1. Relaciones PIB – RCID

10.6. Gráfico 6. Regresión 2. Relaciones PIB-RCE

10.7. Gráfico 7. Regresión 3. Relaciones IDH-RCID

10.8. Gráfico 8. Regresión 4. Relaciones IDH-RCE

7. Tablas

- 11.1. Tabla 1. Productividad agregada e intensidad de I+D.
- 11.2. Tabla 2. Ratio de conversión de I+D (RCI 2002-2007)
- 11.3. Tabla 3. Ratio de conversión de emprendimiento (RCE 2002-2007)
- 11.4. Tabla 4. Crecimiento medio PIB (2008-2015)
- 11.5. Tabla 5. Crecimiento medio IDH (2008-2015)
- 11.6. Tabla 6. Correlación entre variables

8. Bibliografía

1. Introducción

El propósito de este Trabajo de Fin de Grado es analizar si los países de la OCDE¹ que busca una mayor eficiencia innovadora medida en términos de uso recursos monetarios de investigación y desarrollo (I+D) y en términos de emprendimiento durante el periodo anterior a la crisis (2002 – 2007), fueron los que obtuvieron mejores datos de crecimiento y desarrollo medios en el periodo posterior (2008 – 2015).

Numerosos académicos (Geroski, 1989) (Galindo Martín *et al*, 2012) (Applegate, Harreld, & Welch, 2009) (Somohano Rodríguez *et al*, 2009) han estudiado el impacto que la innovación tiene en el crecimiento económico y el desarrollo de los Estados después de que Schumpeter estableciera su postulado del Empresario Innovador en “Teoría del Desarrollo Económico” (Schumpeter & Arrate, 1976). Este proyecto relacionará innovación y crecimiento y desarrollo en un contexto marcado por una crisis económico financiera que ha afectado al crecimiento de todos los Estados escogidos (Australia, Austria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Corea, Letonia, México, Holanda, Noruega, , Portugal, República de Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía y Reino Unido) y en una sociedad en la que la adopción tecnológica es cada vez mayor (Hausman & Johnston, 2014).

La elección de parte de los países de la OCDE se basa principalmente en que todos sufrieron, en mayor o menor medida los efectos de la crisis económica, lo cual tuvo un impacto en su crecimiento (World Bank Group, 2019).

Se distinguen dos periodos temporales en el estudio, un periodo de bonanza y un periodo de recesión. El periodo de bonanza estudiado tendrá como punto de partida el año 2002, con la adopción del Euro hasta el año 2008 no incluido, mientras que el periodo de recesión será estudiado desde el año 2008 hasta el año 2015 al ser este el primer año en el que todos los países crecieron por encima del 1% (World Bank Group, 2019). La

¹ Una muestra dentro de ellos.

elección del periodo responde a la búsqueda de un criterio homogéneo de comportamiento en el crecimiento de los países mencionados (todos adoptan el euro en 2002 y todos crecen por encima del 1 % a partir del año 2015).

1.1. Justificación

La elección de este proyecto se justifica en base a la importancia que la innovación tiene en el nivel de vida de los países (Mandel, 2009), (Rothwell, 1980) en un contexto de permanente cambio e innovación. Asimismo se debe considerar que parte de los presupuestos de los gobiernos y de las empresas están destinados a la innovación (OECD, 2015), lo cual demuestra la importancia de la innovación en el contexto presente de tanto empresas como gobiernos.

En este trabajo, no se tendrá en cuenta el esfuerzo de innovación “en bruto”, sino que se analizará la eficiencia de dicha innovación o eficiencia innovadora, es decir, la capacidad de innovar más necesitando los mismos recursos, o innovar en igual cuantía, utilizando menos recursos. Los dos recursos a través de los cuales se estudiará la eficiencia, serán la inversión monetaria en I+D y el emprendimiento. La inclusión de la inversión monetaria en I+D, que se medirá por la suma de inversión en I+D de empresas y gobiernos, se basa en la afirmación de autores como Evangelista (1998) o Laestadius (2003), que afirman que dicha inversión es el *input* de innovación más importante. El emprendimiento se medirá por medio del *Total Entrepreneurship Activity* (TEA), un indicador por puntos que recoge el número de empresas de reciente creación, considerando adicionalmente una serie de variables institucionales (como financiación para emprendedores, apoyo gubernamental y políticas de apoyo o impuestos y burocracia, programas gubernamentales que afectan al emprendimiento (Global Entrepreneurship Research Association, 2019). El emprendimiento se incluye como recurso de la innovación al considerarlo Schumpeter, un causante imprescindible de la innovación, cuando define al empresario emprendedor en su teoría de la creación disruptiva (Schumpeter & Arrate, 1976) (Schumpeter, 2003).

1.2. Objetivos

El objetivo principal es determinar si la eficiencia innovadora medida en base a los *inputs* de emprendimiento e inversión en I+D en la época de bonanza anterior a la crisis (2002 – 2007), tiene efectos sobre el crecimiento y desarrollo de una serie de países en el periodo de crisis (2008 – 2015). Para su consecución, se deberán alcanzar una serie de objetivos más específicos:

- Revisar la cultura de innovación (el clima social) en la Europa del SXXI, así como la literatura relativa al crecimiento y desarrollo.
- Determinar los indicadores más adecuados que miden la innovación, el crecimiento y el desarrollo a partir del estudio de reports oficiales y proyectos de investigación.
- Comprender las interrelaciones existentes entre los conceptos de innovación, crecimiento y desarrollo.
- Analizar la influencia o capacidad explicativa de la eficiencia innovadora en el uso de I+D en el **crecimiento** de los países elegidos.
- Analizar la influencia o capacidad explicativa de la eficiencia innovadora en términos de emprendimiento en el **crecimiento** de los países elegidos.
- Analizar la influencia o capacidad explicativa de la eficiencia innovadora en el uso de I+D en el **desarrollo** de los países elegidos.
- Analizar la influencia o capacidad explicativa de la eficiencia innovadora en términos de emprendimiento en el **desarrollo** de los países elegidos.
- Establecer conclusiones a partir de los datos estadísticos obtenidos.

1.3. Metodología

Este proyecto aplica un razonamiento inductivo, pues parte del estudio de elementos, relaciones y casos individuales (innovación, crecimiento y desarrollo propios de cada uno de los distintos países de la muestra) que permiten llegar a una conclusión final; determinar si la eficiencia innovadora medida en base a los *inputs* de emprendimiento e inversión en I+D en la época anterior a la crisis, tiene efectos sobre el crecimiento y desarrollo de una serie de países en el periodo posterior.

El estudio es de carácter principalmente cuantitativo, utilizando fuentes de datos secundarios (ya existentes) tanto en la revisión de la literatura como en el análisis posterior de los elementos de innovación y crecimiento.

Los datos cuantitativos se obtendrán de distintas fuentes en función del indicador a analizar. Se mide la innovación del país a partir de las patentes registradas anuales (base de datos de la OCDE). La inversión en I+D se mide por medio de la suma del BERD y GBARD (inversión de empresas y gobierno en actividades de I+D respectivamente). El emprendimiento se medirá mediante el Total Entrepreneurship Activity (TEA) indicador obtenido a partir de una encuesta realizada por Global Entrepreneurship Monitor (GEM) y que mide la actividad emprendedora de un país, región o ciudad así como a través de variables institucionales medidas por el *Adult Population Survey*, elaborado también por el GEM).

El crecimiento se medirá a partir del PIB de cada uno de los países (datos del Banco Mundial) mientras que el desarrollo se medirá a partir del índice de desarrollo humano (IDH). Las plataformas utilizadas serán Google Scholar, Dialnet o EBSCO, aplicando palabras clave como “innovación”, “crecimiento”, “desarrollo”, “recesión”, “inversión”, “bonanza” y sus traducciones al inglés.

Para la consecución de este proyecto se utilizarán como base estudios anteriores relacionados con la temática que permitan encontrar los indicadores más idóneos para el

análisis de nuestras variables (Schumpeter, Lucas, Romer, Harrod, Domar o Sen entre las referencias más utilizadas). Los datos pertenecerán a los periodos estudiados, 2002 – 2007 y 2008 – 2015.

Para el análisis de los datos cuantitativos se aplicarán correlaciones y test de hipótesis establecidas a través del programa Rstudio y que permitirán la obtención de las conclusiones finales.

1.4. Estructura

Este proyecto está dividido en una introducción, seis capítulos principales, una conclusión y una bibliografía de referencias. Los capítulos segundo, tercero, cuarto y quinto, componen el marco teórico, mientras que los capítulos sexto y séptimo comprenden el análisis empírico.

El primer capítulo tiene una función introductoria y en él se especifican los objetivos del proyecto, la contextualización del elemento tratado, la justificación de la relevancia del tema y la metodología aplicada para el análisis de los elementos correspondientes.

En el **segundo capítulo** se expone concepto de crecimiento y su evolución a lo largo del tiempo, sus modelos en la literatura económica y los indicadores que se han utilizado para su medición, recogiendo las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

En el **tercer capítulo** se trata el concepto de desarrollo, y cómo su definición ha evolucionado desde un concepto inicialmente ligado al crecimiento económico, a un concepto de desarrollo definido por elementos eminentemente sociales, recogiendo asimismo los indicadores habituales de medición, y sus ventajas e inconvenientes.

En el **cuarto capítulo** se define el concepto de innovación y su evolución a lo largo del tiempo así como los diferentes enfoques existentes sobre el concepto, presentando distintos indicadores clásicos y modernos.

El quinto capítulo es un resumen de las interrelaciones entre innovación, crecimiento y desarrollo proporcionando ejemplos de su estudio simultáneo en la literatura.

En el **sexto capítulo** se establece la muestra, se justifica el marco temporal y se eligen los indicadores que se utilizarán en el análisis.

En el séptimo capítulo, se analizan los datos mediante la realización de un test de hipótesis y un análisis de correlaciones

En el capítulo final se exponen las conclusiones generales del análisis realizado en el capítulo anterior.

Se incluye un **último apartado** de futuras líneas de investigación en el análisis. Posteriormente se presentan distintos gráficos y tablas relativos a distintos aspectos del proyecto para concluir con las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo del mismo.

2. Marco teórico

2.1. El crecimiento económico

2.1.1. Crecimiento: Modelos

Existen diferentes definiciones de crecimiento económico. Los economistas Case, Fair y Oster definen crecimiento económico como, “Un incremento en la producción total de una economía [que] ocurre cuando una sociedad adquiere nuevos recursos o

cuando aprende a producir más con los recursos existentes” (Case, Fair y Oster, 2012), mientras que otros como Krugman, Wells y Grady lo definen como “la tendencia sostenida al aumento de la producción de una economía a lo largo del tiempo” (Krugman, Wells & Grady, 2011).

El concepto de crecimiento ha evolucionado desde el siglo XX y diversos autores en la literatura (Solow, 1956) (Lucas Jr, 1988) (Romer, 1986), han tratado de establecer distintos modelos y teorías para explicar las causas del mismo. Uno de ellos es el modelo de crecimiento neoclásico de Solow de 1956, que asumía que el crecimiento se basaba en la acumulación y reinversión constante del capital (Solow, 1956). Solow expuso que el crecimiento derivado de dicha acumulación era marginalmente decreciente, es decir que cuanto más capital acumulara un país, menor sería el crecimiento añadido. De acuerdo con Solow, a largo plazo se llegaría a un estado estacionario, en el que el producto total que determinaba el crecimiento, estaría impulsado por dos factores exógenos; el aumento de la población y la tecnología.

Sin embargo, algunos autores encontraron dificultades a la hora de confirmar evidencia empírica que sustentara el modelo neoclásico de Solow (Lucas Jr, 1988) (Romer, 1988). A este respecto, algunos autores (Lucas Jr, 1988) (Romer, 1988) rechazaron la hipótesis de crecimiento basado en elementos exógenos de la teoría neoclásica, y propusieron un modelo basado en la importancia del capital humano más allá del capital monetario, y la acumulación de conocimiento. La inclusión de estas variables y los efectos (externalidades positivas) que generaban, llevarían a una productividad marginal creciente, frente al postulado de rendimientos marginales decrecientes del modelo de Solow (Solow, 1956). Sus aportaciones, junto con las de otros autores, llevaron a la formulación de la Teoría del Crecimiento Endógeno² (Lucas Jr, 1988) (Romer, 1988), con marcadas diferencias con respecto al modelo neoclásico.

Posteriormente, otros autores contribuirían al crecimiento de la teoría, como Grossman y Helpman, que en “Innovation and Growth in the Global Economy” (2001) incluirían el comercio como elemento clave en el proceso de crecimiento y que

² En contraste con la teoría clásica, la Teoría del Crecimiento Endógeno afirmaba que el crecimiento dependía de variables endógenas, destacando el capital humano o el conocimiento como algunos de los causantes del mismo (Lucas Jr, 1988) (Romer, 1988),

igualmente rechazarían el carácter exógeno que en la teoría neoclásica de Solow se otorgaba al progreso técnico, afirmando el carácter endógeno del crecimiento (Grossman & Helpman, 2001)

2.1.2. Crecimiento: Indicadores

La medición del crecimiento económico ha sido uno de los temas centrales de la literatura económica. En este sentido el indicador más relevante y que ha recibido tanto halagos como críticas (Samuelson & Nordhaus, 1995) (Bergh, 2009) es el Producto Interior Bruto (PIB). Como exponen Canoy y Lerais (2007), el PIB nace en la época de la Gran Depresión, cuando la ausencia de datos económicos estatales hacía imposible conocer si la dirección en la que avanzaban los países sumidos en la crisis era la correcta (Canoy & Lerais, 2007)(Griffith, Huergo, Mairesse, & Peters, 2006). En 1930, el Departamento de Comercio de EEUU contrató a Simon Kuznets para elaborar las cuentas nacionales. En su presentación, introdujo el indicador de PIB, calculado como la suma de consumo (C), inversión (I), gasto público (G) y exportaciones netas (X-M) (Kuznets, 1934) (Kuznets, 1941).

$$\text{PIB} = C + I + G + (X - M)$$

Elaboración propia a partir de Kuznets (1934)

La utilización del PIB como medidor de crecimiento, ofrecía una serie de ventajas:

En primer lugar, destaca su capacidad de proporcionar información. Autores como Samuelson y Nordhaus, destacan al PIB como proveedor de información a distintos actores (concretamente se refiere al caso de EEUU; Congreso, Presidente...) en la toma de decisiones económicas (Samuelson & Nordhaus, 2005). Al respecto van Den Bergh, a pesar de su rechazo al PIB como indicador, reconoce el crédito que gobiernos, mercados y organizaciones como la ONU y los Bancos Centrales, le otorgan como referencia informativa (Bergh, 2008).

Adicionalmente el PIB ha permitido establecer comparaciones entre países (Canoy & Lerais, 2008) y ha servido como variable dependiente de crecimiento en los estudios de autores como Mankiw en sus aportaciones al modelo de Solow (Mankiw *et al*, 1992).

Por otro lado, el PIB sigue cumpliendo con la función para la que fue creado. Ante las críticas recibidas por su incapacidad de captar el bienestar social (Bergh, 2008)³, Kuznets afirmó desde un principio que crecimiento en cantidad no significaba crecimiento de calidad (Kuznets, 1934). Esto implica que al PIB se le atribuyó una función para la cual no había sido creado. Autores como Canoy y Lerais afirman que el PIB sigue cumpliendo con su función inicial de medir las actividades del mercado de manera consistente (Canoy & Lerais, 2008).

Finalmente, si bien han aparecido indicadores alternativos al PIB (Índice de Bienestar Económico Sostenible o Producto Nacional Sostenible), cabe destacar que incluso críticos como Van den Bergh asumen que ninguno de los indicadores es capaz de aglutinar todos aquellos elementos que el PIB no incluye, constituyéndose de esta manera como indicadores imperfectos (Bergh, 2008). De la misma manera Canoy y Lerais critican a los indicadores alternativos en base al excesivo número de sub-indicadores que contienen (concretamente aquellos relativos al desarrollo sostenible), la falta de consenso (en todos aquellos que corrigen al PIB) o en la atribución de pesos arbitrarios a las variables (en el caso de indicadores compuestos) (Canoy & Lerais, 2008). Este argumento también es compartido por otros autores como Jiménez y Sanz que, en 2007, afirman: “no existe una única medida de crecimiento organizativo y [que] cada una se centra en un aspecto parcial del mismo por lo que es conveniente utilizar varios indicadores” en el caso de estudio de los efectos de la innovación en la productividad empresarial (Jiménez & Sanz Valle, 2006).

³ Esta crítica y otras serán desarrolladas posteriormente.

Sin embargo, el uso del PIB como indicador también ha recibido críticas, entre ellas, Canoy y Lerais (2007), afirman que el PIB pronto se convertiría en un indicador utilizado para medir el bienestar de la población y establecer comparaciones entre países, aspectos que excedían el propósito inicial de medición de las actividades de mercado de un país (Canoy & Lerais, 2007). Esto, según los autores, tenía sentido, puesto que las variables que se escondían tras el PIB (consumo inversión...), eran cruciales para la reconstrucción europea después de la segunda guerra mundial y se asociaba por tanto al concepto de bienestar de aquella época. Sin embargo, conforme Europa se recuperó de las consecuencias del conflicto, el bienestar social comenzó a definirse en torno a una serie de elementos distintos a los de la posguerra (Canoy & Lerais, 2007). El PIB comenzaría entonces a ser criticado, por su incapacidad de medir los nuevos elementos que definían el bienestar social (Bergh, 2008).

En la literatura reciente, autores como van den Bergh (2008), afirman que frente a aquellos autores que alegan que existen correlaciones positivas entre el PIB, y variables de bienestar como esperanza de vida o libertades civiles (Beckerman, 1976, 1999; Lomborg, 2001; Simon, 1981), la evidencia empírica muestra que las medidas que estos estudios han utilizado no se traducen en mayor felicidad en aquellos países que alcanzan un nivel de ingresos determinado (Bergh, 2008). Basándose en un estudio realizado por Easterly en 1999, el autor añade que los indicadores que estos estudios utilizan y que correlacionan positivamente por el PIB son solo una medida parcial del bienestar y que otros indicadores de bienestar y de satisfacción de necesidades básicas como “el aire limpio o el acceso directo a la naturaleza” correlacionan negativamente con el PIB (Easterly, 1999)(Bergh, 2008). Finalmente afirma que aunque libertad, salud y educación son condiciones necesarias para un crecimiento sostenido del PIB, estas variables no mejoran a partir de un determinado nivel de ingresos. (Bergh, 2008).

Conforme han ido apareciendo nuevos retos y realidades, el PIB ha recibido críticas de diversa naturaleza más allá de la tradicional relativa al bienestar social (Bergh, 2008). Por ejemplo, en relación al medio ambiente, el propio van den Bergh señala que el PIB capta todas aquellas actividades dedicadas a eliminar la contaminación, pero no considera las externalidades generadas por esta (Bergh, 2008). Adicionalmente el autor también critica que el PIB no tiene en cuenta todas aquellas actividades que forman parte

de la denominada economía sumergida (Bergh, 2008). En definitiva, el autor considera que dado el fracaso informativo y la confusión a la que induce el PIB, este debería ser eliminado, o al menos sustituido por indicadores alternativos que capten aquellos elementos que el PIB no es capaz de medir.

A los indicadores propuestos por Bergh (2008), se le añaden otros igualmente presentes en la literatura (Griffith, Huergo, Mairesse, & Peters, 2006) (King & Levine, 1993). Van Den Bergh distingue un primer grupo de indicadores que tiene como base el PIB, ajustado por una serie de correcciones. Algunos de estos indicadores son:

- **Índice de Bienestar Económico Sostenible** (ISEW por sus siglas en inglés): Basado en las ideas de Nordhaus y Tobin y posteriormente desarrollado por Daly y Cobb (Nordhaus & Tobin, 1972) (Daly & Cobb, 1989), el ISEW se calculaba añadiendo una tasa de degradación medioambiental y de depreciación de capital al consumo y la inversión tradicionalmente presentes en el PIB. Bergh afirma que mientras que el PIB ha seguido una tendencia alcista, el ISEW por el contrario ha mostrado tendencias decrecientes pasado un tiempo (Bergh, 2008). El autor adicionalmente afirma que los estudios relativos al ISEW, han demostrado que los costes del crecimiento económico compensan a los beneficios.
- **Producto Nacional Sostenible** (SNI por sus siglas en inglés): Se basa en los trabajos de Hueting (1974), parte del PIB, y está enfocado enteramente en externalidades medioambientales y en el agotamiento de recursos naturales (Bergh, 2008). Empíricamente se ha utilizado en un estudio aplicado a Holanda, llevado a cabo por (Gerlagh, Dellink, Hofkes y Verbruggen (2002). Al respecto, van den Bergh afirma:

The SNI approach uses a general equilibrium model that calculates the impact on national income of imposing sustainability constraints for the nine most important environmental themes (for the Netherlands)

- **Genuine Savings (GS):** Este indicador aglutina capital económico, humano y natural, y su cálculo parte de los ahorros netos a los que se les aplica una serie de correcciones, definiéndose como (Bolt, Matete, & Clemens, 2002):

$$GS = NS - ARN - CC - CE + TN - DC$$

Donde:

- ✓ GS es *Genuine Savings*
- ✓ NS son ahorros netos
- ✓ ARN es el valor del agotamiento de los recursos naturales
- ✓ CC son los gastos de contaminación, incluidos aquellos que afectan a la economía y a la salud.
- ✓ CE es el crédito exterior.
- ✓ TN son las transferencias netas.
- ✓ DC es la depreciación del capital.

Bergh afirma que este indicador ha sido adoptado por organizaciones como el Banco Mundial para realizar estimaciones de la mayoría de países del mundo (Bergh, 2008)

- **Indicadores conjuntos de crecimiento (PIB *per cápita*, Acumulación de Capital Físico y EFF):** Además de los indicadores mencionados por Bergh, otros autores como Levine, también han tratado de captar el crecimiento añadiendo variables alternativas al PIB. A este respecto, en su estudio de relación del sistema financiero y crecimiento económico (King & Levine, 1993) se define como *indicadores de crecimiento* al conjunto de PIB *per cápita*, ratio de acumulación de capital y eficiencia en la distribución del capital físico (EFF). Este último, contendría factores como el crecimiento tecnológico, la acumulación de capital humano (incluyendo ratios de

educación, matriculación en escuelas...) o el incremento en las horas trabajadas por trabajador (King & Levine, 1993).

- **Ratio de media anual de productividad laboral y ratio de productividad multifactorial:** Finalmente, el PIB también se ha incluido como elemento en la medición de la productividad agregada señalada por Griffith en su estudio de 2006. Con objeto de establecer comparaciones entre la industria de distintos países, Griffith define la productividad agregada en base a dos ratios. El primero es el ratio de media anual de productividad laboral, calculado como el cociente del crecimiento de valor agregado a precios constantes y el crecimiento de la fuerza de trabajo. El segundo es el ratio de crecimiento de productividad multi-factor: definido como la parte del crecimiento del PIB no explicada por la media ponderada de los ratios de crecimiento de capital y trabajo (Tabla 1) (Griffith et al., 2006).

Bergh hace una segunda clasificación de indicadores alternativos al PIB; aquellos que no arrojan un valor monetario. Entre ellos destaca el índice de Desarrollo Humano, que será tratado en el apartado dedicado al concepto de desarrollo. Tal y como se expondrá, la aparición de este indicador coincide con la “emancipación” del concepto de Desarrollo Humano con respecto al del crecimiento, al que tradicionalmente había estado ligado.

En resumen, y tal y como expone Bergh, existe un consenso general sobre las imperfecciones del PIB como indicador. Sin embargo, estas críticas son en numerosas ocasiones obviadas en base a la alegada escasa importancia que las mismas tienen sobre la medición de la actividad económica, propósito inicial del PIB (van den Bergh, 2008). Este reconocimiento de la crítica, pero aceptación de uso, es lo que Bergh denomina “la paradoja del PIB” (van den Bergh, 2008). Los defensores del PIB resaltan la utilidad del indicador como proveedor de información (Samuelson & Nordhaus, 2005) o como elemento comparador entre países además del éxito que tiene en el cumplimiento de la misión para la que fue inicialmente creado; la medición de la actividad económica (Canoy & Lerais, 2008). Detractores como van den Bergh critican al PIB en base a su incapacidad de medir tanto dinámicas surgidas en el siglo pasado (importancia del bienestar social) como retos y elementos del presente (la contaminación o la economía sumergida), atribuyendo la aceptación actual de PIB a las dinámicas histórica y al conformismo y

abogando por su completa eliminación como indicador (Van den Bergh, 2008). Sin embargo y a pesar de sus críticas, el autor reconoce el crédito que se le otorga, y a la vez que afirma la imposibilidad de encontrar un indicador perfecto que mida todas las variables que el PIB omite (Van den Bergh, 2008).

2.2. Desarrollo: Modelos en la literatura e indicadores

2.2.1. Desarrollo: Modelos en la literatura

Las limitaciones del concepto de crecimiento y de su indicador principal, el PIB, a la hora de medir cuestiones relativas al bienestar social, llevaron a la aparición de un concepto de “desarrollo” independiente del concepto de crecimiento económico. Por ello, la definición de “desarrollo” como concepto, evolucionó a lo largo del siglo pasado, desde una perspectiva meramente económica (Harrod, 1939) (Domar, 1946) a una perspectiva antropocéntrica (Seers, 2009)(Sen, 1999).

Los orígenes del desarrollo como disciplina estaban estrechamente vinculados al crecimiento económico y a la modernización de sectores e innovación tecnológicos (Harrod, 1939) (Domar, 1946). Un modelo clásico, es el modelo lineal de crecimiento desarrollado por Harrod y Domar, que encuentra similitudes con el modelo de Solow de 1956 y que resaltaban la necesidad de que los gobiernos invirtieran en capital físico, dado el exceso de mano de obra y la falta de tecnología.

Las ideas de Harrod (1939) y Domar (1946) servirían como base a otros autores como Paul Rosenstein – Rodan que en *Problems of industrialization in Southern and Eastern Europe* en 1943 resaltó la importancia de que los estados implementaran grandes paquetes de inversión como condición necesaria para iniciar el proceso de desarrollo (Rodan, 1943) o Arthur Lewis, que proponía un modelo dual de desarrollo fundamentado en un sector agrícola que debía modernizarse, y un sector industrial que se desarrollaría gracias al excedente de mano de obra del sector primario y a la reinversión constante del capital (Lewis, 1954).

Otro autor influenciado por el trabajo de Harrod y Domar fue Rostow, que con *Stages of Development and the Non Communist Manifest* en 1960, expuso las diferentes fases que los Estados atraviesan hasta llegar al estado de desarrollo (sociedad tradicionales, condiciones previas para el despegue, despegue, camino a la madurez, etapa de alto consumo masivo postconsumo).

Por su parte, autores como Hollis Chenery expondrían que el desarrollo implicaba la realización de reformas estructurales y modernización tecnológica en los sistemas económicos de los países (Chenery, 1966).

Los modelos iniciales recogidos (Harrod, 1939; Domar, 1946; Rosenstein, 1943; Lewis, 1954; Chenery, 1966), ligaban el desarrollo al crecimiento económico. Sin embargo, poco antes de que Rostow publicara su análisis, en 1957, Gunnar Myrdal criticó que los efectos del desarrollo no alcanzaban a toda la sociedad, proponiendo un modelo basado en la intervención estatal y que daría lugar a la teoría socialdemócrata del desarrollo en *Economic Theory and under - developed regions* (Myrdal, 1957), lo cual comenzaba a romper con la tendencia de los autores anteriores, que concebían crecimiento y desarrollo como una misma realidad.

Sin embargo, la consideración real del desarrollo con una perspectiva social adicionalmente a la económica, no aparecería hasta que Dudley Seers propuso en *The Limitations of the Special Case* de 1963, una serie de nuevos indicadores (ratios de desempleo, ratios de desigualdad y ratios de pobreza principalmente) de carácter social para medir el desarrollo, entre los cuales se incluían el nivel educativo o el acceso al trabajo (Seers, 2009).

La aproximación de Seers al desarrollo sería continuada por Paul Streeten (Streeten, 2002), que concebiría el enfoque de las Necesidades Básicas en el que destaca la importancia del Estado en el suministro de bienes básicos a la vez que propone un desarrollo basado en aspectos materiales (acceso a alimentos o agua) y no materiales (derechos sociales y políticos).

Los distintos autores (Myrdal, 1957), (Seers, 1963) (Streeten & Burki, 1978) (Streeten, 2002), que comenzaron a definir el desarrollo en base a una serie de elementos

sociales y no meramente económicos, contribuirían con sus ideas al nacimiento del *Human Development Approach* desarrollado por Amartya Sen en el *Human Development Report* de 1990 (UNDP, 1990) y en obras como *Development as Freedom* de 1999 (Sen, 1999). Sen hacía depender el desarrollo de un marco institucional que garantizara las libertades básicas del hombre y que le permitiera ampliar sus capacidades (*Capabilities Approach*). Sen rechazaba expresamente medir el desarrollo en términos de PIB, destacando la importancia de otros elementos (reducción de la pobreza o reducción del hambre) como esenciales en la configuración del concepto de desarrollo (UNDP, 1990) (Sen, 1999).

El propio Sen colaboró con el economista paquistaní Mahmud ul Haq en la creación de un nuevo indicador para medir el desarrollo humano (UNDP, 2014). Mahmud ul Haq convenció al por entonces presidente del PNUD, William Draper III, para crear un indicador que no basara el desarrollo meramente en términos económicos, sino que también reflejara otros elementos como las capacidades, las opciones que tiene una persona y las libertades de las que goza. Ello supondría la creación del Índice de Desarrollo Humano (UNDP, 1990), cuya flexibilidad (Hicks, 1997), permitiría la elaboración de índices alternativos, bajo el común denominador de medición del desarrollo en base al ser humano.

2.2.2. Desarrollo: Indicadores

Sobre la base del IDH desarrollado por el PNUD en 1990, surgieron nuevos indicadores que tomaron al primero como base, tales como el Índice de Desarrollo Humano ajustado por desigualdad o el Índice de Pobreza.

2.2.2.1. Índice de Desarrollo Humano (IDH)

Aparece por primera vez en el *Human Development Report* (HDR) (UNPDa, 1990), en su apartado de medición del crecimiento donde se propone la creación de un índice basado en tres elementos (longevidad, educación y recurso), medidos a través de distintos indicadores.

El primer elemento es la longevidad cuya presencia se justifica sobre la base de la consideración de que una vida prolongada es valiosa en sí misma y que la longevidad está relacionada con una buena nutrición y una buena salud, elementos intrínsecamente relacionados al concepto de Desarrollo Humano pero difíciles de medir individualmente según el HDR.. Por ello, la longevidad se considera un buen proxy para estos elementos de compleja medición (UNDP, 1990).

El segundo elemento son los conocimientos y la educación, necesaria según el *HDR* para ser productivo en una sociedad moderna. Como indicador se utilizó la tasa de alfabetización primaria y la tasa combinada de matriculación en primaria y secundaria (UNDP, 1990).

Finalmente, el tercer elemento está formado por los recursos para tener un nivel de vida “decente” (UNDP, 1990). Como indicador se utiliza el PIB *per cápita* ajustado a su poder adquisitivo por su logaritmo, pues, según el *HDR*, “hay rendimientos decrecientes al traducir el ingreso a la satisfacción de las necesidades humanas” (UNDP, 1990).

El *HDR* afirma que la reducción de la medición del desarrollo humano a estos tres elementos se debe a que un exceso de indicadores podría generar una imagen confusa de lo que se pretende medir (UNDP, 1990).

Una vez establecidos los elementos sobre los que medir el desarrollo y sus indicadores se construye un índice compuesto, tomando un valor de referencia máximo y mínimo para cada uno de dichos elementos. En HDR de 1990, se utilizaban los valores mínimos de esperanza de vida, alfabetización y PIB *per cápita* de 1987, tres años antes de la elaboración del *HDR*. Los valores máximos por su parte se establecieron sobre la base de los datos del Estado de Japón (UNDP, 1990) al ser el país con mayores puntuaciones de entre todos los países sobre los que se calculó el IDH.

Se calcula, para cada elemento con su indicador, el Índice de Privación Humana, definido como:

$$IPH(x, y, z) = \frac{[Valor\ máximo\ real(x, y, z) - Valor\ del\ País(x, y, z)]}{[Valor\ máximo\ real(x, y, z) - Valor\ mínimo\ real(x, y, z)]}$$

Elaboración propia a partir de Human Development Report (UNDPa, 1990)

Donde:

- *IPH* es el Índice de Privación Humana
- *x, y, z* son los indicadores de esperanza de vida, alfabetización y log de PIB *per cápita*,
- Valor máximo real es el valor mayor encontrado para un indicador determinado (esperanza de vida, alfabetización o log PIB *per cápita*) de entre todos los datos presentes (tomando con referencia el Report de 1987 en el *HDR* original).
- Valor del País, es el valor de la esperanza de vida, alfabetización o log PIB *per cápita* de un país concreto.
- Valor mínimo real es el menor valor encontrado para un indicador determinado, de entre todos los datos de países presentes (menor esperanza de vida, menor tasa de alfabetización y menor PIB *per cápita*).

Esta medida de privación humana, clasifica al país en un rango entre cero y uno, según su posición con respecto al máximo y el mínimo (UNDP, 1990). Una vez determinando el Índice de Privación para cada uno de los elementos, se calcula la media aritmética y se resta uno, obteniendo finalmente el Índice de Desarrollo Humano:

$$IDH = 1 - \left(\frac{IPH(x) + IPH(y) + IPH(z)}{3} \right)$$

Elaboración propia a partir de Human Development Report (UNDPa, 1990)

El IDH sería objeto de críticas por algunos autores como Hicks, que afirmaba que el índice no tenía en cuenta la variación de la esperanza de vida, la alfabetización y el log PIB *per cápita* entre los distintos individuos de un mismo país (Hicks, 1997). Más concretamente, este autor afirmaba que el PIB *per cápita* no tenía en cuenta la distribución del ingreso, que la esperanza de vida no dejaba de ser una media de probabilidad basada en información obtenida de datos agregados, sin reflejar variaciones entre personas y que no se tenían en cuenta distintos niveles educativos para distintos individuos (Hicks, 1997).

Las críticas al IDH como indicador, serían reconocidas por el propio PNUD en sucesivos reportes (UNDP, 1997) lo cual daría lugar al desarrollo de indicadores alternativos que profundizaban en aquellos aspectos que el IDH original omitía (UNDP, 1995) (Anand & Sen, 1995) (UNDP, 1997) (Hicks, 1997).

2.2.2.2. Índice de Desarrollo Humano Relativo al Género (GDI)

Basándose en los trabajos desarrollados por Anand y Sen en 1995, el GDI aparece en el *Human Development Report* de ese mismo año. Estos autores afirmaban que más allá del desarrollo de indicadores de igualdad de género, el *HDR* debía estudiar dos cuestiones adicionales. La primera era la desigualdad de género *per se*, y la segunda, el contraste entre los esfuerzos y sacrificios realizados por hombres y mujeres y los beneficios percibidos por cada uno de ellos derivados de estos sacrificios (Anand & Sen, 1995).

El análisis de estos autores dio lugar a la creación de un nuevo indicador, el GDI, cuyo cálculo parte de la elaboración de dos índices de desarrollo humano separados, uno para hombres, y otro para mujeres. Según el PNUD, en el caso de IDH femenino se ajusta el límite de la esperanza de vida, en base a la evidencia empírica de que las mujeres viven más que los hombres (UNDP, 2018). Una vez ajustada la frontera de la esperanza de vida y después de ser calculados individualmente, el cociente del DH femenino entre el IDH masculino dará lugar al Índice de Desarrollo Humano Relativo al Género (GDI).

Este indicador tampoco estaría exento de críticas. Al respecto, Hicks afirma que el GDI no proporciona información sobre las desigualdades masculinas o femeninas intrapoblacionales, adoptando un enfoque grupal (Hicks, 1997).

Para solucionar la falta de estudio de desigualdad entre hombres, en el año 2010, aparece el *Global Innovation Index* (GII), que mide la pérdida en el desarrollo humano potencial debido a las desigualdades entre hombres y mujeres en tres dimensiones, salud reproductiva, empoderamiento y mercado, calculando el índice mediante el uso de medias generalizadas siguiendo los planteamientos de Seth (2009)(Amarante, Arim, & Vigorito, 2010) (UNDP, 2010).

2.2.2.3. Índices de desarrollo humano ajustado por desigualdad (IDHAD)

Las críticas de Hicks a los indicadores de Desarrollo Humano precedentes, sustentadas sobre el argumento de la nula consideración de la desigualdad entre individuos, le llevarían a desarrollar un indicador propio; el Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad (IAHDI) (Hicks, 1997).

Afirma Hicks en 1997, que si el IDH ayuda a situar al ser humano en el centro del desarrollo, su indicador considera seriamente la cuestión distribucional. Sobre la importancia de la desigualdad y la omisión en el IDH, Hicks afirma (Hicks, 1997):

It has been argued that distributional inequalities in income, education, and longevity are significant concerns for human development and well-being; and that they are not adequately addressed in the HDI in its present form. To conceptualize and calculate these inequalities, it has been necessary to move behind the particular indicators of the HDI itself to look at the more basal goods in the three dimensions. These inequality measures have been consistent with the main objective of the HDI: to measure the level of human choices in important dimensions if life

Como elemento de medición de la desigualdad, Hicks propone la incorporación del índice de GINI (Gini, 1912) en el cálculo inicial del IDH. El autor afirma que si bien el índice de GINI suele aplicarse a la variable “Ingresos” (Hicks define el índice como la suma ponderada del nivel de ingresos de distintos individuos, con los pesos determinándose por la posición que una persona ocupa en el ranking de nivel de ingresos), este también puede utilizarse para cualquier otro elemento para el cual se sepa la cantidad que posee cada individuo (Hicks, 1997). El autor propone considerar el número de años

de escolarización de los individuos de una población para el elemento “educación”, estableciendo un ranking desde menos años de escolarización a más años de escolarización (asumiendo que escolarización es un buen proxy para educación). Para la esperanza de vida, el autor asume que el ratio *Age at Death* (años a los que una persona fallece) y estadísticas relativas, es la mejor medida para determinar la esperanza de vida y su distribución (Hicks, 1997).

Por lo tanto, se calcularía el índice de GINI para cada uno de los tres elementos y sus indicadores (esperanza de vida, alfabetización e ingresos). Posteriormente, Hicks ajusta el cálculo del IPH original con el Índice de GINI. El Índice de Privación Humana Ajustado por Desigualdad se definiría como:

$$IPH \text{ ajustado por desigualdad } (x, y, z) = IPH (x, y, z) \times \lambda (x, y, z) [1 - G(x, y, z)]$$

Elaboración propia a partir de Hicks (Hicks, 1997)

Donde:

- IPH (x, y, z) es el Índice de Privación Humana expuesto anteriormente.
- λ es un indicador que mide cómo la desigualdad afecta al índice de Privación Humana original. Hicks afirma que sin la inclusión de λ , se estaría asumiendo que la desigualdad afecta por igual a alfabetización, esperanza de vida y nivel de ingresos. Con respecto a λ , Hicks asume que $\forall x, y, z, (1/(1-G(x, y, z))) > \lambda > 0$ (Hicks, 1997).
- G es el índice de GINI.

La suma del IPH ajustados por desigualdad para esperanza de vida, alfabetización y nivel de ingresos (log PIB *per cápita*), dan lugar al Índice de Desarrollo Humano Ajustado por Desigualdad. Si bien el autor afirma que el IDHAD proporciona más información que el IDH, también reconoce que el índice de GINI no es un indicador perfecto de desigualdad, ni tampoco es completamente objetivo. Por ejemplo, con

respecto al cálculo del índice de GINI respecto a la educación, Hicks afirma que la medición de la calidad de escolarización se omite por compleja (Hicks, 1997).

Otros autores con posterioridad a Hicks continuaron desarrollando indicadores que trataban de medir de manera fiel la desigualdad, como Chatterjee (2005) y Foster, o Lopez-Calva y Szekely (2005). Estos últimos, establecieron una serie de condiciones que todo indicador de desigualdad debía cumplir (imparcialidad, consistencia sub grupos, simetría de dimensiones, invariación de la población, monotonicidad en la desigualdad, monotonicidad en valor medio de las dimensiones e independencia de criterios de agregación de los indicadores), y elaboraron un indicador que considerara la medida de (Camagni & Capello, 2013) desigualdad de Atkinson (1970) utilizando para ellos medias generalizadas y no aritméticas como en el caso del IDH original (Amarante, Arim, & Vigorito, 2010). Este indicador de Desarrollo Humano Ajustado por desigualdad, distinto del de Hicks, sería adoptado por el PNUD en su *Human Development Report* del año 2011 (UNDP, 2011).

Para el cálculo del índice, según el documento actualizado de las estadísticas del PNUD de 2018, se introduce un parámetro de desigualdad definido como (UNDP, 2018):

$$A_x = 1 - \frac{g}{u}$$

Elaboración propia a partir de notas estadísticas PNUD, 2018 (UNDP, 2018)

Donde

- A_x es el parámetro de desigualdad calculado para un elemento determinado (esperanza de vida, educación y nivel de ingresos)
- g es la media aritmética de la distribución de los datos del elemento en cuestión (esperanza de vida, educación y nivel de ingresos)
- u es la media aritmética de los datos del elemento en cuestión

Los índices de privación ajustados por desigualdad, se calculan como el producto de uno menos el parámetro de desigualdad por el índice de privación original: (UNDP, 2018):

$$I_x^* = (1 - A_x) \times I_x$$

Elaboración propia a partir de notas estadísticas PNUD, 2018 (UNDP, 2018)

Donde:

- I_x^* es el índice de privación ajustado por desigualdad
- A_x es el parámetro de desigualdad
- I_x es el índice de privación obtenido del cálculo original del IDH

Finalmente, la media geométrica de los índices ajustados por desigualdad de los tres elementos (esperanza de vida, alfabetización y nivel de ingresos), da lugar al Índice de Desarrollo Humano Ajustado Por Desigualdad (IDHAD) (UNDP, 2018):

$$IDHAD = (I_{esperanza\ de\ vida}^* \times I_{alfabetización}^* \times I_{nivel\ ingresos}^*)^{\frac{1}{3}}$$

Elaboración propia a partir de notas estadísticas PNUD, 2018 (UNDP, 2018)

El PNUD señala la incapacidad de capturar desigualdades solapadas como el principal inconveniente. Afirma que no es “association sensitive”, algo que solo se conseguiría si los datos se recabaran a partir de una misma fuente de información, algo que es imposible dado el elevado número de países entre los que se realiza el estudio (UNDPg, 2018).

2.2.2.4. Índices de pobreza

Más allá de los indicadores de género y desigualdad, Griffith en 2001 afirma que la flexibilidad del IDH ha permitido el desarrollo posterior de otros indicadores, como el Índice de Pobreza Humana (IPH) (Anand & Sen, 1997) (UNDP, 1997).

Al igual que el Índice de Desarrollo Humano relativo al Género, el IPH parte de los trabajos de Sen y Anand en 1997, en los que afirman que el estudio de la pobreza debe ocupar un lugar central en el Desarrollo Humano (Anand & Sen, 1997). Aparece en el *Human Development Report* de 1997 y actualmente existe una versión para los países en desarrollo (IPH-1) y otra para países de la OCDE (IPH -2) (CEPAL, 2008).

El IPH-1 mide la privación en tres componentes del desarrollo humano: una vida larga y saludable (vulnerabilidad de morir a edades tempranas, probabilidad al nacer de no vivir hasta los 40 años), educación (medida con la tasa de alfabetismo de adultos), y nivel de vida digno (asociando la dignidad al relativo al acceso al agua, al acceso a servicios sanitarios y a la desnutrición). Este último componente se calcula como el promedio no ponderado de la población que no usa una fuente de agua mejorada y del número de niños con peso insuficiente para su edad). EL IPH – 1 se calcula como:

$$IPH(1) = \left[\frac{1}{3} (P_1^\alpha + P_2^\alpha + P_3^\alpha) \right]^{\frac{1}{\alpha}}$$

Elaboración propia a partir de CEPAL (CEPAL, 2008) y con base en HDR de 1997 (UNDP, 1997),

Donde:

- P_1 es la probabilidad de no sobrevivir hasta los 40 años multiplicada por 100
- P_2 es la tasa de analfabetismo de adultos

- P_3 es el nivel de vida digno (calculado como la media ponderada del número de niños con peso inadecuado y población sin acceso a agua mejorada y población sin acceso a servicios sanitarios)
- α es un indicador que se utiliza para otorgar mayor ponderación a aquellos elementos en los que la privación es mayor. Como afirma CEPAL, “a medida que α va aumentando hacia el infinito, el IPH tenderá a asumir el valor del componente en el cual la privación es mayor” (CEPAL, 2008).

Por su parte, el IPH – 2, se calcula de la misma manera que el IPH – 1, pero para cuatro variables en vez de tres; una vida larga y saludable (medida como la probabilidad al nacer de no vivir hasta los 60 años), educación (medida con el porcentaje de adultos de entre 16 y 65 años que carecen de alfabetización funcional), nivel de vida digno (medido con el porcentaje de personas que viven bajo el umbral de la pobreza de ingresos) y exclusión social (medida con la tasa de desempleo de larga duración) (CEPAL, 2008).

Una de las críticas al IPH, fue realizada por el propio PNUD afirmando que los datos sobre los cuales se construía este indicador, eran insuficientes para medir una pobreza calificada en el *Report* como “multifacética y multidimensional” (UNDP, 2010). Adicionalmente afirmaba que el IPH no permitía identificar a individuos y hogares específicos o a grupos más amplios de personas que experimentaban las mismas privaciones. A raíz de esta crítica nace el Índice de Pobreza Multifuncional, que sustituyendo al IPH, adoptaría un enfoque más amplio, identificando “las privaciones simultáneas que padecen los hogares en las tres dimensiones de IDH” y mostrando “la cantidad promedio de personas pobres y las carencias que deben afrontar estas familias” (UNDPd, 2010).

El cálculo del IPM parte de una encuesta única llevada a cabo en distintos hogares y amplía el número de indicadores de medición con respecto a su predecesor. A cada uno de ellos se asocia un puntaje de cero o uno, según la respuesta sea afirmativa o negativa. Para el elemento “salud”, se preguntaban los datos relativos a la muerte de uno o más niños y datos relativos a la desnutrición de al menos uno de los miembros del hogar. La educación se mediría en base a la escolarización, (ningún miembro del hogar completó cinco años de educación y al menos un niño en edad escolar no está matriculado en la

escuela). Finalmente el nivel de vida se medía según el hogar encuestado tuviera acceso a electricidad, acceso a agua potable, acceso a saneamiento adecuado y adicionalmente si la vivienda era un piso de tierra, si sus miembros tenían vehículos motorizados y si se utilizaba combustibles contaminantes para cocinar (UNDPd, 2010).

Dado que existen diez subcategorías para la medición de las privaciones, la puntuación oscila entre el 0 y el 10. Una vez recabados los datos, se ponderan equitativamente las categorías de salud, educación y nivel de vida. Para ello, se multiplica la puntuación de cero o uno por 5/3 en el caso de las subcategorías de salud y educación y por 5/9 en el caso de las subcategorías de nivel de vida (al haber más subcategorías, el denominador es mayor). Una vez ponderadas todas las categorías, se suman. Se asume que un hogar se encuentra en condición de pobreza multidimensional si la suma de todas las ponderaciones de las subcategorías es mayor que 3 (equivalente a un tercio de los indicadores) (UNDP, 2010).

La construcción final del índice se basará en el procurso de dos elementos, la intensidad de la pobreza y la tasa de incidencia. La intensidad de la pobreza, A , es un cociente de dos elementos: El numerador se construye sumando el producto de cada uno de los puntajes ponderados correspondientes a los hogares en condición de pobreza multidimensional (aquellos mayores a 3) y el número de miembros de la familia. El denominador se construye sumando el número de miembros que posee cada hogar multidimensionalmente pobre, multiplicado por el número de indicadores (10) (UNDP, 2010).

$$A = \frac{\sum_1^q c}{qd}$$

Elaboración propia a partir de Human Development Report (UNDP, 2010),

Donde:

- A es la intensidad de la pobreza

- c es el total de privaciones ponderadas experimentadas por los pobres (aquellos de puntaje mayor a 3)
- q es el número de personas multidimensionalmente pobres, calculado mediante la suma de los miembros de cada una de las familias que cumplen esa condición
- d es el número total de indicadores del componente (10 en este caso).

Por su parte, la tasa de incidencia es un cociente del número de personas multidimensionalmente pobres y al población total (UNDP, 2010)

$$H = \frac{q}{n}$$

Elaboración propia a partir de Human Development Report (UNDPd, 2010),

Donde:

- H es la tasa de incidencia
- q es el número de personas multidimensionalmente pobres
- n es la población total

El producto de ambos da lugar al IPM, que representa la proporción de la población sujeta a pobreza multidimensional, ajustada por la intensidad de las privaciones sufridas (UNDP, 2010).

A pesar de la mayor información que proporciona este indicador, el PNUD reconoce algunos defectos en su uso. Criticando cuestiones como falta de comparabilidad, la incapacidad de captar la desigualdad dentro de una misma familia o la imperfección y poca cobertura de los datos relativos a la salud (UNDP, 2010).

2.3. Innovación: concepto e indicadores

2.3.1. Innovación: Literatura

El Manual de Oslo de la OCDE define Innovación y actividad innovadora respectivamente como (OECD/EUROSTAT, 2018):

A new or improved product or process (or combination thereof) that differs significantly from the unit's previous products or processes and that has been made available to potential users (product) or brought into use by the unit (process).

Innovation activities include all developmental, financial and commercial activities undertaken by a firm that are intended to result in an innovation for the firm.

El propio manual aclara que el término “unidad” se refiere a una amplia variedad de actores, desde instituciones a individuos individuales (OECD/EUROSTAT, 2018).

Autores como Faberger, señalan el conflicto que en ocasiones genera la necesidad de distinguir entre innovación e invención, definiendo invención como ocurrencia de una idea para un nuevo producto o proceso frente a innovación como primera comercialización de la idea (Faberger, 2003).

La literatura relativa a la innovación y a la creación de un clima social adecuado para su desarrollo en relación con el crecimiento es cuantiosa (Rothwell, 1980; Groth, Esposito, & Tse, 2015; Moreno, 2017), así como la literatura referente al desarrollo y sus formas más óptimas de medición, tal y como se ha expuesto anteriormente (Applegate & Harreld, 2009; Somohano Rodríguez, López Fernández, & Martínez García, 2018).

El grueso de las investigaciones y estudios que de alguna manera relacionan innovación con crecimiento y desarrollo se basan en las ideas que Schumpeter desarrolló en *Teoría del Desarrollo Económico* y en *Capitalismo Socialismo y Democracia*, publicados en 1911 y 1942 respectivamente.

Como indica Montoya Suárez, Schumpeter reabrirla la línea clásica de investigación relativa al desarrollo económico que ya había sido trabajada anteriormente por otros autores como Adam Smith, David Ricardo o Marx (Pessoa, 2007)(Montoya Suarez, 2004).

En el punto de partida de la teoría de Schumpeter, se resalta el carácter endógeno de los procesos económicos, es decir, que los procesos económicos de un determinado país encuentran su origen dentro del propio país (Schumpeter & Arrate, 1976).

Schumpeter define el proceso de producción como la combinación de fuerzas productivas, que podían ser de carácter material y que se identifican con los factores productivos tradicionales de tierra trabajo y capital, o de carácter inmaterial, principalmente la tecnología y la organización social (Schumpeter & Arrate , 1976) (Schumpeter, 2003).

Schumpeter consideraba que el crecimiento de un país vendría definido por la tasa de cambio de los factores materiales e inmateriales. Sin embargo, el efecto que la tasa de cambio de los distintos factores tendría sobre crecimiento e innovación era dispar. Adicionalmente, Schumpeter afirma que cambios en los factores productivos tradicionales (materiales) llevan a una transformación gradual y lenta del sistema económico, pero no mejoraban ni transformaban la sociedad de manera dinámica (Schumpeter & Arrate, 1976) (Schumpeter, 2003) Schumpeter concebía los factores materiales como componentes del crecimiento económico, y los contrapondría a los cambios tecnológicos (innovaciones) y la organización social (factores inmateriales), definidos como componentes del desenvolvimiento económico, en tanto que generaba cambios dinámicos y transformaciones sociales. En *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Schumpeter afirma (Schumpeter, 2003):

The fundamental impulse that sets and keeps the capitalist engine in motion comes from the new consumers' goods, the new methods of production or transportation, the new markets, the new forms of industrial organization that capitalist enterprise creates.

Más adelante en la misma obra, Schumpeter definiría la figura del *Entrepreneur*, el empresario emprendedor como principal causante de la innovación. Los cambios tecnológicos llevados a cabo por el empresario/emprendedor innovador de Schumpeter, darían lugar a un proceso de destrucción creativa, definido por la destrucción de lo antiguo de lo antiguo y creación de lo nuevo (Schumpeter, 2003):

Progress entails, as we have seen, destruction of capital values in the strata with which the new commodity or method of production competes

Respecto al clima social, Schumpeter basaría su importancia en la creación de aquellas condiciones que permitirían la aparición de empresarios innovadores, y con ellos, procesos de destrucción creativa. En *Capitalismo, socialismo y democracia*, Schumpeter critica el socialismo por ser demasiado estacionario, y alaba el capitalismo como sistema capaz de crear las condiciones adecuadas para el desarrollo de la innovación (Schumpeter, 2003):

Rising capitalism produced not only the mental attitude of modern science, the attitude that consists in asking certain questions and in going about answering them in a certain way, but also the men and the means. By breaking up the feudal environment and disturbing the intellectual peace of manor and village (though there always was, of course, plenty to discuss and to fall out about in a convent), but especially by creating the social space for a new class that stood upon individual achievement in the economic field, it in turn attracted to that field the strong wills and the strong intellects.

Es decir, un clima social de base capitalista permitiría la aparición de emprendedores innovadores que llevarían a cabo procesos de destrucción creativa que permitirían el desarrollo y crecimiento de la sociedad y del país (Schumpeter, 1943). En otras palabras, el emprendimiento era, el principal *input* a la innovación, siendo necesario la existencia de un clima capitalista para la aparición de dicho deseo emprendedor.

Cabe destacar que Schumpeter no creía en la supervivencia del capitalismo (Schumpeter, 2003), pues su propio éxito lo llevaría al colapso, cuando las innovaciones

se convirtieran en algo rutinario y finalmente reservado a un grupo reducido de expertos intelectuales. Schumpeter postulaba que a largo plazo se produciría una transición desde el capitalismo al socialismo, que sí sería capaz de sobrevivir.

En referencia a la literatura y estudios actuales sobre innovación, emprendimiento y clima innovador, destacan aquellos que de manera general se han focalizado en analizar los efectos que algunos elementos relativos a la organización económica (clima social de Schumpeter), como la regulación (Rothwell, 1980) o la calidad institucional (Moreno, 2017) tienen sobre la innovación y el crecimiento. Autores como Rothwell, exponen que la regulación ha comportado un efecto negativo sobre la innovación al retrasarla o impedirle en algunos supuestos. Por su parte, Moreno realiza un análisis sobre 39 países, demostrando que “el emprendimiento, la ausencia de niveles de corrupción, la libertad de negocios (la disminución de trámites y costes en la apertura de nuevos negocios) y los mayores niveles de innovación social son factores explicativos positivos de la eficiencia técnica a nivel país” (Moreno, 2017).

Otros autores han estudiado dichas condiciones institucionales en casos concretos, como el europeo (Camagni y Capello, 2013) (Groth *et al*, 2015), ya sea sugiriendo una nueva clasificación de las regiones de innovación europeas basándose en patrones de innovación y proponiendo distintas políticas para cada modelo regional (Camagni y Capello, 2013) o proponiendo la creación de un nuevo ecosistema de innovación para Europa (Groth *et al*, 2015). Otros autores como Griffin *et al* señalan en sus análisis de 2006 la necesidad de pasar de un crecimiento basado en la imitación y la acumulación de capital a un crecimiento basado en la innovación durante los primeros años del siglo.

2.3.2. Innovación: Indicadores

La actividad innovadora ha tratado de medirse tanto a través de encuestas destinadas a obtener respuestas directas sobre distintos aspectos de la misma (número de innovaciones tecnológicas realizadas o relaciones entre innovación y medio ambiente) (Smith, 2005) (Eurostat, 2009) como a través de distintos indicadores, que miden tanto la innovación *per se* (patentes e indicadores modernos como el Global Innovation Index)

(Pessoa, 2007) (Global Innovation Index, 2018): como *inputs* de la misma (índices de emprendimiento o ratios de I+D)(GEM, 2019) (OECD/EUROSTAT, 2018).

Se exponen, en primer lugar, distintas encuestas (SPRU y CIS) que recogen información directa sobre la actividad innovadora (Smith, 2005) (Eurostat, 2019) para, en segundo lugar presentar indicadores relativos a los *inputs* de innovación (ratios de I+D e índices de emprendimiento), concluyéndose con los indicadores que miden la innovación *per se* (número de patentes, e indicadores modernos como GII).

2.3.2.1. Encuestas sujeto y objeto (SPRU Y Community Innovation Survey).

Smith (2005) distingue entre dos tipos de encuestas, sujeto y objeto. Las primeras son aquellas enfocadas conjuntamente a los *inputs* de innovación y a los *outputs* correspondientes, mientras que las segundas se enfocan exclusivamente en *outputs* que constituyen innovaciones tecnológicas significativas.

Como ejemplo de aproximación objetiva, Smith destaca los estudios de la *Science Policy Research Unit* (SPRU) de la universidad de Sussex, que recababan información sobre innovaciones técnicas significativas en la industria británica, y que demostraron la existencia de distintos tipos de innovación en distintas industrias (Smith, 2005).

Como ejemplo de enfoque sujeto, Smith señala la *Community Innovation Survey* (CIS) de la Unión Europea, celebrada cada dos años y que tiene como base las recomendaciones del manual de Oslo de la OCDE. En su primera versión, la CIS, recogía información diversa sobre innovación empresarial, incluyendo información relativa a innovaciones en servicios e información relativa a innovaciones tecnológicas de carácter medio, medio bajo y alto (Eurostat, 2019).

Durante los años posteriores, la encuesta engrosa el número de elementos a analizar (se incluye en el segundo año elementos como la actividad exportadora y desde el 2014, se incluyen datos relativos a la relación entre innovación y medio ambiente) y modifica de un año a otro las subdivisiones dentro de cada uno de los elementos de estudio (así, en el apartado de *Product and process Innovation*, se incluyen en 2012 innovaciones en relación a su obtención en colaboración otras empresas, mientras que en 2014, se

simplifica para incluir únicamente innovaciones en base a si son nuevas para la empresa o nuevas para el mercado) (Eurostat, 2019). Smith afirma que el CIS, como indicador, conjuga tanto el enfoque sujeto como el enfoque objeto. El CIS se encuadra dentro del *European Innovation Monitoring System*, que además de estudiar la innovaciones n empresa, realiza estudios sobre el marco legal y regulatorio de la innovación, y las políticas de innovación regionales dentro de la UE (Eurostat, 2019).

2.3.2.2. Ratios relativos a la Investigación y el desarrollo.

La Investigación y Desarrollo (I+D) es definido por el manual Frascati⁴ como (OECD, 2015):

Creative and systematic work undertaken in order to increase the stock of knowledge – including knowledge of humankind, culture and society – and to devise new applications of available knowledge.

Según el manual Frascati, para que una actividad sea considerada como I+D, deberá cumplir los criterios de novedad, incertidumbre, creatividad, sistematicidad y transferibilidad o reproducibilidad.

Pessoa (2007) resalta que innovación e I+D son conceptos diferenciados y que no existe una relación pura causal entre ellos (Pessoa, 2007), el uso del I+D como medidor de la innovación ha encontrado en la literatura distintas opiniones.

Autores como Rosemberg (1986), desvinculan el I+D como paso previo necesario a la innovación, y afirman, junto con Kline, en su obra de 1986, que la innovación no sigue una secuencia lineal y que viene influenciada por distintos *inputs*, destacando el papel que en ella juegan los indicadores distintos a los de I+D (Kline & Rosemberg, 1986). Otros autores como Pessoa en 2007, siguen la línea de Rosemberg al considerar que existen varios *inputs* en la innovación, si bien reconoce que el I+D es uno de ellos.

⁴ Manual desarrollado por la OCDE en el que se conceptualiza el termino I+D y se exponen las categorías existentes dentro del mismo (OCDE, 2015)

Smith en 2005, destaca que no se sabe verdaderamente cuánto de innovación recoge un indicador de I+D pero resalta su utilidad a la hora de armonizar datos y comparar países. Adicionalmente afirma que indicadores como el GERD (inversión en I+D sobre PIB) son muestra de progreso tecnológico y compromiso en la creación de conocimiento, opinión compartida por otros autores como Laestadius, que en 2003 afirma que los actos de investigación y descubrimiento apuntalan la innovación. Otros autores como Evangelista, en 1998, consideran el I+D como el principal explicador de la innovación de entre todos los *inputs* existentes. Finalmente, se resalta el tratamiento que el Manual de Oslo de la OCDE (OECD/EUROSTAT, 2018) otorga al papel del I+D en la innovación como una de las actividades de innovación.

Con respecto a los indicadores utilizados de manera concreta, se parte de la hipótesis de que estos no dejan de ser aproximaciones verdaderas (Godin, 2003) Algunos de los indicadores concretos, señalados en el Manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018) o el Manual Frascati (OECD, 2015) son:

- **GERD:** El manual Frascati lo define como la inversión monetaria y en capital en I+D llevada a cabo por compañías, universidades, el gobierno y organizaciones no gubernamentales en un país. Se calcula sumando la inversión en I+D, en términos monetarios, de cada una de estos sectores y se define por tanto en términos monetarios y absolutos. Autores como Godin afirman que es el principal indicador mencionado por el manual Frascati (OECD, 2015) (Godin, 2003).
- **Ratio GERD/GNP:** Parte del GERD, y se define como la inversión monetaria en I+D llevada a cabo por compañías, universidades, el gobierno y organizaciones no gubernamentales de un país respecto a su producto nacional bruto (PNB). Es decir, el porcentaje de producto nacional bruto destinado a actividades de I+D. Se calcula dividiendo el GERD entre el PNB de un país, expresándose por tanto en términos relativos porcentuales. Godin (2003) expone la preferencia de la OCDE por el ratio R&D/GNP, al permitir realizar comparaciones entre países. Este ratio adicionalmente permitiría a la OCDE acuñar el concepto de “R&D Intensity” y clasificar los países en varios grupos. Godin afirma que sigue siendo el indicador preferente de los gobiernos hoy. Sin embargo el propio autor expone que la propia OCDE reconoce que el indicador no proporciona información sobre la relación entre las dos variables,

y que no queda claro si el PNB de un país es más alto por invertir en I+D o si los gastos de I+D son mayores cuanto mayor es el PNB (Godin, 2003)

- **BERD:** Es uno de los componentes del GERD. Se define en el Frascati Manual de 2015 como:

The component of GERD incurred by units belonging to the Business enterprise sector [...]. It is the measure of intramural R&D expenditures within the Business enterprise sector during a specific reference period.

Es decir, es la parte del GERD que representa la inversión llevada a cabo por el sector empresarial (que incluye las empresas gubernamentales) en un periodo de referencia. Se cuantifica en unidades monetarias absolutas.

- **GBARD:** queda definido en el Frascati Manual de 2015 como:

All spending allocations met from sources of government revenue foreseen within the budget, such as taxation. Spending allocations by extra-budgetary government entities are within the scope only to the extent that their funds are allocated through the budgetary process

Es decir, es la parte de los presupuestos que un Estado (o asociaciones de un Estado o gobierno) dedican a actividades de I+D. Se calcula a partir de la suma, en unidades monetarias, de la inversión gubernamental en su propio sector, en el sector industrial (*Business Enterprise*), educación superior (*Higher education*) y organizaciones sin ánimo de lucro privadas (*Private non-profit*)(Frascati Manual, 2015). Se expresa en términos absolutos (World Bank Group, 2019).

2.3.2.3.Indicadores de emprendimiento e institucionales

La variable emprendimiento justifica su presencia en base a los postulados de Schumpeter, que concebía al emprendedor como el principal causante (*input*) de la innovación. Tal y como afirman Szerb y Zoltán (2009) la variable del emprendimiento ha sido estudiada por diversos autores, y distintos indicadores, como el *Flash Euro*

Barometre han tratado de medir elementos relacionados tales como el autoempleo (Szerb & Zoltán, 2009). De la misma manera, se han elaborado índices y proyectos que no sólo se han dedicado a estudiar y medir al variable del emprendimiento, sino también las condiciones institucionales que rodean a los emprendedores. Al respecto se destacan los elaborados por el programa Global Entrepreneurship Monitor, y el Global Entrepreneurship Index, expuesto por Szerb y Zoltán en 2009.

2.3.2.4. Global Entrepreneurship Monitor (GEM)

Dado el carácter complejo y multifacético de la actividad emprendedora (Amorós & Cortés, 2005) en 1999 nace el *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) (Hindle, 2006)(Reynolds 2005), con el objetivo de facilitar comparaciones entre países a nivel de actividad emprendedora, estimar el papel de la actividad emprendedora en el crecimiento económico nacional, determinar los factores que comportan diferencias nacionales en el nivel de emprendimiento y facilitar políticas que podrían tener un efecto en la mejora del emprendimiento (Reynolds, 2005). Para ello el GEM realiza dos encuestas, una denominada *Adult Population Survey* (APS) y otra denominada *National Expert Survey* (NES), esta última referida a los factores y condiciones nacionales, que influyen a los individuos a la hora de emprender.

La APS se trata una encuesta a la población adulta de entre 18 y 64 años que incluye cuestiones como la implicación de la población en la creación de nuevos negocios o su percepción del riesgo (Global Entrepreneurship Research Association, 2019). Uno de los indicadores es el *Total Entrepreneurship Activity Index* (TEA) que expresa en términos porcentuales el número de personas de entre 18 y 64 años implicados en los primeros pasos de la actividad emprendedora (Reynolds, 2005).

Algunos autores como Zoltán y Szerb en 2009, señalan algunas limitaciones del Total Entrepreneurship Activity, como el hecho de que la medición del emprendimiento lleve a que los países en desarrollo sean más emprendedores que los países en desarrollo, lo cual, como señalan los autores, puede ser cierto en términos cuantitativos, pero no cualitativos. Adicionalmente afirman que el indicador puede tener limitaciones para las comparaciones entre países al no capturar emprendimiento en negocios ya existentes o la diferente interpretación de las preguntas en distintos países (Hindle, 2006) (Bosma, Acs,

Autio, Coduras, & Levie, s. f.)(Audretsch, 2002) (OECD, 2006) (Baumol, Litan, & Schramm, 2007) (Godin, Jason, & Veldhuis, 2008)

Sin embargo los propios Szerb y Zoltán otorgan cierta validez al TEA cuando lo utilizan como una de las bases para la elaboración del denominado Global Entrepreneurship Index (GEINDEZX).

Por su parte, la *National Expert Survey* (NES) es una encuesta dedicada a medir las denominadas *Entrepreneurial Framework Conditions* (EFC), una serie de condiciones y dinámicas que impulsan o impiden la creación de nuevos negocios y que son uno de los principales componentes en cualquier ecosistema emprendedor (GEM, 2019), pues en palabras de Bosma (Bosma, Acs, Autio, Coduras, & Levie, 2008):

[They constitute] the necessary oxygen of resources, incentives, markets and supporting institutions for the creation and growth of new firm.

La NES se utiliza como base para elaborar los siguientes indicadores (Global Entrepreneurship Research Association, 2019):

- Financiación para emprendedores
- Apoyo gubernamental y políticas de apoyo
- Impuestos y burocracia
- Programas gubernamentales
- Educación y *training* sobre emprendimiento durante la educación básica
- Educación y *training* sobre emprendimiento “post school”
- Transferencias de I+D relativas al emprendimiento
- Infraestructura comercial y profesional
- Dinámicas internas de mercado
- Apertura interna de mercado
- Infraestructuras físicas y de servicios
- Normas culturales y sociales

Los estudios e índices que elabora anualmente el Global Entrepreneurship Monitor (GEM) gozan de buena reputación en el mundo académico como demuestra su aplicación en diversos estudios (Wong, Ho, & Autio, 2005), (Moreno, 2017), (Stel, Carree, & Thurik, 2005) (Galindo Martín et al 2012).

2.3.2.5. Global Entrepreneurship Index (GEINDEX)

Szrb y Zoltán elaboran en 2009 un índice que conjugará variables relativas al emprendimiento, con variables relativas a la calidad institucional, denominado GEINDEX. A diferencia del proyecto elaborado por GEM, que utiliza las encuestas del APS y el NES para elaborar sus indicadores, el GEINDEX tomara como base otros índices ya existentes para elaborar los suyos. El GEINDEX se compone de tres subíndices (actitudes emprendedoras, actividades emprendedoras y aspiraciones emprendedoras) (Szerb y Zoltán, 2009):

El primer subíndice es el de actitudes emprendedoras e incluye variables como la percepción de oportunidades, utilizando índices como el *Global Competitiveness Index* (GCI) (mide la prosperidad económica en general), apoyo cultural, utilizando el *International Transparency Index* (mide la percepción de la corrupción en un determinado país) o la percepción de riesgo de fracaso, utilizando el *Coface Country Risk Rate* (mide el clima financiero y de negocio en un determinado país) (Szerb y Zoltán, 2009).

El segundo subíndice es el de actividad emprendedora. Para la elaboración de todos los indicadores de este subíndice, se toma como referencia el TEA, junto con una serie de indicadores de calidad institucional. Por ejemplo, para medir la variable de oportunidad, toma como base el TEA y añade la variable institucional de facilidad de hacer negocio con el ranking *Doing Business* del Banco Mundial. De la misma manera, para medir la variable competencia, combina el TEA con el índice de libertad económica. Otras variables son calidad de los recursos humanos la disponibilidad de tecnología (Szerb y Zoltán, 2009).

Finalmente, el tercer subíndice mide la aspiración, la naturaleza de la actividad emprendedora. Teniendo en cuenta de nuevo los datos de TEA, incluye variables como

la internacionalización del emprendimiento (aplicando adicionalmente el Índice de Globalización) o la novedad de tecnologías aparejadas al emprendimiento (aplicando también una de las variables de innovación tecnológica recogidas en el GCI). Otras variables son la novedad de producto o el crecimiento del negocio. Tras calcular cada sub índice, el GEINDEX, se constituirá por la adición de los tres (Szerb y Zoltán, 2009).

2.3.2.6. Número de Patentes registradas

Smith (siguiendo a Iversen en 1998) (Gault, 2018) define las patentes como un contrato público entre inventor y gobierno que proporciona derechos de monopolio temporal limitado para el solicitante sobre el uso de una invención técnica. Smith añade que el sistema tiene como objetivo el fomento de la motivación para la generación de nuevo conocimiento. El uso del número de patentes como medidor de la innovación tiene limitaciones, aunque también ventajas, como muestran diversos autores como Pessoa (2007).

Por un lado, las patentes (en términos numéricos) han recibido numerosas críticas como medidor de innovación, bien por su insuficiencia como indicador (Bain y Kleinknecht, 1993) o bien porque como el propio Smith afirma, son más medidores de innovación que de invención. Autores como Pessoa en 2007 reconocen limitaciones en el uso del número de patentes como medidor de la innovación, bajo argumentos como su no representatividad completa (pues algunas empresas dado el coste que supone aplicar a una patente, deciden no hacerlo) o la integración de innovaciones de valor económico mínimo.

Por otro lado, y a pesar de sus limitaciones, el propio Pessoa afirma en su escrito de 2007 que (Pessoa, 2007):

Patent counts, albeit with limitations, constitute the measure of the output of research that better represents the capacity for using inventions with economic purposes. In fact, a patent does correspond to a minimal amount of invention that has passed both the trial of the investment of effort and resources by the inventor and his institute or firm into the development of this idea, product or process, and the examination of the patent office

Otros autores destacan su capacidad de medir la actividad inventiva (Schmookler, 1951), sobre largos periodos de tiempo (McLeod, 1998; Sullivan, 1990). Adicionalmente, el manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018), incluye las patentes entre los elementos de propiedad intelectual en el punto 4.20 y afirma en el punto 4. 21, que las actividades de propiedad intelectual relativas a ideas, invenciones y nuevos o mejorados productos o procesos, constituyen actividades de innovación. Finalmente, si se consideran las patentes como hace Smith, es decir, como una forma de conocimiento comercializable, el número de patentes explicarían parte del crecimiento, según la Teoría del Crecimiento Endógeno de Lucas y Romer (Lucas Jr, 1988) (Romer1988).

2.3.2.7.Indicadores modernos. NESTA Y Global Innovation Index

Más allá de los indicadores mencionados por Smith, referidos mayoritariamente a la innovación en empresas, en los últimos años han surgido nuevos indicadores y encuestas que tratan de medir la innovación en el sector público, como el NESTA que se inicia en 2008, y que toma como base la CIS y el *MEPIN Project (Measuring Public Innovation in Nordic countries)* (Gault, 2018). NESTA mide la innovación en el sector público basándose en el impacto en la actividad innovadora, la capacidad de innovación y las condiciones de los sectores donde (Greene, 2005) se invierte para la innovación (Sandor, 2018).

La innovación también se ha medido a través de índices como el Global Innovation Index cuyos principales objetivos son (Cornell University *et al*, 2018):

Assisting countries to better assess their innovation performance by collecting innovation metrics according to international standards, and helping empower countries to improve their innovation policies

El índice clasifica a los países sobre una puntuación determinada, en base a tres subíndices. El primero, el *Innovation input sub Index*, incluye variables de calidad institucional, de capital humano e investigación, infraestructura, y sofisticación de mercados y negocios. El segundo subíndice es el *Innovation output sub Index* y que incluye tanto *outputs* tecnológicos como otros denominado creativos (intangibles como marcas registradas) (Global Innovation Index, 2019). En la elaboración de ambos se

incluyen algunos de los indicadores mencionados anteriormente, como el GERD o las patentes.

2.4. Interrelaciones de la innovación, el crecimiento y el desarrollo

Los conceptos de innovación, crecimiento y desarrollo se han interrelacionado durante sus respectivos procesos de evolución. Inicialmente, se consideraron crecimiento y desarrollo como un único espectro, hasta que el segundo evolucionó hacia un concepto independiente derivado de las ineficiencias y críticas relativas al concepto de “crecimiento” y a su medición a través del PIB. Al mismo tiempo, la innovación comenzaría a cobrar significancia como elemento explicativo de crecimiento, si bien su aplicación como concepto independiente no comenzaría a ser frecuente hasta el comienzo del siglo XXI.

En el origen de esta interrelación, se encuentra Schumpeter, que continuaría la línea de estudio del desarrollo económico que habían abierto Adam Smith o David Ricardo en los siglos precedentes (Montoya Suarez, 2004) y que expone en sus obras de 1911 y 1943 un modelo que tiene como base al empresario innovador como fuente de la disrupción creativa y el clima social (Schumpeter & Arrate, 1976) (Schumpeter, 2003). Es decir, Schumpeter ya asumía la presencia de un componente humano clave en la innovación, algo que no se formalizaría hasta décadas más tarde.

De hecho, las primeras teorías del crecimiento y el desarrollo, que en sus inicios irían ligadas, situaban en el centro al capital monetario y a la acumulación del mismo (Harrod, 1939; Domar, 1946; Solow, 1956). Harrod y Domar proponían un modelo lineal de crecimiento económico basado en la inversión en capital monetario, sin que se hiciera referencia a capital humano. En la misma línea, el modelo de Solow (Solow, 1956), se basaba en la idea de acumulación de capital y los rendimientos marginales decrecientes, atribuyendo el crecimiento a largo plazo a variables exógenas.

En la década de los 60, el concepto de desarrollo comienza a separarse del de crecimiento, precisamente por el nuevo enfoque que autores como Dudley Seers le otorgan (Seers, 1963) y por el cambio de necesidades de una sociedad que comenzaba a

recuperarse de las consecuencias de la segunda guerra mundial, tal y como afirman Canoy y Lerais. Comienzan las referencias a un desarrollo con características más sociales, que cristaliza en 1978 con la aproximación a necesidades básicas de Streeten (Streeten, 1978).

Por su parte, la inclusión del ser humano como elemento clave en las teorías y modelos de crecimiento llegaría más tarde. En 1989, mientras el enfoque humano del desarrollo se consolidaba, Lucas y Romer critican el modelo de Solow y su hipótesis de crecimiento exógeno, y proponen un modelo de crecimiento endógeno basado en la importancia del capital humano y la acumulación de conocimiento más allá del capital monetario (Lucas Jr, 1989) (Romer, 1989). Así, los modelos de crecimiento económico también incrementarían la presencia del ser humano, de la misma manera que había propuesto Schumpeter como condición necesaria a la innovación (Lucas, 1989) (Romer, 1989).

En la década de los 90, Amartya Sen acuña en el término de Desarrollo Humano, presente en el *Human Development Report* de 1990 (UNDP, 1990) desarrollando el enfoque de las capacidades y las libertades como condición necesaria al desarrollo. La consideración del desarrollo como concepto independiente requeriría de una serie de indicadores para su medición ya que el PIB, indicador tradicional de la actividad económica, había sido criticado por su incapacidad a la hora de medir el bienestar social, tal y como afirmaba van den Berg. Dado que el PIB como indicador no era válido para medir los elementos que componían el nuevo concepto de desarrollo independiente, comenzó a surgir en esta década indicadores alternativos tales como Índice de Desarrollo Económico Sostenible (Daly & Cobb, 1989), y el Índice de Desarrollo Humano (UNDP, 1990)

El crecimiento, ya desvinculado del concepto totalmente redefinido de desarrollo, seguiría recibiendo aportaciones de autores como Applegate y Harreld incluyen nuevas variables explicativas del crecimiento como el comercio (Applegate & Harreld, 2009). Es también en la época moderna cuando, según Galindo *et al*, se comienza a emplear de manera más amplia el término “innovación”, si bien ya había tenido presencia en las corrientes clásicas (Galindo *et al*, 2001).

Actualmente, los estudios que relacionan innovación y crecimiento económico o productividad han tomado distintos enfoques: algunos autores han optado por analizar el crecimiento a nivel industrial y empresarial (Applegate & Harreld, 2009). Otros autores han realizado sus estudios a nivel de país, adoptando un enfoque más macroeconómico (OECD, 2009). Finalmente, algunos autores han combinado los dos enfoques anteriores, establecido comparaciones entre países basándose en las diferencias de productividad de sus industrias (Griffith *et al*, 2006).

Como ejemplo de primer enfoque, destacan autores como Applegate y Harreld, que en 2009 destacan que la innovación no es negocio complementario dedicado a servir a un negocio principal, sino que la innovación en sí es el negocio. Exponen que cualquier empresa de cualquier tamaño y sector, puede desarrollar una cultura en la que el emprendedor sea capaz de encontrar oportunidades en épocas de crisis, y explotarla con innovaciones a las que se debe dar una salida al mercado para acelerar su comercialización y adopción, para en última instancia, explotar la oportunidad identificada (Applegate & Harreld, 2009). Las ideas expuestas por Applegate y Harreld encuentran su evidencia empírica en estudios como los de Somohano Rodríguez, Lopez Fernandez y Martínez García, relativos al sector de la automoción en el periodo 2002 - 2014, cuando demuestran que las empresas que invierten menos, efectivamente obtienen peores resultados (Somohano Rodríguez *et al*, 2009) o Geroski, que demuestra los efectos positivos de la innovación en la productividad de 79 industrias de Reino Unido (Geroski, 1989).

Con respecto al segundo enfoque, relativo a los estudios a nivel país, la OCDE, llevó a cabo en 2009 un análisis (*Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth*, 2009) en el que afirma que la innovación era una de las claves para salir de la crisis (OECD, 2009). En su análisis, la OCDE propone a los distintos países que adopten medidas estructurales que introduzcan la innovación dentro de las políticas destinadas a acabar con la crisis. Así, diferentes autores basan su análisis en el estudio de países de la propia OCDE (Griffith *et al*, 2006), (Carrel *et al*, 2002), (Colino *et al*, 2013) (Jorge Moreno, 2017).

Finalmente, estudios, como el de Griffith *et al*, han combinado el enfoque industrial y el enfoque país, exponiendo la diferencia de productividad industrial entre

cuatro países europeos (Alemania, Francia, España y Reino Unido) y EEUU a principios de siglo. En su estudio, destacan la necesidad de evolucionar a una economía basada en la innovación frente a la acumulación de capital y la imitación (Griffith *et al*, 2006). Los autores, elaboran un modelo que describe la relación entre el gasto en I+D, *outputs* de innovación y productividad, demostrando que los países cuyas industrias invierten más en I+D son los que más innovan, y que esta innovación no siempre se traduce en mayor productividad.

La mayor parte de los estudios que se han realizado relacionando crecimiento innovación, ya sea a nivel país o industrial, se han basado en regresiones y modelos econométricos (Galindo Martin *et al*, 2006), y algunos de ellos concretamente en el modelo desarrollado por William Greene en 2005⁵ (Greene, 2005) (Colino, Benito-Osorio, & Rueda-Armengot, 2014) (Moreno, 2017). Conviene destacar que los distintos estudios varían el número de países que incorporan a su análisis. Así, (Kaasa, Kaldaru, & Parts, 2007) Griffith *et al* en 2006 aplica su estudio sobre 4 países, Galindo *et al* en 2006 sobre 11 y Colino *et al* en 2014 sobre 26.

Por su parte, la relación entre desarrollo (como concepto distinto al crecimiento) e innovación y modernización tecnológica estuvo especialmente presente en los estudios de todos los autores para los que el desarrollo estaba unilateralmente ligado al crecimiento, como se ha visto anteriormente (Duarte & Ruiz Tibana, 2009). Los estudios posteriores se basaron principalmente en definir el desarrollo en nuevos términos (crítica de lo económico y cambio hacia lo social, como se ha visto). Aun así, hoy son numerosos los estudios que relacionan innovación y desarrollo humano.

Al respecto, Kaasa *et al*, utilizan el IDH para demostrar como bienestar social e innovación se relacionan (Kaasa *et al*, 2007), mientras que otros como, como Duarte y Ruiz Tibana (2009) relacionan el desarrollo humano y sus variables (educación, sanidad...) con una cultura emprendedora (Duarte & Ruiz Tibana, 2009). Autores como

⁵ Modelo denominado “fixed effects model”, que corregía ineficiencias en el modelo de frontera estocástica, como la asunción de que los costes de ineficiencia y costes técnicos se mantenían fijos (invariables) a lo largo del tiempo, lo cual según Greene, no era asumible para un panel de datos de gran amplitud temporal. (Greene, 2005).

Chataway *et al*, exponen el concepto de Innovación Inclusiva, estableciendo puentes entre la innovación y la pobreza (Chataway *et al*, 2014).

Destacan también los análisis que han relacionado innovación y sanidad como el estudio de Hwang y Christensen , quienes critican la falta de accesibilidad a la sanidad dado su alto coste, argumentando que la innovación disruptiva tecnológica debe ir siempre acompañada de un modelos de negocio igualmente innovadores (Hwang & Christensen, 2008). Finalmente, destacan los análisis que han relacionado desarrollo y educación, como el de Bouhajib *et al* (Bouhajib, Mefteh, & Ammar, 2018).

3. Análisis empírico

3.1. Muestra, marco temporal e indicadores elegidos

Con el objetivo de establecer medidas de eficiencia, se estudiarán, en primer lugar las relaciones individuales entre inversión en I+D en el sector industrial y gubernamental (por medio del BERD) y la innovación (número de patentes). Para ello se definirá el concepto de “ratio de conversión de I+D” (unidades monetarias invertidas de media dividido por número medio de patentes en el periodo), que tiene como objetivo determinar la eficiencia con que las inversiones monetarias en I+D dan lugar a innovaciones reales (medidas por el número de patentes), determinando así, cuántas unidades monetarias son necesarias en cada país para obtener un *ítem* de innovación o patente.

En segundo lugar, y con el objetivo de adoptar una perspectiva de eficiencia, se estudia la relación entre las variables de emprendimiento e institucionales con la innovación. Para ello, se definirá un “ratio de conversión de emprendimiento” (suma de la media del puntaje obtenido en el TEA y de la media de las variables institucionales de 2002 a 2007 multiplicada por 1000 dividido entre el número de patentes), con el objetivo de estudiar la eficiencia con la que un país emprendedor genera *ítems* de innovación (patentes). Es decir, para cuánto puntaje conjunto del TEA y variables institucionales, un país genera un ítem de innovación. En otras palabras, mide cuántos puntos de emprendimiento ajustado por variables institucionales necesita un país para generar un ítem de innovación. Cuanto menos puntos más eficiencia (generas más ítems necesitando

menos puntaje, lo que implica más eficiencia institucional y emprendedora. En otras palabras, un país sería capaz de obtener más *ítems* por cada punto adicional que consiguiera de emprendimiento).

Posteriormente, se calculan las medias del PIB y del IDH de los años 2008 y 2015 para cada uno de los países. La media de crecimiento del PIB se expresará en dólares, aplicando el tipo de cambio vigente en los años 2008 y 2015 con respecto al dólar. Se decide expresar el resultado en dólares al ser la moneda de referencia⁶ (Devereux *et al*, 2006) (Goldberg, 2010) o moneda “ancla” (Ilzetzki *et al*, 2017). La media de crecimiento del IDH se expresará en el sistema de puntuación al que se expresa el IDH.

Una vez definidos los ratios de conversión, se relacionarán estos con las variables de crecimiento (medido por la variación del PIB entre los años 2008 y 2015) y desarrollo (variación del IDH entre los años 2008 y 2015) aplicando una regresión simple en un test de contraste de hipótesis y un análisis de correlaciones, observando los resultados mediante la herramienta Rstudio.

Una vez extraídos y relacionados los datos, se obtienen conclusiones sobre cómo la eficiencia en la inversión en I+D y en el emprendimiento con respecto a la innovación, afecta al crecimiento y al desarrollo.

3.1.1. Muestra y marco temporal seleccionados

Para el estudio de las relaciones entre innovación y crecimiento y desarrollo, se emplea una muestra de los siguientes países Australia, Austria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Japón, Corea, Letonia, México, Holanda, Noruega, , Portugal, República de Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía y Reino Unido.

La elección de estos países se debe, primeramente, a su pertenencia a la OCDE⁷ y en segundo lugar, a que todos sufrieron, en mayor o menor medida, los efectos de la

⁶ Se define moneda de referencia como aquella a la que se preestablecen los precios de todas las exportaciones mundiales (Devereux *et al*, 2005)

⁷ Organismo que aglutina a los países más industrializados

recesión económica iniciada en 2008 (todos los países disminuyen su crecimiento crecen por debajo del 1% al menos un año, desde el 2008 (Tabla 4) hasta el año 2015 (World Bank Group, 2019)). Países como EEUU, Alemania, Nueva Zelanda, Turquía o Luxemburgo cumplen estos requisitos, pero se descartan porque los respectivos gobiernos no proporcionaron datos de BERD o el GBARD en el periodo elegido (OECD, 2019). De la misma manera, Eslovaquia y Estonia se descartan porque el GEM aún no los había incluido en su estudio de emprendimiento para el periodo elegido (Global Entrepreneurship Research Association, 2019). Otros países como Polonia, Israel o Chile, tampoco se incluyen al no cumplir el requisito establecido de decrecimiento en al menos un año o crecimiento por debajo del 1%.

Tabla 4: Variaciones anuales del PIB (2008 - 2015)

Pais	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Media
Australia	9,81%	-0,91%	8,20%	3,84%	9,06%	3,65%	0,12%	4,83%
Austria	-0,68%	2,88%	6,18%	4,99%	3,76%	2,63%	3,36%	3,30%
Bélgica	0,48%	6,34%	4,43%	3,43%	3,25%	2,73%	2,79%	3,35%
Canadá	-2,57%	4,28%	4,91%	2,60%	5,85%	4,34%	-1,63%	2,54%
Corea	-0,64%	7,74%	3,64%	3,32%	2,08%	3,63%	7,03%	3,83%
Dinamarca	-1,75%	7,07%	3,69%	1,28%	4,73%	3,03%	3,14%	3,03%
Eslovenia	-6,41%	1,40%	4,06%	0,54%	3,24%	3,65%	2,57%	1,29%
España	-2,34%	-0,99%	0,81%	-0,18%	1,59%	3,08%	3,83%	0,83%
Finlandia	-4,90%	2,87%	5,51%	0,32%	2,13%	0,84%	2,15%	1,27%
Francia	-0,66%	4,02%	4,80%	1,13%	5,44%	2,05%	2,15%	2,70%
Grecia	-1,33%	-7,18%	-7,27%	-3,80%	2,47%	2,15%	-0,42%	-2,20%
Hungría	-0,28%	4,04%	5,77%	0,59%	5,64%	4,03%	3,04%	3,26%
Irlanda	-5,05%	4,58%	4,25%	3,43%	4,19%	7,51%	35,99%	7,84%
Islandia	-3,22%	-4,09%	3,32%	3,39%	6,32%	4,68%	7,71%	2,59%
Italia	-2,07%	1,74%	4,00%	-0,03%	0,87%	0,75%	2,02%	1,04%
Japan	-4,61%	5,41%	2,06%	3,79%	4,64%	0,39%	3,13%	2,12%
Letonia	-14,60%	1,93%	10,58%	6,16%	5,56%	4,01%	3,00%	2,38%
Méjico	-1,00%	6,34%	9,77%	5,31%	2,57%	5,20%	2,59%	4,40%
Noruega	-9,09%	5,87%	8,61%	6,71%	3,70%	-0,44%	-7,41%	1,14%
Países Bajos	-3,43%	2,79%	3,94%	1,82%	4,47%	0,34%	2,62%	1,79%
Portugal	-0,52%	3,22%	-2,08%	-1,62%	4,89%	2,48%	2,84%	1,32%
Reino Unido	-3,86%	4,91%	3,05%	3,68%	4,90%	4,23%	3,70%	2,94%
República Checa	-0,32%	0,54%	4,30%	1,01%	4,99%	5,94%	4,63%	3,01%
Suecia	-4,45%	5,89%	6,02%	2,96%	2,99%	2,88%	5,11%	3,06%

Fuente: Elaboración propia a partir de World Bank Group (World Bank Group, 2018)

Con respecto al marco temporal, se distinguen dos periodos, calificados como periodo de bonanza y periodo de crisis. En el periodo de bonanza (2002 – 2007) se estudiará la eficiencia innovadora de los países en el uso de los recursos monetarios de

I+D y en el emprendimiento (variables independientes). En el periodo de crisis (2008 – 2015) se calculan las variaciones del Producto Interior Bruto e IDH (variables dependientes). La razón por la cual, las variables independientes se separan temporalmente de las dependientes se basa en la asunción de que un uso más o menos eficiente de los recursos económicos o de políticas de emprendimiento como fomentadores de la innovación, no tiene un efecto inmediato en el PIB, sino que existe un periodo temporal hasta que esta eficiencia se ve reflejada.

Respecto al periodo de bonanza se estudia comportamiento de los distintos países con respecto de la innovación en el periodo 2002 -2007. La elección del año 2002 como punto de partida, se debe a que la mayor parte de países escogidos para la muestra adoptaron el euro en ese año. De esta manera, se pretende minimizar las distorsiones que se puedan ocasionar por los distintos usos de moneda en la mayoría de los países (a pesar de que algunos tienen moneda propia, se trata de minimizar este factor escogiendo el año 2002 como punto de partida) La elección del extremo superior, el 2007, se debe a que las economías de los países de la muestra, comienzan a decrecer a partir de ese año (año antes del comienzo de la crisis) (World Bank Group, 2019).

Respecto al periodo de crisis, se calcula la media de crecimiento entre los años 2008 y 2015. Se escoge el año 2008, por ser el año de comienzo de la crisis (varios países de la muestra como España o Italia decrecen a partir de este año) (World Bank Group, 2019). La elección del año 2015 se debe a que ese año todos los países han crecido al menos un 1% desde el decrecimiento (World Bank Group, 2019).

3.1.2. Selección de indicadores

Cabe primeramente resaltar la distinción que Pessoa en 2007, siguiendo el Manual de Oslo (OECD, 2005), expone entre innovación y actividades de I+D formales e informales. Las formales son, en palabras de Pessoa, uno de los principales *inputs* de las innovaciones tecnológicas, Por otro lado las actividades de innovación informales, son aquellas alternativas a la tecnología, como el *marketing* o el diseño, que no han sido específicamente planeadas ni presupuestadas y consecuentemente se encuentran más ocultas, pero que también tienen un impacto en el crecimiento de la productividad (Dosi, 1988) (Rosenberg, 1974). Para los propósitos del presente estudio, se utilizarán variables

que estudien las actividades de innovación formales, ya que el propio Pessoa afirma que hay aspectos de la informal que no se pueden determinar sin la existencia de un análisis histórico, mientras que otros autores afirman que la evidencia sistemática de la innovación informal es difícil de medir (Rosenberg, 1974) y muy escasa (Griliches, 1998), siempre teniendo en cuenta que se parte del 2002 como base temporal.

Considerando “actividades de innovación “en su versión meramente formal, el objetivo del presente proyecto es determinar la relación entre I+D e innovación y entre emprendimiento e innovación en los años precedentes a la crisis económica del 2008 (2002- 2007) para determinar de esta manera la eficiencia innovadora de cada país, observando posteriormente cómo dichas relaciones afectan al crecimiento económico (*inputs de la innovación*) medio y al desarrollo medio durante los años 2008 y 2015.

Como medidores de actividad innovadora formal, se emplearán tres variables:

- **La inversión en I+D**, se incluye como variable en base al tratamiento que el manual de Oslo de la OCDE (OECD/EUROSTAT, 2018) le otorga como actividad innovadora, y en base a los estudios que lo sitúan como uno de los inputs más importantes para la innovación como Laestadius en 2003, o Evangelista y STEP (Smith, 2005), que afirman en 1997 que la inversión en I+D (en términos monetarios si absolutos y porcentuales si relativos) es el *input* de innovación más importante. Se utilizarán dos indicadores para su medición: (BERD, GBARD):
 - **BERD (Business Expenditure on R&D)**: Parte del GERD ⁸ y se define como la parte de todos los gastos del país en I+D que se han generado dentro del tejido empresarial del mismo, incluyendo el sector gubernamental, expresados en términos absolutos monetarios (OECD, 2015). Se justifica su uso en base a su utilidad para realizar comparaciones entre industrias de distintos países (Smith, 2005). Adicionalmente, las inversiones en investigación en el sector industrial, son uno de los elementos de las actividades innovadoras definidas por la OCDE (OECD/EUROSTAT, 2018).

⁸ Inversión monetaria y en capital en I+D llevada a cabo por compañías, institutos de investigación, universidad, laboratorios... en un país y expresado en términos absolutos monetarios (OCDE, 2019; Frascati Manual, 2015).

- **GBARD (Government Budget Allocations for R&D) NETO DE GUF (General University Funds):** Es la parte de los presupuestos del Estado que se destina a I+D. Se cuantifica en unidades monetarias absolutas. Para los propósitos de este proyecto, se emplea el GBARD neto de fondos generales universitarios (GUF), pues la inversión en I+D llevada a cabo por universidades no se especifica en el Manual de Oslo como *Innovation Activity*, al no incluirse las universidades en el *Business Enterprise Sector* (OECD/EUROSTAT, 2018).

El Manual de Oslo también distingue entre las ONGs incluidas dentro del *Business Sector*, y aquellas no incluidas en el mismo⁹. Al no incluirse en el *Business Sector*, las actividades de I+D llevadas a cabo en las segundas no podrían ser catalogadas como *Innovation Activities*. La base de datos de la OCDE no permite saber qué parte de los presupuestos va destinada a estas ONG, lo que induce a un error en el uso del GBARD. Sin embargo se asume que el error es mínimo, y que la información que se obtiene utilizando el GBARD neto de GUF es más clarificadora y exhaustiva que la distorsión generada por la falta de distinción de las ONGs no consideradas como *Business Sector*.

El uso del GBARD neto de GUF y del BERD, permiten conocer las inversiones en I+D tanto de empresas como de gobiernos en cada país. Indicadores como el GERD o el GERD/R&D se descartan en base a la amplitud de los elementos que miden.

- **El emprendimiento y variables institucionales.** El emprendimiento, (comprendido como *input* de innovación en base a la teoría schumpeteriana basada en la idea de que el emprendedor es fuente de innovación (Schumpeter & Arrate, 1976) (Schumpeter, 2003), se medirá por medio del puntaje obtenido para cada país en el *Total Early Stage Enterpreneurship Activity* elaborado por el *Global Enterpreneurship Monitor* a partir del *Adult Population Survey*. Las variables institucionales se medirán por medio del puntaje obtenido para cada país en el *Entrepreneurial Framework Conditions*, que utiliza distintos indicadores previamente expuestos para medir el contexto en el que

⁹ El Manual afirma, afirma que la parte que se destina a estas ONGs varía dependiendo de las políticas presupuestarias de cada país, sin que existan por tanto un criterio homogéneo de qué ONGs se comprenden en esta categoría (OECD/EUROSTAT, 2018).

se desarrollan las actividades emprendedoras a partir del *National Expert Survey*. A cada país se le asocia una puntuación entre 0 y 10 en cada una de las mencionadas variables

Se descarta el *Global Entrepreneurship Index* (GEINDEX) por dos razones, primero porque el propio GEINDEX se basa en el *Total Entrepreneurship Activity* (TEA), y segundo por su discordancia temporal con el presente estudio. El uso de las variables institucionales elaboradas por el *Global Entrepreneurship Monitor* se justifica en base a la coherencia en el uso de los datos (ambos, TEA y las variables institucionales son desarrolladas por el mismo organismo, siguiendo procedimientos de encuestas de manera similar) y por su focalización en aquellos elementos que estrictamente afectan al emprendimiento, en contraste con otros indicadores como el *Global Competitiveness Index* o el *World Bank Doing Business*, que incluyen factores económicos generales (Global Entrepreneurship Research Association, 2019):

- **Número de patentes:** El uso del número de patentes como indicador de la variable “innovación”, se justifica en base como autores como Smith en 2005, o Pessoa en 2007, que afirma que las patentes son el mejor indicador para medir la innovación, debido a una serie de características propias de las misma (Pessoa, 2007):

Patent does correspond to a minimal amount of invention that has passed both the trial of the investment of effort and resources by the inventor and his institute or firm into the development of this idea, product or process, and the examination of the patent office. Consequent to this examination, a patent is only granted if three conditions are simultaneously fulfilled: i) industrial applicability — the invention must be of practical use; ii) inventive step — the invention must not be merely deduced by a person with average knowledge of the technical field; iii) novelty, that is, the invention must show some new characteristic which is not known in the bulk of existing knowledge in its technical field.

Una vez seleccionadas el número de patentes como medidores de innovación, se especifica el tipo de patentes según la sub – clasificación presentada por la OCDE en su base de datos:

- ✓ **Según la oficina de patentes y las familias de patentes:** Se aplican las patentes registradas e inicialmente concedidas¹⁰ en las oficinas europeas y americana. Las patentes concedidas se eligen sobre las aplicaciones de patentes al ser las primeras un estado más avanzado en el proceso legal de registro (EPO, 2019) (UPSTO, 2019). La elección de las oficinas europeas y americanas se debe a su disponibilidad y a que son las únicas dos que publica individualmente la OCDE (OECD, 2019). Para reducir el error que puede ocasionar el registro de una misma patente en ambas oficinas, se sustraen las patentes pertenecientes a la *Triadic Family*¹¹

- ✓ **Según el país de referencia:** La OCDE ofrece datos de patentes según el país de residencia del individuo u institución que realiza la aplicación¹² o el país de residencia del inventor, mostrando su preferencia por este último como medidor de innovación (OECD, 2019). Por esta razón, se aplican datos según el país de referencia del inventor.

- ✓ **Según la fecha de referencia:** La OCDE distingue entre *priority date* (la más cercana a la fecha de la invención y primera protección concedida de la misma), *application date* (introduce una diferencia temporal de un año entre invenciones nacionales y residentes en su contabilización) y *grant date* (incluye el tiempo dedicado a trámites administrativos hasta que la patente es concedida formalmente) (OECD, 2019). La OCDE afirma que la medición de la actividad inventiva debe aplicarse la *priority date* (OECD, 2019), por lo que será la utilizada en este proyecto.

- **Ratios de conversión o de eficiencia:** Los ratios de conversión, de elaboración personal, son ratios de eficiencia, que se basan en el hecho de que un mayor inversión monetaria en I+D o una mayor calificación como país emprendedor (emprendimiento e instituciones) no tiene por qué suponer una mayor producción de *ítems* de

¹⁰ Aquellas a las que se les otorga una primera protección.

¹¹ Aquellas patentes registradas en la EPO, la Japan Patent Office (JPO) y la UPSTO (OECD, 2019). La sustracción de estas patentes evitará una doble contabilización de las patentes registradas en las oficinas europea y americana, si bien no se eliminarían aquellas registradas solamente en la europea y en la americana (OECD, 2019)

¹² Registra aquellas patentes de acuerdo a la nacionalidad de la empresa o gobierno que realiza la aplicación, independientemente del lugar donde estén situados sus centros de investigación (OECD, 2019)

innovación, tal y como muestran países como España respecto a Holanda para el primer caso (Tabla 2) o Australia respecto a Austria y Bélgica para el segundo caso (Tabla 3). Con estos ratios, se afirma que a la hora de innovar, no importan tanto las unidades monetarias que se invierten o la puntuación en emprendimiento que se obtenga, como la traducción de esa inversión monetaria y de ese puntaje en *ítems* de innovación. En otras palabras, la innovación no depende tanto de la acumulación absoluta de unidades monetarias o de puntos de emprendimiento sino del uso de esas unidades monetarias y ese emprendimiento. A este respecto, los dos ratios a utilizar son:

- ✓ **Ratio de conversión de I+D (RCID)** → Se define el ratio de conversión de I+D (RCID) como aquél que relaciona la media¹³ de las inversiones en I+D llevadas a cabo por la industria y el gobierno de un país en el periodo 2002 – 2007, catalogadas como *Innovation Activities* por el Manual de Oslo de la OCDE¹⁴ con el número de patentes registradas en un país en ese mismo periodo de tiempo. Es un ratio de eficiencia que permite ver como la inversión en I+D se transforma en mayor o menor medida en *ítems* de innovación, es decir, cuánta inversión es necesaria para obtener una patente. Con el objetivo de armonizar los datos, se calcula el ratio en dólares, aplicando el tipo de cambio de 2010 y ajustado por la paridad del poder adquisitivo (PPP)¹⁵. (Cassel, 1918).

El RCID se configura, para cada país como:

¹³ En algunos países no hay disponibilidad de datos en algunos años. Para no favorecer más a aquellos países que publican más dato calculando tasas de variación entre años extremos o suma de unidades totales, se opta por calcular una media de inversión en años.

¹⁴ a excepción de ciertas ONG no clasificadas como *Business Sector*

¹⁵ Desarrollada a principios del siglo XX por Gustav Cassel, se basaba en la idea de que debía existir paridad en el poder adquisitivo a la hora de adquirir dos productos en distintos países por los efectos del tipo de cambio y las leyes de la oferta y la demanda (un producto más barato en un país, sería más demandado, luego su moneda se apreciaría con respecto a aquella del país cuyo producto es más caro. El poder adquisitivo sería el mismo, pues lo que se obtiene vía precio se obtiene vía tipo de cambio y viceversa.

$$RCID_x = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (BERD)}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n (GBARD^*)}{n}}{\frac{\sum_{i=1}^n (P)}{n}}$$

Donde:

- RCID es el ratio de conversión de I+D que queda expresado en millones de dólares.
- x es cualquier país de la muestra.
- n es el número de observaciones disponibles entre 2002 y 2007, el número de años entre 2002 y 2007 en los que figuran datos.
- BERD es el *Business Expense in Research and Development* expresado en dólares al tipo de cambio de 2010 y ajustado por la PPP.
- GBARD* es el *Government Budget Allocation in Research and Development* ajustado por *General University Funds* (GUF).
- P es el número de patentes

Suecia y Países Bajos muestran los RCID más bajo, señal de eficiencia en sus inversiones de I+D. Es decir, estos países necesitan menos de cuatro millones de inversión en I+D para generar un ítem de innovación o patente. Por el contrario, los países con las mayores RCID son Letonia y Eslovenia, y por tanto los menos eficientes. La media se sitúa en 12, 42 una vez eliminados los dos valores más altos y los dos valores más bajos (para eliminar distorsiones) es de 12, 42 millones de euros para generar una patente. El gráfico 1 ordena los países por eficiencia y establece la media.

- ✓ **Ratio de conversión de emprendimiento** → Se define ratio de conversión de emprendimiento como el promedio de la media del puntaje obtenido en el TEA entre 2002 y 2007 y de la media de las variables institucionales, dividido entre el número de patentes y multiplicado por 1000¹⁶. A cada variable institucional, se le

¹⁶ Debido a la diferencia cuantitativa entre el número de patentes y el puntaje, la expresión en términos de miles facilita la visualización de los datos.

asigna el mismo peso, por simplificación¹⁷. Es un ratio de eficiencia que permite analizar cuánta puntuación necesita alcanzar un determinado país en materia de emprendimiento para obtener un ítem de innovación, siendo los países con menor RCE los más eficientes (necesitan de menos puntos para obtener ítems de innovación).

El RCE se configura para cada país como:

$$RCE_x = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (TEA)}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n (Vi)}{n}}{2} \times \frac{1}{\frac{\sum_{i=1}^n (P)}{n}}$$

Donde:

- RCE es el ratio de conversión de emprendimiento que queda expresado en puntos.
- x es cualquier país de la muestra.
- n es el número de observaciones disponibles entre 2002 y 2007 para cada elemento.
- TEA es el puntaje obtenido en el *Total Entrepreneurship Monitor* expresado en puntos.
- Vi son las variables institucionales obtenidas por el *Global Entrepreneurship monitor*
- P es el número de patentes.

Francia y Japón ostentan los ratios de conversión más bajos, con 0,52 y 0,07 respectivamente (Gráfico 2), lo que implica que necesitan poca puntuación para obtener un ítem de innovación. En otras palabras, por cada punto de emprendimiento que obtienen estos dos países, son capaces de producir más ítems de innovación, lo

¹⁷ Se reconoce sin embargo que en distintos países puede haber variables institucionales que afecten más que otras.

que demuestra la eficiencia con respecto a la variable “emprendimiento”. En el extremo opuesto se encuentran Islandia y Letonia, que son los que menos *ítems* de innovación son capaces de obtener por cada punto de emprendimiento (Gráfico 2)

Por su parte, para la medición del crecimiento y del desarrollo se utilizarán:

- **Media de crecimiento PIB:** El bienestar social que el PIB no capturaba y que ha supuesto la mayor crítica al PIB, no se incluye en esta definición. Dicho bienestar social empezó a ser captado o a integrarse en el concepto de desarrollo, que se despegaría del crecimiento al que tradicionalmente había estado unido (Harrod, 1939) (Domar, 1946). Esto implica que, a pesar de las críticas, el entendimiento del crecimiento económico como un espectro distinto al bienestar social, otorga validez al PIB como indicador. Por tanto, el crecimiento se medirá a través del Producto Interior Bruto de Kuznets debido a su validez para medir el crecimiento económico definido en los términos de Case, Fair y Oster (2012), su utilidad como indicador comparativo entre distintos países, y su condición de indicador de referencia por gobiernos, empresas, mercados...expuesto anteriormente por críticos como van den Berg (2008). Se apuesta por utilizar el PIB dado que variantes del mismo como el PIB *per cápita* ya se incluyen en el IDH y porque se pretende comparar el crecimiento entre países, no el poder adquisitivo o la renta personal. Dado que se pretende estudiar un intervalo temporal, se utilizará la media de crecimiento del periodo denominado “crisis”. El objetivo es reducir al máximo posible el error que pueda generar años de crecimiento especialmente alto por razones extraordinarias¹⁸.
- **Variación del IDH (Índice de Desarrollo Humano):** Se emplea el IDH original debido por un lado, a su vocación de medir el desarrollo de manera general, en contraste con los índices relativos a la pobreza y al género, que se focalizan en una parte parcial del desarrollo, tal y como se ha expuesto. En segundo lugar, se elige el IDH original debida a la escasa disponibilidad de otros indicadores como el IDHAD, en el marco temporal aplicado en el presente estudio (2008 y 2015) Finalmente, el IDHAD de Hicks se descarta por la dificultad de aplicar los cálculos del índice de

¹⁸ Por ejemplo, durante el año 2015, Irlanda experimentó un crecimiento superior al 20% (World Bank Group, 2019), impulsado por las empresas extranjeras que se trasladaron allí para beneficiarse del régimen fiscal. Economistas como Paul Krugman calificó la estimación como “la economía de los duendes” (BBC Mundo, 2016).

GINI a los elementos de alfabetización y esperanza de vida. Al aplicarse sobre un intervalo de años, se aplica una tasa de variación entre los años extremos (2008 y 2015), expresando el IDH en términos relativos como “variación del IDH”

Los datos de inversión en I+D (BERD) y los datos del número de patentes por países, se ha obtenido de la base de datos de la OCDE (OCDE, 2019). Los índices de emprendimiento han obtenido de las base de la OCDE y del Global Entrepreneurship Monitor (OCDE, 2019) (Global Entrepreneurship Research Association, 2019). Por otro lado, los datos relativos al PIB y al IDH se obtienen del World Bank Data (World Bank Group, 2019).

3.2. Desarrollo numérico

Las tablas 2, 3, 4 y 5 muestran los distintos indicadores para cada uno de los países (RCID, RCE, PIB e IDH), así como los componentes que lo forman.

Tabla 2: Ratio de Conversión de I+D - RCID (2002 - 2007)

País	BERD	GBARD*	Patentes	RCID
Australia	8.434,67	3.007,04	1.299,8	8,80
Austria	5.188,12	788,09	1.282,8	4,66
Bélgica	4.960,67	1.942,13	1.054,6	6,55
Canadá	14.073,18	5.197,64	5.133,7	3,75
Corea	24.372,87	9.758,66	10.454,4	3,26
Dinamarca	3.860,88	1.009,79	911,2	5,35
Eslovenia	8.358,00	271,73	72,2	119,53
España	9.151,55	6.697,80	750,9	21,11
Finlandia	4.667,61	1.401,31	1.329,2	4,57
Francia	29.257,97	14.788,01	6.412,2	6,87
Grecia	538,83	475,57	63,8	15,90
Hungría	850,51	733,01	104,6	15,14
Irlanda	1.404,84	524,45	295,7	6,52
Islandia	164,02	69,34	37,2	6,28
Italia	10.783,37	7.997,47	3.599,8	5,22
Japón	104.865,09	19.815,51	35.398,9	3,52
Letonia	1.945,21	79,10	5,7	354,96
Méjico	6.446,63	2.128,35	116,7	73,46
Noruega	1.002,85	1.174,55	463,0	4,70
Países Bajos	2.154,06	2.478,24	1.685,9	2,75
Portugal	266,45	495,49	47,7	15,96
Reino Unido	21.760,63	10.773,64	5.016,8	6,49
República Checa	1.811,08	998,71	116,0	24,22
Suecia	1.864,61	1.598,49	2.014,7	1,72

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE (2019)

Tabla 3: Ratio de Conversión de emprendimiento - RCE (2002 - 2007)

Pais	Media TEA	Media instituciones	Patentes	RCE
Australia	11,20	2,86	1.299,8	5,41
Austria	3,86	2,97	1.282,8	2,66
Bélgica	3,35	2,85	1.054,6	2,94
Canadá	8,61	3,12	5.133,7	1,14
Corea	14,52	2,72	10.454,4	0,82
Dinamarca	5,52	2,85	911,2	4,60
Eslovenia	4,18	2,51	72,2	46,30
España	6,16	2,74	750,9	5,92
Finlandia	4,81	3,06	1.329,2	2,96
Francia	3,95	2,78	6.412,2	0,52
Grecia	6,53	2,59	63,8	71,52
Hungría	5,12	2,49	104,6	36,39
Irlanda	8,39	3,01	295,7	19,27
Islandia	11,56	3,10	37,2	197,22
Italia	4,43	2,50	3.599,8	0,96
Japón	2,56	2,43	35.398,9	0,07
Letonia	5,88	2,70	5,7	752,42
Méjico	7,86	2,61	116,7	44,85
Noruega	7,84	2,76	463,0	11,44
Países Bajos	4,70	2,85	1.685,9	2,24
Portugal	6,32	2,46	47,7	91,88
Reino Unido	5,91	2,87	5.016,8	0,87
República Checa	7,85	2,64	116,0	45,21
Suecia	3,90	2,52	2.014,7	1,59

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE (2019)

Tabla 4: Variaciones anuales del PIB (2008 - 2015)

Pais	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Media
Australia	9,81%	-0,91%	8,20%	3,84%	9,06%	3,65%	0,12%	4,83%
Austria	-0,68%	2,88%	6,18%	4,99%	3,76%	2,63%	3,36%	3,30%
Bélgica	0,48%	6,34%	4,43%	3,43%	3,25%	2,73%	2,79%	3,35%
Canadá	-2,57%	4,28%	4,91%	2,60%	5,85%	4,34%	-1,63%	2,54%
Corea	-0,64%	7,74%	3,64%	3,32%	2,08%	3,63%	7,03%	3,83%
Dinamarca	-1,75%	7,07%	3,69%	1,28%	4,73%	3,03%	3,14%	3,03%
Eslovenia	-6,41%	1,40%	4,06%	0,54%	3,24%	3,65%	2,57%	1,29%
España	-2,34%	-0,99%	0,81%	-0,18%	1,59%	3,08%	3,83%	0,83%
Finlandia	-4,90%	2,87%	5,51%	0,32%	2,13%	0,84%	2,15%	1,27%
Francia	-0,66%	4,02%	4,80%	1,13%	5,44%	2,05%	2,15%	2,70%
Grecia	-1,33%	-7,18%	-7,27%	-3,80%	2,47%	2,15%	-0,42%	-2,20%
Hungría	-0,28%	4,04%	5,77%	0,59%	5,64%	4,03%	3,04%	3,26%
Irlanda	-5,05%	4,58%	4,25%	3,43%	4,19%	7,51%	35,99%	7,84%
Islandia	-3,22%	-4,09%	3,32%	3,39%	6,32%	4,68%	7,71%	2,59%
Italia	-2,07%	1,74%	4,00%	-0,03%	0,87%	0,75%	2,02%	1,04%
Japan	-4,61%	5,41%	2,06%	3,79%	4,64%	0,39%	3,13%	2,12%
Letonia	-14,60%	1,93%	10,58%	6,16%	5,56%	4,01%	3,00%	2,38%
Méjico	-1,00%	6,34%	9,77%	5,31%	2,57%	5,20%	2,59%	4,40%
Noruega	-9,09%	5,87%	8,61%	6,71%	3,70%	-0,44%	-7,41%	1,14%
Países Bajos	-3,43%	2,79%	3,94%	1,82%	4,47%	0,34%	2,62%	1,79%
Portugal	-0,52%	3,22%	-2,08%	-1,62%	4,89%	2,48%	2,84%	1,32%
Reino Unido	-3,86%	4,91%	3,05%	3,68%	4,90%	4,23%	3,70%	2,94%
República Checa	-0,32%	0,54%	4,30%	1,01%	4,99%	5,94%	4,63%	3,01%
Suecia	-4,45%	5,89%	6,02%	2,96%	2,99%	2,88%	5,11%	3,06%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2019)

Tabla 5: Variaciones anuales del IDH (2008 - 2015)

Pais	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Media
Australia	0,11%	0,22%	0,22%	0,43%	0,22%	0,21%	0,32%	0,25%
Austria	0,23%	1,02%	0,22%	0,22%	-0,22%	0,45%	0,22%	0,30%
Bélgica	0,00%	0,44%	0,11%	0,11%	0,33%	0,11%	0,44%	0,22%
Canadá	0,00%	0,33%	0,33%	0,33%	0,33%	0,77%	0,22%	0,33%
Corea	-0,57%	1,73%	0,45%	0,23%	0,34%	0,34%	0,22%	0,39%
Dinamarca	-0,33%	0,44%	1,32%	0,22%	0,76%	-0,32%	-0,22%	0,27%
Eslovenia	0,00%	0,46%	0,23%	-0,79%	0,91%	0,23%	0,23%	0,18%
España	0,23%	0,82%	0,58%	0,34%	0,23%	0,57%	0,57%	0,48%
Finlandia	-0,55%	0,44%	0,44%	0,11%	0,44%	0,22%	0,11%	0,17%
Francia	0,00%	0,46%	0,23%	0,23%	0,34%	0,56%	0,45%	0,32%
Grecia	0,12%	-0,23%	-0,47%	0,23%	0,23%	0,93%	0,23%	0,15%
Hungría	0,00%	0,61%	0,49%	0,36%	0,60%	-0,24%	0,12%	0,28%
Irlanda	-0,22%	0,33%	-1,54%	0,78%	1,00%	1,10%	0,87%	0,33%
Islandia	0,00%	0,11%	1,12%	0,89%	1,21%	0,54%	0,22%	0,58%
Italia	0,00%	0,23%	0,57%	-0,11%	0,23%	-0,23%	0,23%	0,13%
Japón	-0,11%	0,57%	0,56%	0,56%	0,45%	0,44%	0,22%	0,38%
Letonia	-0,37%	-0,24%	0,61%	0,37%	1,09%	0,60%	0,36%	0,35%
Méjico	0,13%	0,00%	1,08%	0,80%	-0,13%	0,66%	0,79%	0,48%
Noruega	0,00%	0,43%	0,11%	-0,11%	0,42%	0,00%	0,21%	0,15%
Portugal	0,37%	0,61%	0,49%	0,36%	0,97%	0,24%	0,36%	0,48%
Reino Unido	0,33%	0,67%	-0,66%	-0,11%	1,89%	0,44%	-0,11%	0,35%
Países Bajos	0,00%	0,44%	1,21%	0,00%	0,22%	0,11%	0,22%	0,31%
República Checa	0,35%	0,58%	0,35%	0,00%	1,04%	0,57%	0,34%	0,46%
Suecia	-0,22%	0,67%	0,11%	0,22%	0,44%	0,88%	0,98%	0,44%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE (2019)

Para cumplir el objetivo; analizar si la eficiencia innovadora en términos de uso de la inversión en I+D y si la eficiencia innovadora en términos de puntos de emprendimiento durante la época anterior a la crisis tienen algún efecto en el crecimiento y desarrollo de los países durante la época de recesión (2008-2015) se aplicará un modelo predictivo, utilizando la fórmula de regresión cuadrática simple completado con ejemplos concretos y posteriormente con un análisis de correlación¹⁹. La ecuación de regresión lineal se define de la siguiente forma:

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$$

Donde:

¹⁹ El coeficiente de correlación, desarrollado por Karl Pearson en obras como *Notes on the History of Correlation* (1920) mide la relación comportacional entre dos variables y la proporcionalidad de la misma. En otras palabras, ante el comportamiento de una variable, el coeficiente de correlación determina si otra variable alternativa se mueve en su misma dirección y en qué proporción lo hace (Pearson, 1920).

- Y es la variable dependiente, en nuestro caso, las medias de crecimiento del PIB y del IDH en el periodo de recesión/ crisis (2008-2015).
- α es la ordenada en el origen.
- β es la pendiente de la recta y el parámetro que determina la influencia que la variable dependiente tiene sobre la independiente.
- X es la variable dependiente, en este caso, el RCID y el RCE.
- ε es el error.

Se realizarán cuatro estudios de regresión, que tratarán de analizar:

- La influencia del RCID en el crecimiento medio del PIB, es decir, si el RCID es capaz de explicar parte del crecimiento medio de los países de la muestra durante la época de crisis (Regresión 1).
- La influencia del RCE o capacidad explicativa de este sobre el crecimiento medio del PIB (Regresión 2).
- La influencia del RCID o capacidad explicativa de este sobre el crecimiento medio del IDH (Regresión 3)
- La influencia del RCE o capacidad explicativa de este sobre el crecimiento medio del IDH (Regresión 4).

Se aplica un estudio de hipótesis (Fisher, 1937), definiendo, para todas las regresiones, una hipótesis nula y una hipótesis alternativa definidas como:

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_a: \beta \neq 0$$

La hipótesis nula establece que no existe influencia de las variables dependientes sobre la independiente (por ello asume que el parámetro de influencia es 0). La hipótesis alternativa asume que las variables dependientes sí que tienen influencia sobre las variables independientes (parámetro de influencia distinto de cero). Se

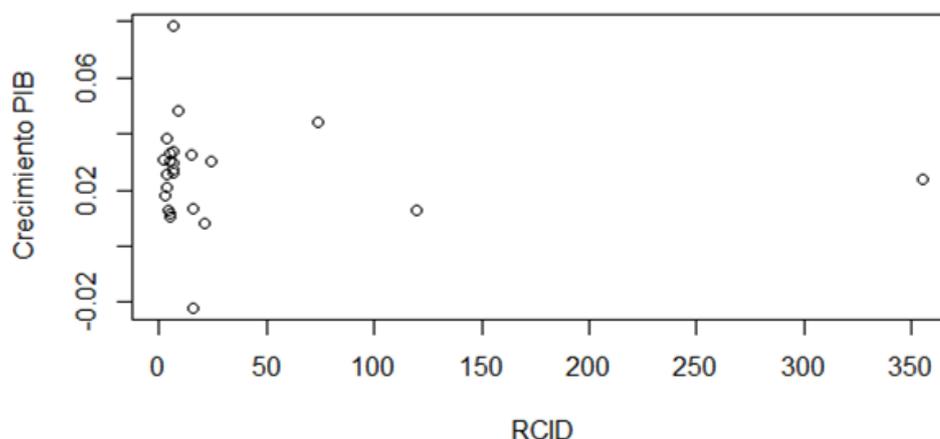
establece asimismo un nivel de significación de 0,05 (P valor $< 0,05^{20}$). Se espera que la beta, en caso de ser distinta de cero, sea negativa, pues se analiza como los países necesitan menores recursos económicos y menos puntos de emprendimiento para obtener un *ítem* de innovación. En otras palabras, innovar lo mismo que el resto, pero con menos recursos.

Cabe destacar que los resultados obtenidos en la regresión no son extrapolables a la población de todos los países, sino que se refieren exclusivamente a la muestra elegida (países de la OCDE que sufrieron en mayor o menor medida los efectos de la crisis) y al periodo elegido (época de bonanza 2002-2007 y recesión posterior 2008-2015).

3.2.1. Regresión 1: PIB – RCID

Se elabora un gráfico de tendencia que relaciona PIB como variable dependiente (Y) y RCID como variable independiente (X) (Gráfico 5a). Dada la amplitud de los datos de RCID, se eliminan los *outliers* identificados²¹ (Eslovenia, Letonia y Méjico) mediante la creación de un diagrama de caja y bigote (Gráfico 5b), dando lugar a un nuevo diagrama de dispersión con línea de tendencia decreciente (Gráfico 5c).

Gráfico 5a. Relaciones PIB – RCID con outliers



²⁰ P value o P valor indica la probabilidad de que se cumpla la hipótesis nula, en nuestro caso, que no exista influencia de las variables independientes sobre la dependiente. Por ello, niveles por debajo de 0,05, implican baja probabilidad de que se cumpla la hipótesis nula, lo que lleva a rechazarla. Por el contrario, niveles altos de P valor, por encima de 0,05, sugieren fuerte evidencia a favor de la hipótesis nula. Es decir, para P valores mayores a 0,05 aceptamos la hipótesis nula. Para valores menores a 0,05, rechazaremos la hipótesis nula (Fisher, 1937)

²¹ La eliminación de los *outliers* en este y en los siguientes casos, se justifica sobre la base de que valores muy extremos podrían restar fiabilidad al análisis.

Gráfico 5b. Diagrama de caja y bigote RCID

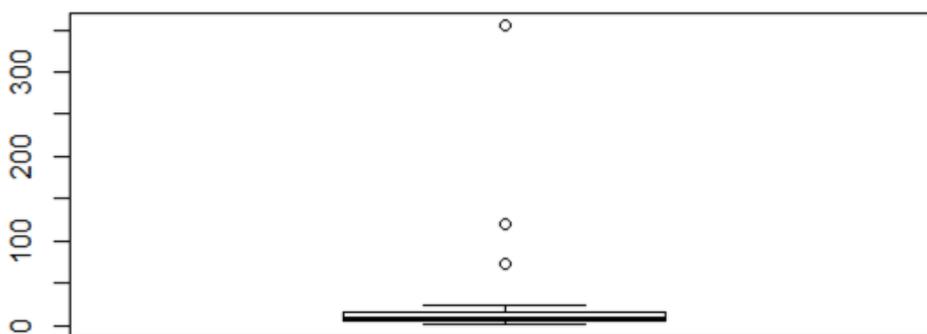
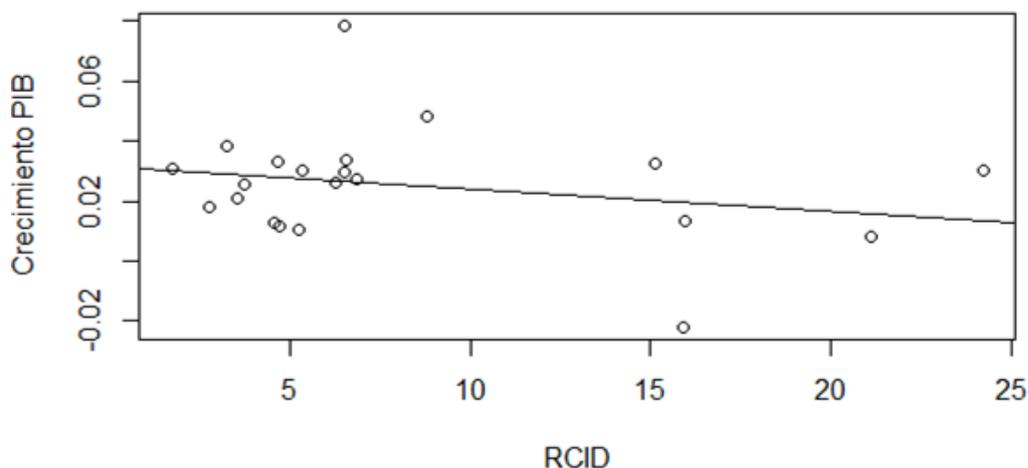


Gráfico 5a. Relaciones PIB – RCID sin outliers



Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión por medio de la herramienta Rstudio, define una beta negativa $\beta = -0,0007414$ y un nivel de significación mayor que 0.05 (P valor = 0,2776). Los datos sugieren que, a pesar de la ligera tendencia negativa que podría inducir a concluir que en efecto los países más eficientes en el aprovechamiento de recursos monetarios son los que más crecen, el nivel de significación no es lo suficientemente pequeño como para rechazar la hipótesis nula. Esto implica que el nivel de eficiencia en el periodo pre-crisis, definido por RCID no tiene efectos en el crecimiento medio de los países en el periodo inmediatamente posterior. En otras palabras, ser eficiente en el uso de recursos económicos a la hora de innovar en la época anterior a la crisis de 2008, no implica necesariamente crecer más de media en el periodo de recesión.

Si se observan los datos de los gráficos 1 y 3, se observa que en efecto, los países, Países Bajos, Japón, Suecia o Corea son los países más eficientes en el uso de recursos económicos destinados a I+D y sin embargo, no son los que más crecen (ocupan los

puestos 17, 16, 8 y 4 respectivamente) (Gráfico 3) los que más crecen de media son Irlanda o Australia, que ocupan los puestos 9 y 11 (Gráfico 1) en eficiencia y respectivamente.

Por tanto, no se descarta la hipótesis nula ($\beta = 0$), lo que implica que ser más eficiente en el uso de los recursos económicos a la hora de invertir no implica un mayor crecimiento para la muestra y el intervalo temporal dados.

3.2.2. Regresión 2: RCE – PIB

Se elabora un gráfico de nube de puntos que relaciona la variable explicada PIB y la variable explicadora RCE (Gráfico 6a). Al igual que en la regresión anterior, se identifican los *outliers* de RCE (Letonia y Méjico) con un diagrama de caja y bigote (Gráfico 6b) y se establece un nuevo gráfico de dispersión sin outliers con línea de tendencia de pendiente negativa (Gráfico 6c).

Gráfico 6a. Relaciones PIB – RCE con outliers

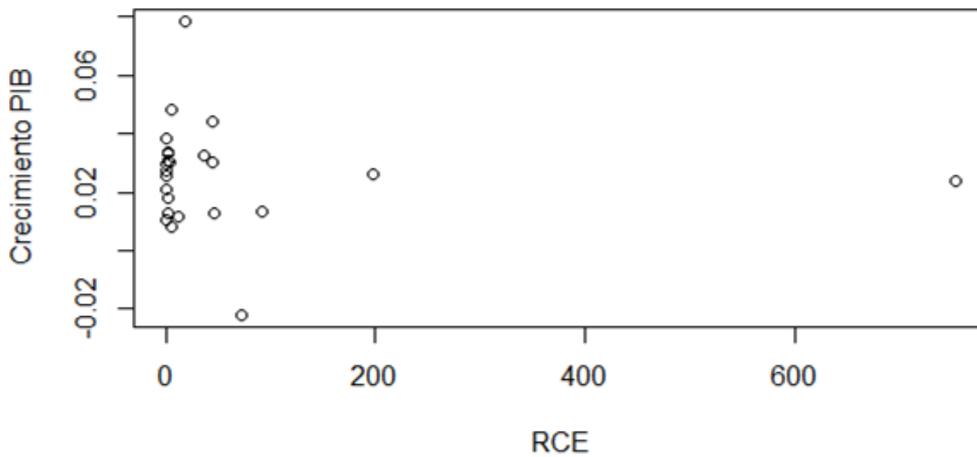


Gráfico 6b. Diagrama de caja y bigote RCE

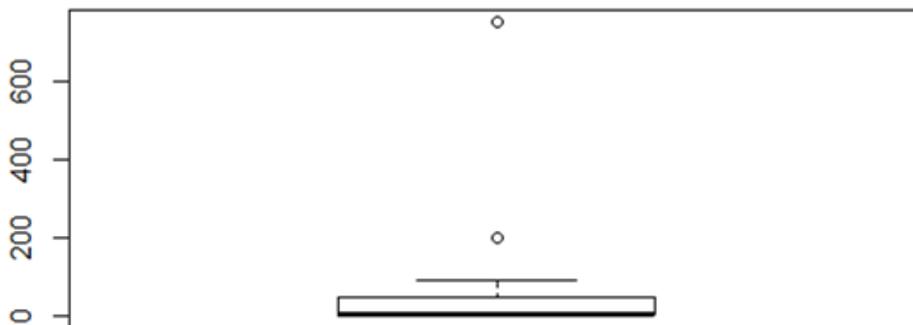
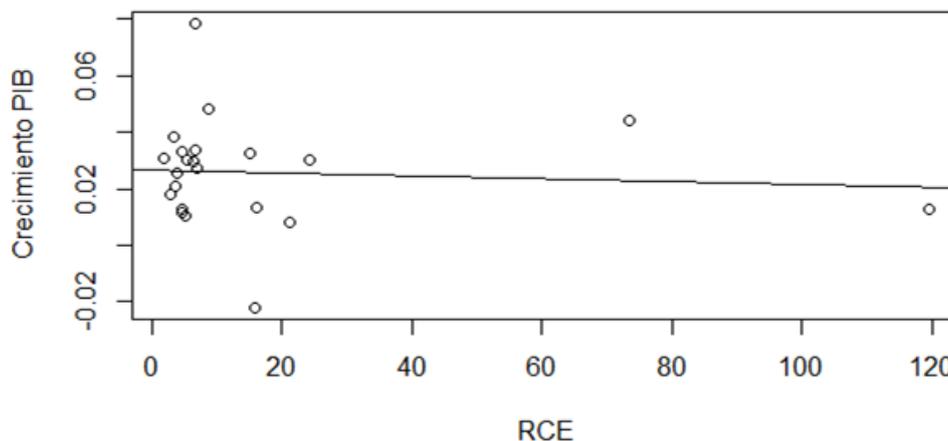


Gráfico 6c. Relaciones PIB – RCE sin outliers



Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión sin outliers establece un parámetro de influencia $\beta = -0,00005212$ (visible en la línea de regresión del Gráfico 6c) y un nivel de significación P valor = 0,7383. Al igual que en el caso anterior, al ser el P valor $> 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula, concluyendo de esta manera que para la muestra sin outliers y en el periodo dado, la eficiencia medida en puntos de emprendimiento durante el periodo de bonanza económica 2002-2007 no influye en el crecimiento en el periodo económico posterior.

Trasladándolo a países de manera concreta, Francia y Japón son los países con mayor eficiencia en términos de emprendimiento (Gráfico 2) y sin embargo ocupan los puestos 12 y 16 en media de crecimiento en el periodo dado respectivamente (Gráfico 3). Por su parte, Australia y Suecia (los países que más crecen), se sitúan en los puestos 7 y 13 en eficiencia en términos de emprendimiento con respecto a la innovación (Gráfico 2)

Una vez más, no se rechaza la hipótesis nula ($\beta = 0$). El análisis muestra que los países más eficientes en términos de emprendimiento no fueron los que más crecieron atendiendo a la muestra y el periodo analizados.

3.2.3. Regresión 3: RCID - IDH

Se elaboran dos gráficos de nube de puntos, uno con *outliers* de RCID y otro sin *outliers* de RCID (Gráfico 7a y 7b) y se realiza el análisis con RCID actuando de variable explicadora y la media del Índice de Desarrollo Humano (2008-2015) actuando como

variable explicada. Se obtiene una línea de regresión (Gráfico 7b) con β positiva ($\beta = 0,00004987$), lo que significaría que los países menos eficientes en el uso de recursos monetarios en I+D son los que más crecen en desarrollo. Sin embargo, se obtiene de nuevo un P valor $> 0,05$ (P valor = 0,261). No se rechaza la hipótesis nula y por tanto se concluye que la eficiencia en inversión en I+D no afecta a la evolución del Índice de Desarrollo Humano para el periodo y la muestra determinadas.

Gráfico 7a. Relaciones IDH – RCE con outliers

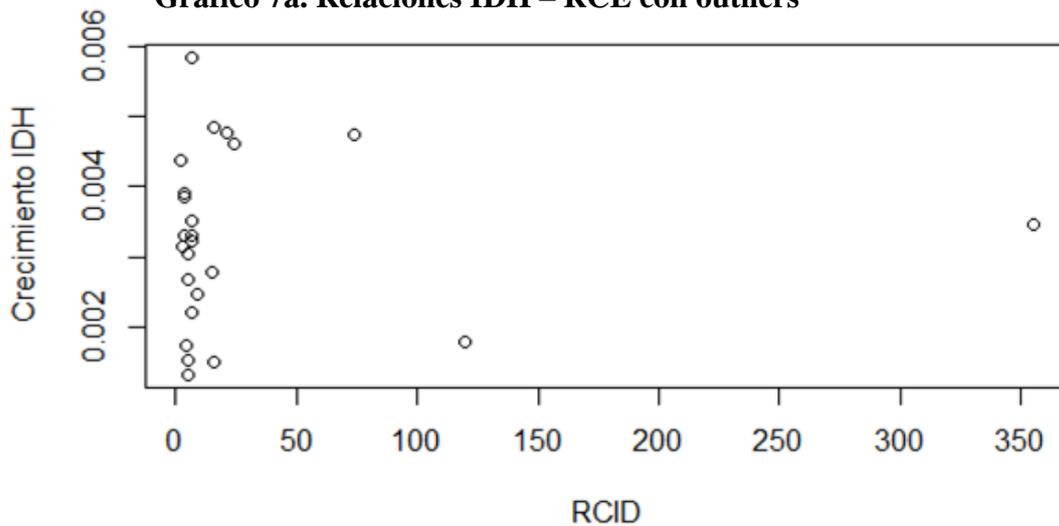
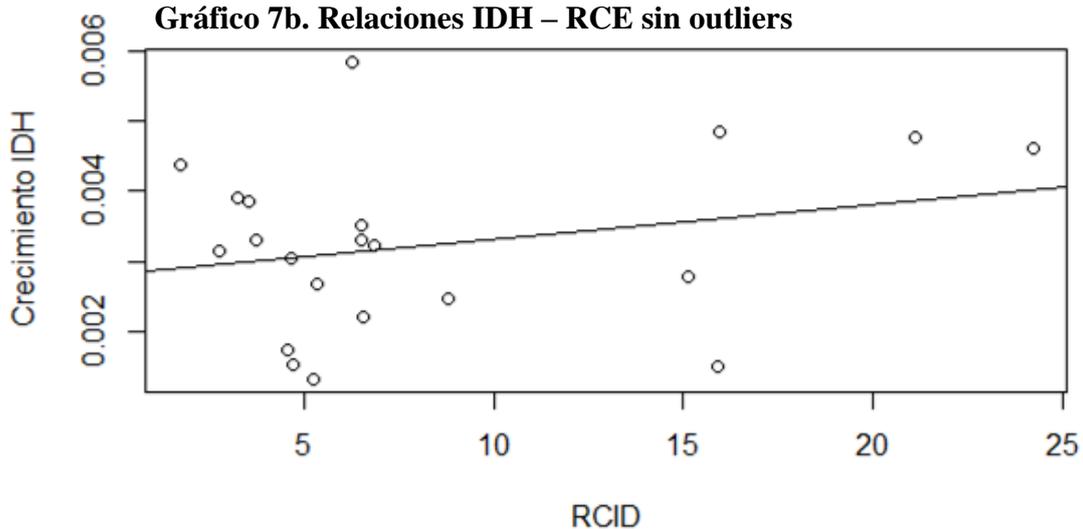


Gráfico 7b. Relaciones IDH – RCE sin outliers



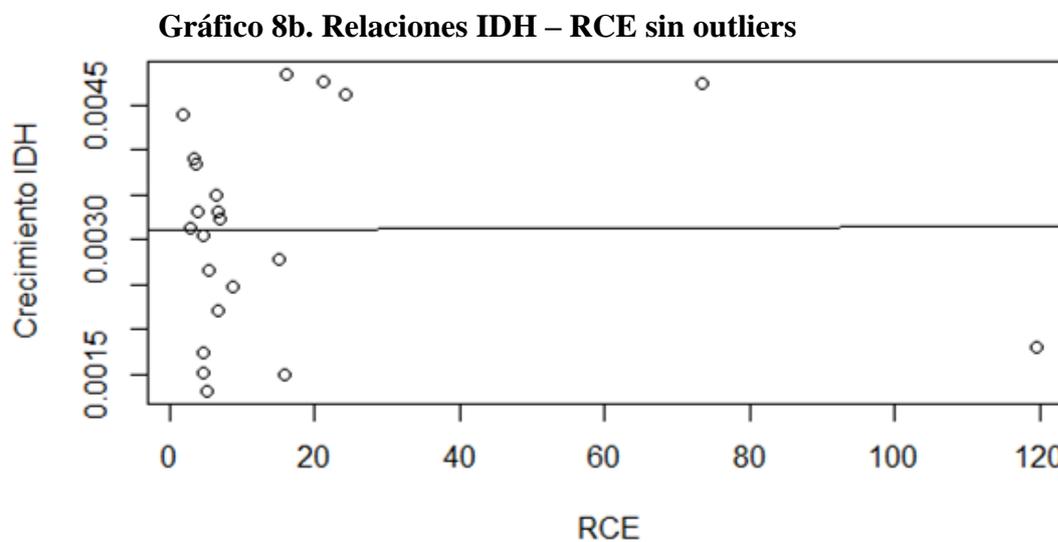
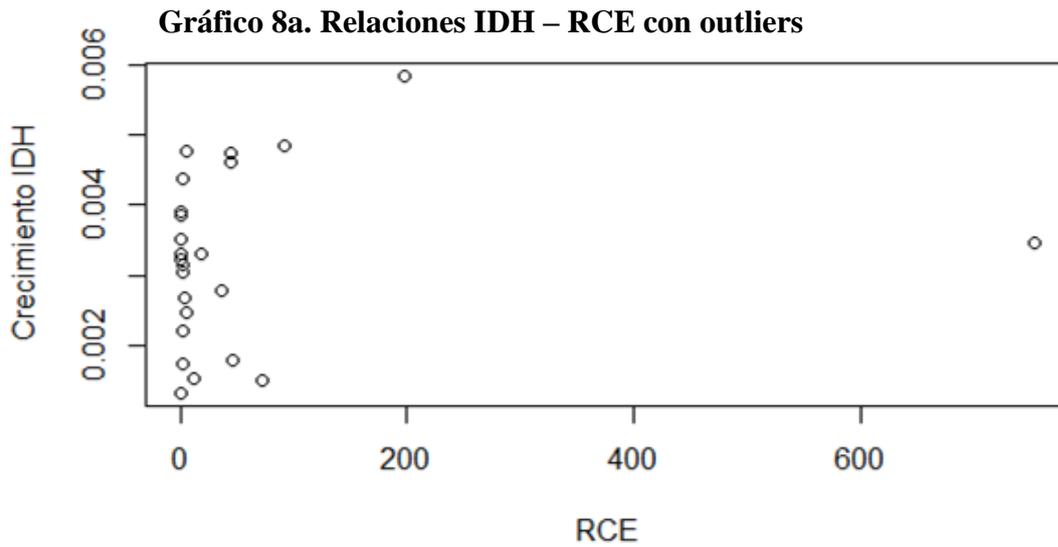
Fuente: Elaboración propia

La inexistencia de una relación entre eficiencia en I+D y crecimiento en IDH para la muestra y el periodo dados, también se puede observar en la comparativa de los Gráficos 1 y 4. Países Bajos y Suecia son los países con menores datos de RCID (mayor eficiencia) (Gráfico 1) y ocupan los puestos 6 y 14 en crecimiento medio de IDH en el periodo 2008 – 2015 (Gráfico 4). De la misma manera, Portugal y España son los países con mayor crecimiento en términos de I+D (Gráfico 4) y ocupan los puestos 18 y 19 respectivamente en eficiencia en el uso de recursos económicos destinados a la innovación (Gráfico 1).

No se rechaza la hipótesis nula ($\beta = 0$), y se concluye por tanto, que para la muestra y el periodo dado, una mayor eficiencia en el uso de recursos económicos de I+D en relación a la innovación no se traduce necesariamente en una mejora en el desarrollo humano.

3.2.4. Regresión 4: RCE – IDH

Se elaboran dos gráficos de nube de puntos, el primero con *outliers* de RCE (Méjico e Islandia, Gráfico 8a) y el segundo sin *outliers* de RCE (Gráfico 8b). Se establece RCE como variable independiente explicadora y el IDH como variable dependiente. La línea de regresión (Gráfico 8b) se define con una $\beta = 2,503e-7$ y un nivel de significación P valor = 0,9787, mayor que 0,05. No se rechaza la hipótesis nula, y por lo tanto se concluye que no existe relación entre eficiencia emprendedora y una mayor crecimiento en IDH para la muestra y el periodo dados. En otras palabras, conseguir un *ítem* de innovación necesitando menos puntos de emprendimiento tampoco supone un mayor crecimiento en términos de desarrollo, para la muestra determinada y en el periodo estudiado.



Fuente: Elaboración propia

En términos concretos, los países con menos puntos de emprendimiento por cada ítem de innovación (los más eficientes), son Francia Japón y Corea (Gráfico 2) y sin embargo ocupan los puestos 13, 8 y 7 respectivamente en crecimiento medio de IDH en el periodo estudiado (Gráfico 4). Por su parte, Portugal y España, los países con mayor crecimiento en IDH en el periodo estudiado (Gráfico 4), ocupan los puestos 22 y 14 en eficiencia emprendedora (Gráfico 2).

Una vez más, se establece una relación nula entre variable explicativa y variable explicada ($\beta = 0$), concluyendo que los países que obtienen más *ítems* de innovación por cada punto de emprendimiento, no necesariamente aumentan más su desarrollo.

3.2.5. Análisis de correlación

El coeficiente de correlación de Pearson (1920) establece relaciones de comportamiento entre dos variables. Un coeficiente de uno ($r = 1$) es una correlación perfecta que implica que cuando una variable se mueve, la otra lo hace en la misma dirección y proporción. Un coeficiente entre 0 y 1 ($0 < r < 1$), indica que las variables se mueven en la misma dirección pero no en la misma proporción. Un coeficiente de correlación de cero o próximo cero ($r = 0$), implica que no existe relación entre las variables, y que su comportamiento es por tanto, independiente. Correlaciones negativas ($-1 < r < 0$) por su parte, implican relaciones direccionales opuestas entre variables, es decir cuando una variable se mueve en una dirección, la otra lo hace en la opuesta.

Se realiza un análisis de correlación entre todas las variable, que confirma la escasa relación entre las distintas variables estudiadas (Tabla 6). Así, el RCID correlaciona con el PIB en $r = -0,04802646$ y con el IDH en $r = 0,02310307$, ambas muy próximas a 0. Por su parte, el RCE correlaciona con el PIB en $r = -0,06806436$ y con el IDH en $r = 0,16345213$, próximo a cero en el primer caso, y lejos de la correlación perfecta en el segundo, para el periodo y la muestra estudiadas.

Tabla 6: Correlación entre variables

	RCID	RCE	Ctomedio IDH	Ctomedio PIB
RCID	1,00000000	0,91504531	0,02310307	-0,04802646
RCE	0,91504531	1,00000000	0,16345213	-0,06806436
Ctomedio IDH	0,02310307	0,16345213	1,00000000	0,28473919
Ctomedio PIB	-0,04802646	-0,06806436	0,28473919	1,00000000

Fuente: Elaboración propia

Tampoco correlacionan fuertemente crecimiento de PIB medio e IDH medio ($r = 0,2847$), lo que indica que crecimiento y desarrollo en estos países tiene un comportamiento independiente. Esto lleva a reforzar la separación entre ambos conceptos expuesta anteriormente.

Las dos únicas variables que correlacionan más fuertemente son los dos indicadores de emprendimiento; RCID y RCE ($r = 0,91504531$, próxima a 1), lo que indica que los países que son eficientes en el uso de I+D en referencia a la innovación, también lo son en emprendimiento (en términos de nuevas empresas y en términos de variables institucionales). En otras palabras, es muy probable que un país eficiente en el aprovechamiento de unidades monetarias de I+D invertidas, también lo sea en términos de emprendimiento a la hora de innovar.

4. Conclusiones

El presente proyecto partía con el objetivo de analizar si los países eficientes en el uso de los *inputs* de innovación; inversión en I+D y actividad emprendedora durante la época anterior a la crisis económica reciente (2002 – 2007), fueron los que más crecieron de media en el periodo posterior (2008 – 2015). Tras el análisis efectuado, la respuesta resulta ser negativa.

Para llegar a esta conclusión, se analizaron cada uno de las variables esenciales relativas a estudio, crecimiento, desarrollo e innovación, y se eligieron los indicadores más adecuados para la medición de cada uno de ellos.

Se optó por utilizar el PIB como medidor del crecimiento, en base a su condición de indicador de referencia para mercados y países, reconocida incluso por sus mayores críticos (Van Den Bergh, 2008). Más concretamente y con objeto de no favorecer a aquellos países con crecimiento extraordinario mediante el uso del crecimiento total del PIB en el periodo 2008-2015, se empleó la media de crecimiento de PIB en dicho periodo.

Por su parte, el desarrollo se midió por medio del Índice de Desarrollo Humano (IDH) (OCDE, 1990), indicador pionero en la medición de un concepto de desarrollo desvinculado del concepto de crecimiento económico al que tradicionalmente había estado vinculado. Concretamente, se empleó la media de crecimiento de IDH en el periodo de crisis 2008-2015.

Finalmente, se analizó el concepto de innovación, distinguiendo entre *inputs* de innovación e innovación pura o innovación *per se*. Se estudiaron principalmente dos *inputs* de innovación, la Investigación y el Desarrollo que se midieron por medio de la inversión monetaria de empresas (BERD) y del gobierno (GBARD), y el emprendimiento, medido por medio de una serie de indicadores expresados en puntos (TEA e indicadores institucionales del NES) elaborados por el Global Entrepreneurship Research (GER) y que relacionan actividad emprendedora y variables institucionales, respectivamente. Por su parte, la innovación pura se midió por medio del número de patentes, en base a la validez que autores como Pessoa (2007) le otorgan.

Se decidió adoptar un enfoque de eficiencia con respecto a la innovación, relacionando cada uno de los *inputs* de innovación; I+D medida por inversión monetaria y emprendimiento medido por los indicadores del GER, con la innovación *per se*, medida por medio del número de patentes. La razón que explica la adopción de este enfoque, es que los países que más invierten en I+D o los que más puntos de emprendimiento obtienen, no son los que más *ítems* de innovación generan, tal y como se demostró con los casos de España y Holanda para la inversión en I+D, y para los casos de Australia y Bélgica para el caso del emprendimiento.

Por consiguiente, el enfoque de eficiencia busca medir cómo se utilizan los recursos en vez de cuánto se utilizan los recursos. Para ello, se establecieron dos indicadores de medición de eficiencia, el RCID, o ratio de conversión de I+D, que expresaba cuánto dinero necesita invertir un país para obtener una patente, y el RCE, que expresaba cuántos puntos de emprendimiento necesita un país para obtener una patente. En ambos casos, cuanto menor fuera el ratio, mayor era la efectividad.

Cada uno de los indicadores de eficiencia, se calcularon utilizando datos medios de inversión en I+D y puntaje de emprendimiento, en el periodo anterior a la crisis 2002-2008.

Una vez establecidos los indicadores y cumplidos los primeros sub-objetivos del trabajo, se concluye que la relación entre eficiencia innovadora a través del uso eficiente de I+D y emprendimiento durante el periodo de bonanza, no se relaciona con el crecimiento medio de PIB y de IDH en el periodo de crisis posterior, gracias a un triple análisis que incluye la realización de un test de hipótesis, la comparación de datos de países concretos y el análisis de correlación.

En primer lugar, se concluye que no existe relación entre eficiencia en obtención de patentes a través del I+D en el periodo de bonanza anterior a la crisis, y un mayor crecimiento económico medio en el periodo posterior. Tras la elaboración del test de hipótesis, se obtuvo un P valor alto, mayor que el valor de significación determinado de 0,05 (P valor = 0,27). Ello sugería una fuerte evidencia a favor de la hipótesis nula definida anteriormente, y que establecía que la influencia que la eficiencia en I+D podría tener sobre el crecimiento medio, era igual a cero ($H_0: \beta = 0$). El no rechazo de la hipótesis nula conlleva necesariamente el descarte de la hipótesis alternativa, la cual afirmaba la influencia de la eficiencia innovadora a través de los recursos monetarios invertidos en I+D sobre el crecimiento medio de los países de la muestra en el periodo posterior ($H_a: \beta \neq 0$). Incluso tras la eliminación de *outliers* ejecutada mediante la elaboración de un diagrama de caja y bigote, se obtenían los mismos resultados.

Las conclusiones obtenidas en el test de hipótesis, fueron reforzadas mediante la comparación concreta entre países. Los países con una mayor eficiencia emprendedora a partir de la inversión monetaria en I+D son Suecia y Países Bajos y sin embargo, se encuentran en los puestos 8 y 17 en cuanto a crecimiento medio. Al análisis comparativo, se añadió un análisis de correlación que contribuyó a fortalecer las conclusiones obtenidas en el test de hipótesis, al obtenerse un coeficiente de correlación de Pearson muy próximo a 0 ($r = -0,04$) entre RCID y crecimiento de PIB.

En segundo lugar, se concluyó que tampoco la eficiencia en innovación por medio del emprendimiento en el periodo de bonanza influye en el crecimiento medio de los

países en el periodo de crisis. La realización del test de hipótesis mostró de nuevo un P valor mayor que 0,05 (p valor = 0,73), con lo que no se rechazó la hipótesis nula $H_0: \beta = 0$ y se concluyó que un uso eficiente del emprendimiento a la hora de innovador, no implica un mayor crecimiento medio en el periodo de crisis. La eliminación de *outliers* no modificó los resultados. Esta conclusión fue posteriormente reforzada mediante la comparación de países como Francia y Japón, que aun siendo los más eficientes en el emprendimiento a la hora de innovar, se situaban en los puestos 12 y 16 respectivamente en crecimiento medio en el periodo de crisis. Adicionalmente, el coeficiente de correlación de Pearson entre RCE y PIB se situó ligeramente negativo y próximo a cero ($r = -0,068$), confirmando así las conclusiones determinadas en el test de hipótesis relativas a la nula relación entre eficiencia innovadora por medio del emprendimiento en el periodo de bonanza y crecimiento medio del PIB en el periodo de crisis, para los países que componen la muestra.

En tercer lugar y tras la realización del test de hipótesis relativo al estudio de la relación entre eficiencia en I+D a la hora de innovar durante el periodo de bonanza, y el desarrollo medio de los países en el periodo de crisis, se concluye de nuevo que no existe relación entre ambas variables. El P valor se situó en 0,26, mayor por tanto que el nivel de significación de 0,05, sugiriendo así evidencia fuerte a favor de la hipótesis nula, que indicaba que no existía relación entre eficiencia en el uso de I+D la hora de innovar y desarrollo medio, para la muestra y el marco temporal elegidos ($H_0: \beta = 0$). La eliminación de *outliers* tampoco modificó los resultados en este caso. La comparación entre países reforzó esta conclusión, pues a pesar de que Suecia y Países Bajos ocupan los dos primeros puestos en el *ránking* de eficiencia en el uso de I+D, estos dos países se sitúan en los puestos 6 y 14 en incremento medio del desarrollo en el periodo de crisis. Una vez más, el análisis de correlación siguió la tendencia de los análisis previos realizados por el test de hipótesis y la comparación, estableciendo un coeficiente de correlación de Pearson de 0,023 ($r = 0,023$) entre eficiencia en el uso de los recursos monetarios de I+D destinados a innovación en el periodo de bonanza y un mayor crecimiento medio de IDH en el periodo de crisis.

Finalmente y tras la realización del último análisis, se concluyó que una mayor eficiencia emprendedora a la hora de innovar durante el periodo de bonanza no implica un mayor crecimiento medio del IDH durante el periodo de crisis en los países de la

muestra. El test de hipótesis condujo nuevamente al no rechazo de la hipótesis nula, $H_0: \beta = 0$, con un P valor de 0,97 prescindiendo así de la hipótesis alternativa, que postulaba la influencia de la eficiencia emprendedora a la hora de innovar en el crecimiento medio del IDH para la muestra y el periodo temporal seleccionados. La realización del test tras la eliminación de *outliers* no modificó los resultados. Con la comparación entre países se obtuvieron los mismos resultados que en el test de hipótesis. Los países más eficientes en emprendimiento fueron Francia y Japón, que ocuparon los puestos 13 y 8 respectivamente en crecimiento medio del IDH. Por último, el análisis de correlación mostró una interrelación débil entre ambas variables ($r = 0,16$) reforzando las conclusiones determinadas en el test de hipótesis y en la comparación entre países.

Los resultados obtenidos a través del test de hipótesis, comparación y correlación son homogéneos para cada uno de los cuatro casos estudiados. Esto lleva a concluir que los países de la muestra más eficientes en el uso de I+D y en emprendimiento a la hora de innovar durante el periodo de bonanza no son necesariamente aquellos que experimentan un mayor crecimiento económico (PIB) o un mayor crecimiento en términos de desarrollo (IDH) en el periodo de crisis posterior.

5. Futuras líneas de investigación

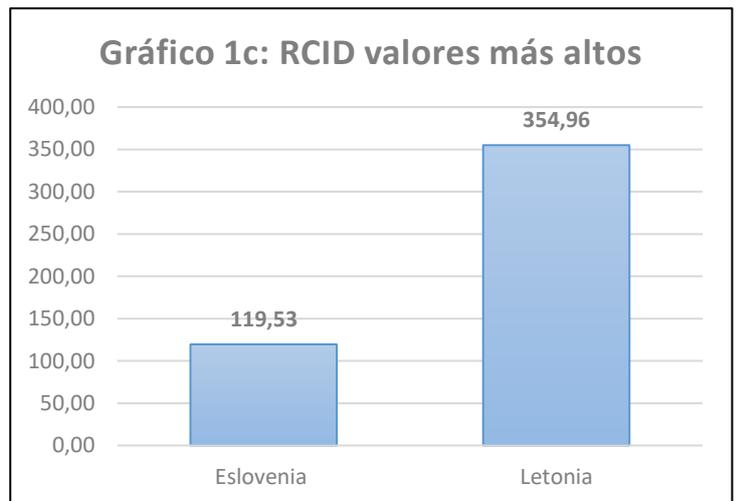
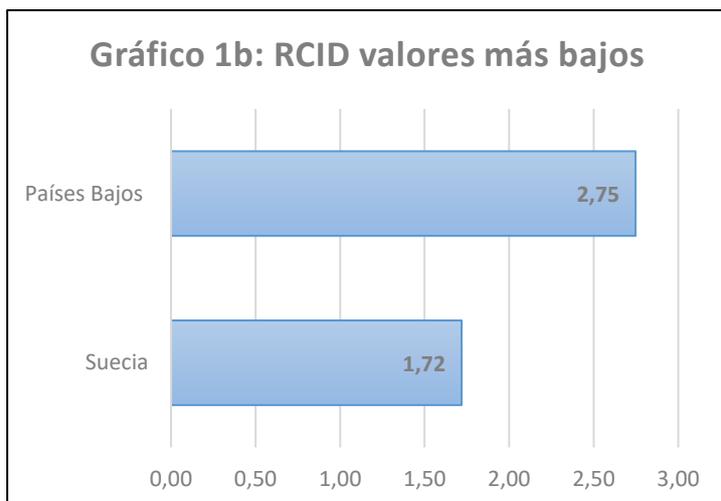
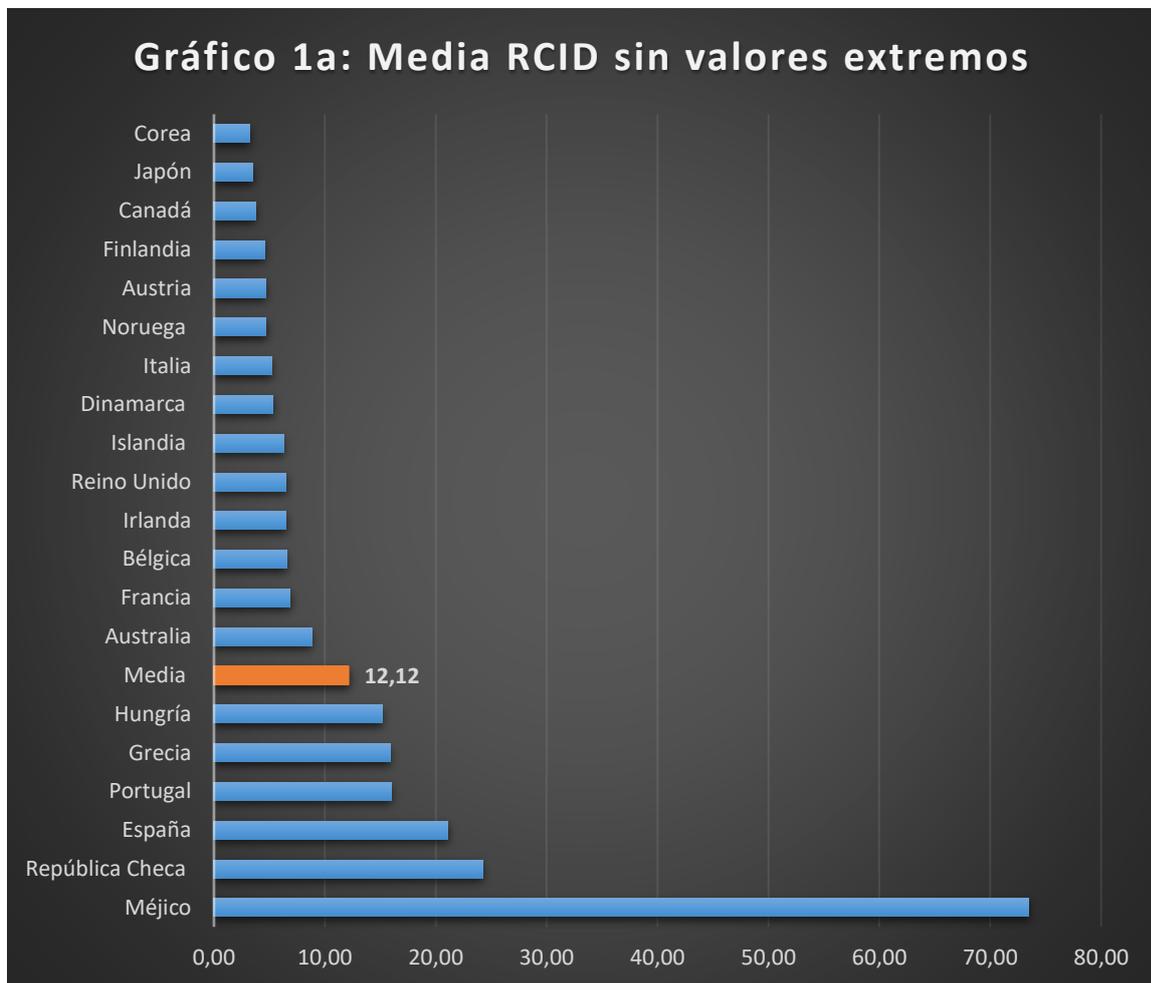
Con respecto al análisis y el estudio llevado a cabo, es necesario destacar los siguientes hechos:

- No es pretensión del presente estudio extrapolar los resultados obtenidos a una población formada por todos los países. Los resultados se limitan a la muestra y al periodo elegido, incluidos como parte del objetivo del presente proyecto.
- Los datos de los indicadores de actividad innovadora (inversión en I+D, puntos de emprendimiento y patentes), si bien son los más indicados por las razones expuestas, pueden no reflejar en su totalidad la realidad de la actividad innovadora, sino simplemente reflejar una tendencia.

- Numerosos datos de inversión en I+D o patentes se basan en estimaciones realizadas por los países.
- Es posible que el periodo temporal escogido no sea lo suficientemente amplio, y por tanto no se puedan observar estadísticamente tendencias significativas en periodos de tiempo tan reducidos.
- Es posible que la muestra sea demasiado pequeña, aunque escoger una más grande distorsiona los objetivos del estudio.
- Es posible que los datos de crecimiento medio de IDH se vean condicionados por el hecho de que los países más desarrollados históricamente tengan menor margen de crecimiento que países históricamente menos desarrollados (aunque España y Portugal figuran en los primeros puestos).

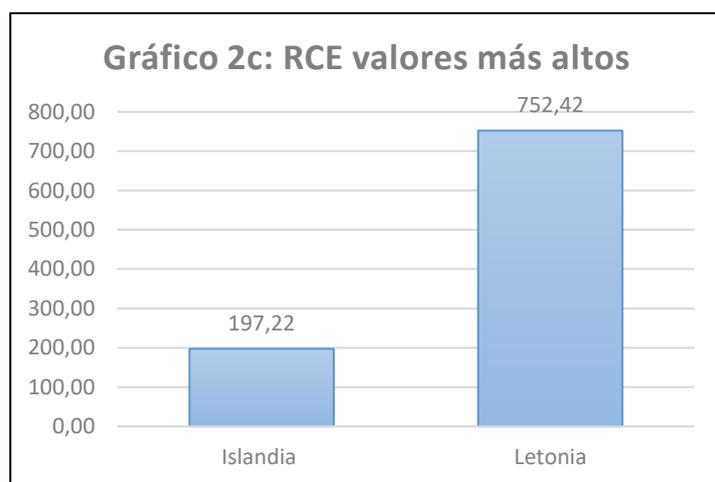
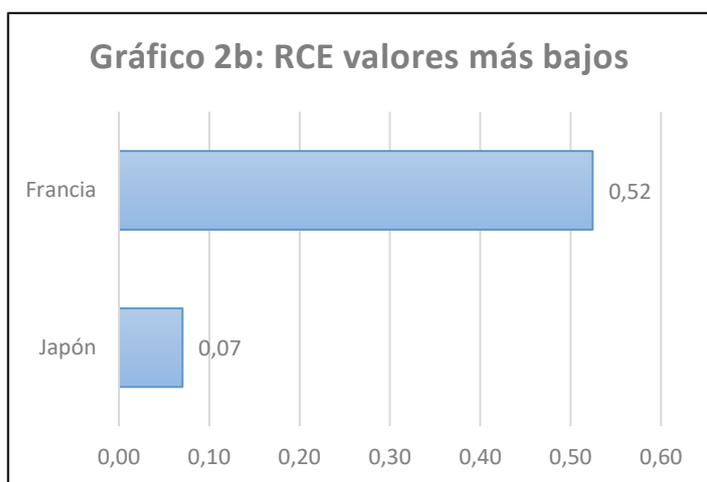
6. Gráficos

GRÁFICO 1. DATOS RCID (2202-2007)



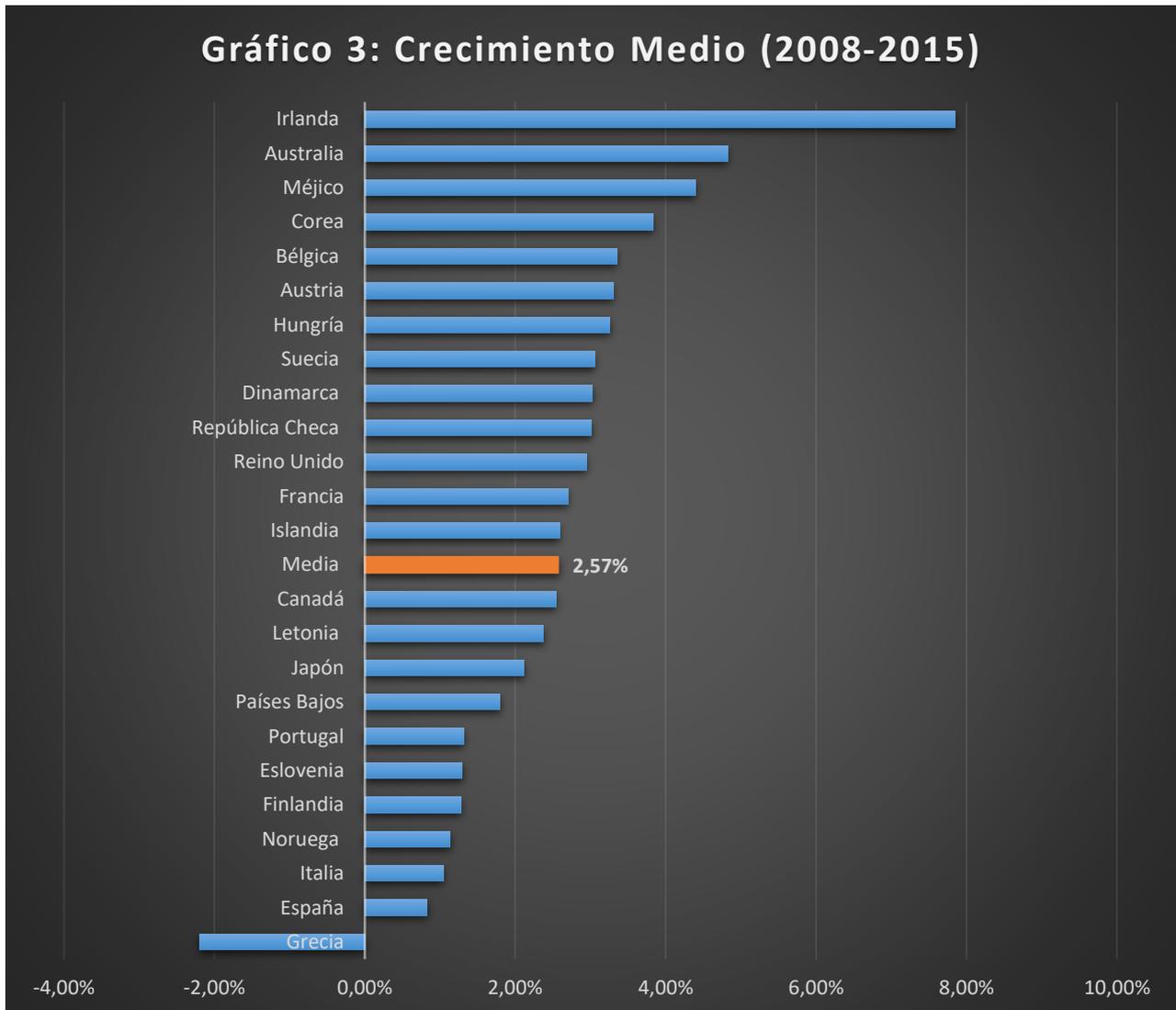
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDEI (2019)

GRÁFICO 2: DATOS RCE (2002-2007)



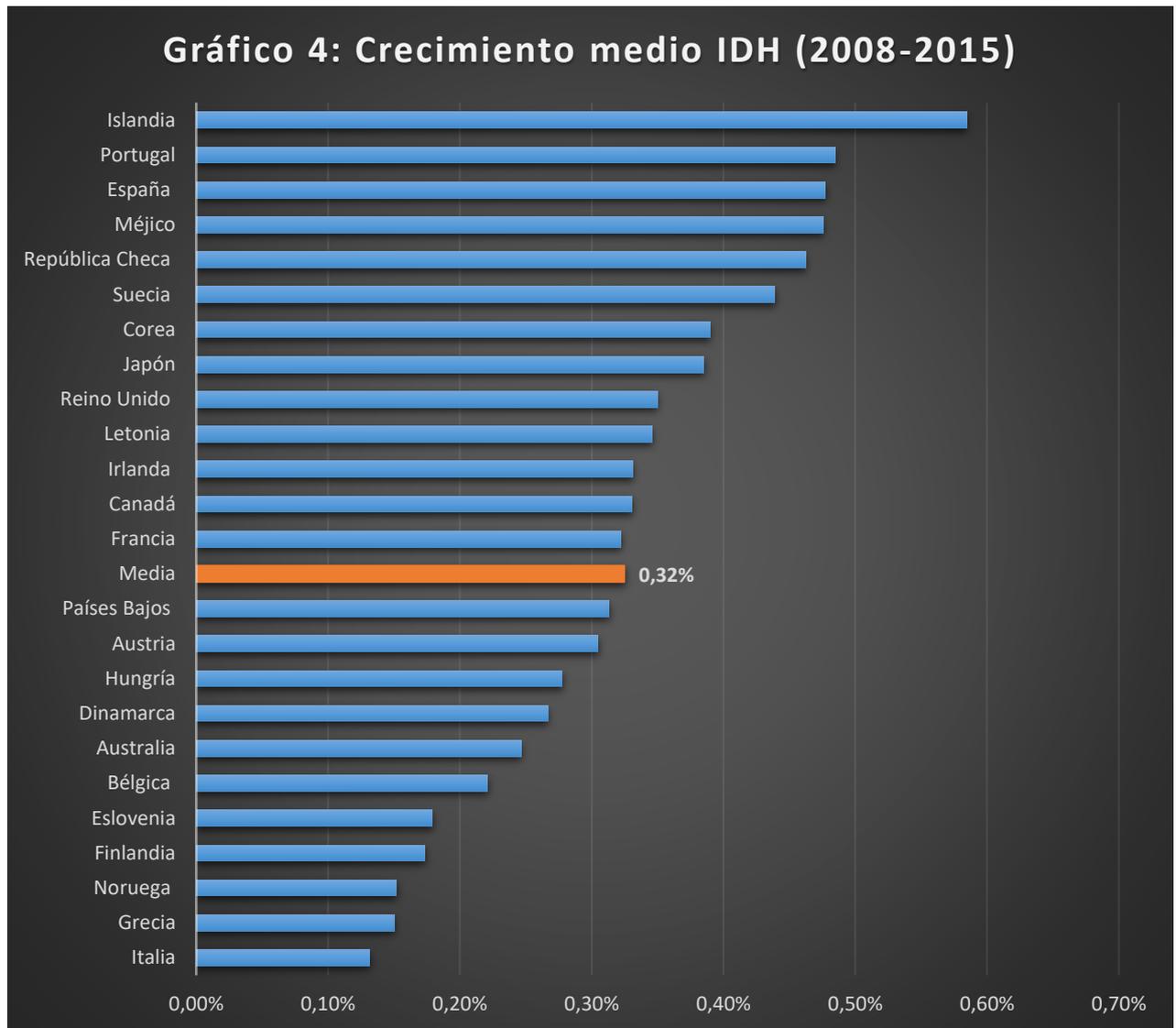
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDEI (2019)

GRÁFICO 3: MEDIA DE CRECIMIENTO PIB (2008-2015)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2019)

GRÁFICO 4: MEDIA CRECIMIENTO IDH (2008-2015)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2019)

GRÁFICO 5: REGRESIÓN 1, RELACIONES PIB – RCID

Gráfico 5a. Relaciones PIB – RCID con outliers

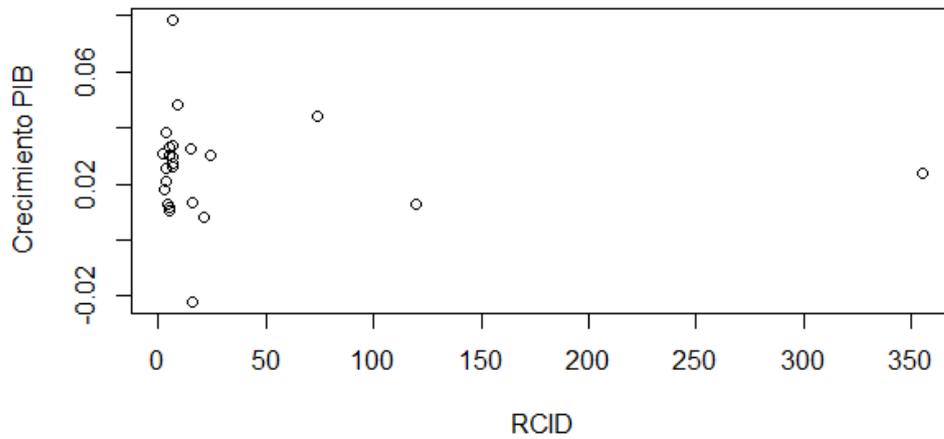


Gráfico 5b. Diagrama de caja y bigote RCID

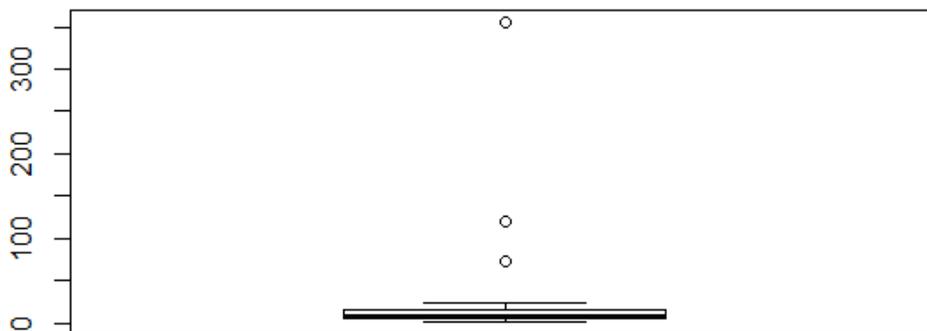
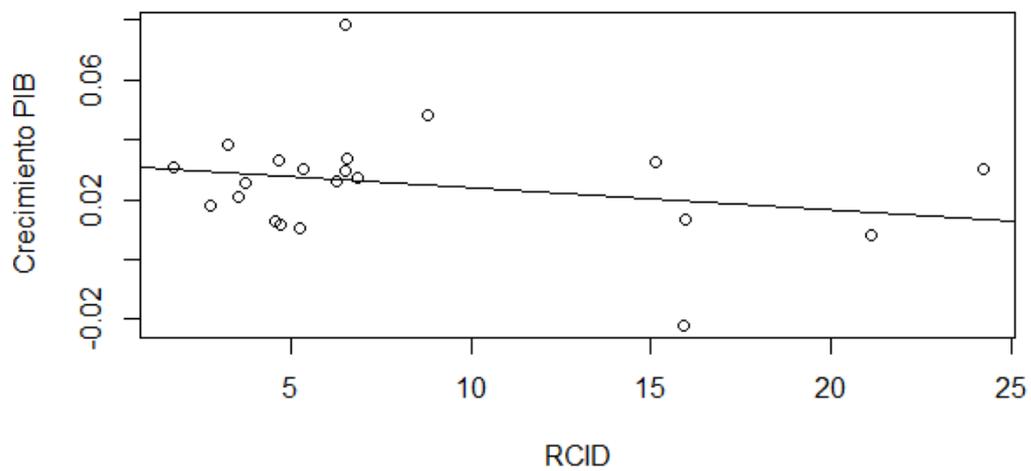


Gráfico 5c. Relaciones PIB – RCID sin outliers



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 6: REGRESIÓN 2, RELACIONES PIB – RCE

Gráfico 6a. Relaciones PIB – RCE con outliers

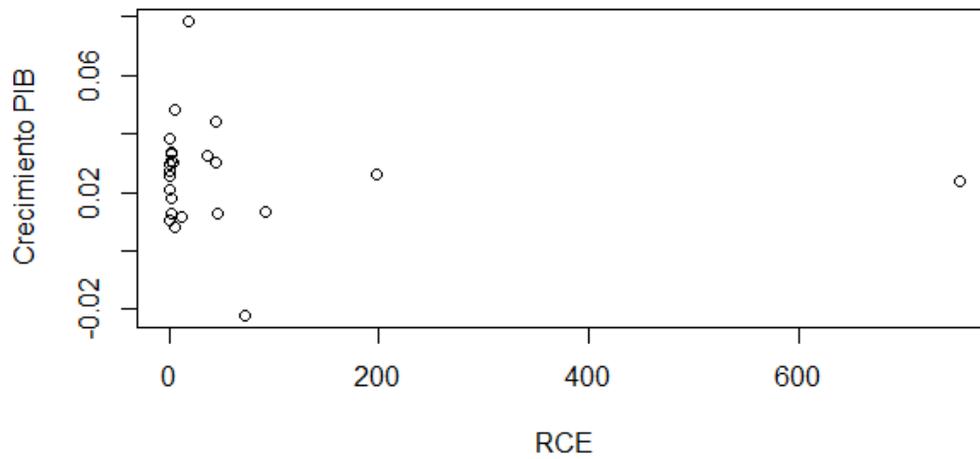


Gráfico 6b. Diagrama de caja y bigote RCE

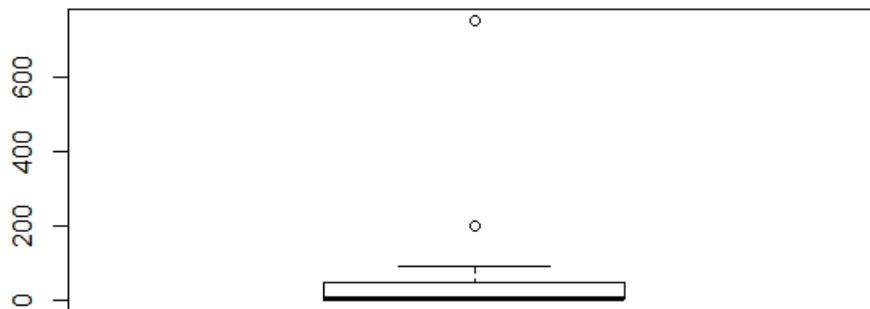
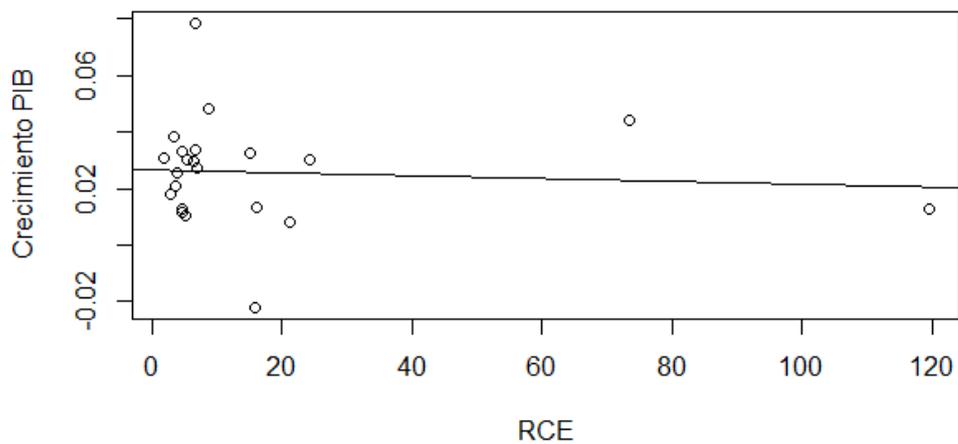


Gráfico 6c. Relaciones PIB – RCE sin outliers



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 7: REGRESIÓN 3, RELACIONES IDH - RCID

Gráfico 7a. Relaciones IDH – RCE con outliers

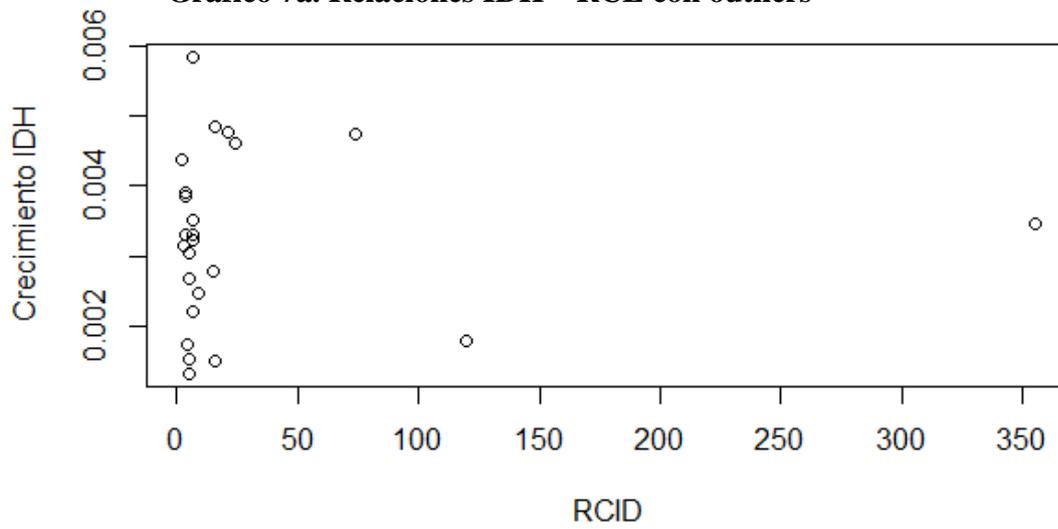
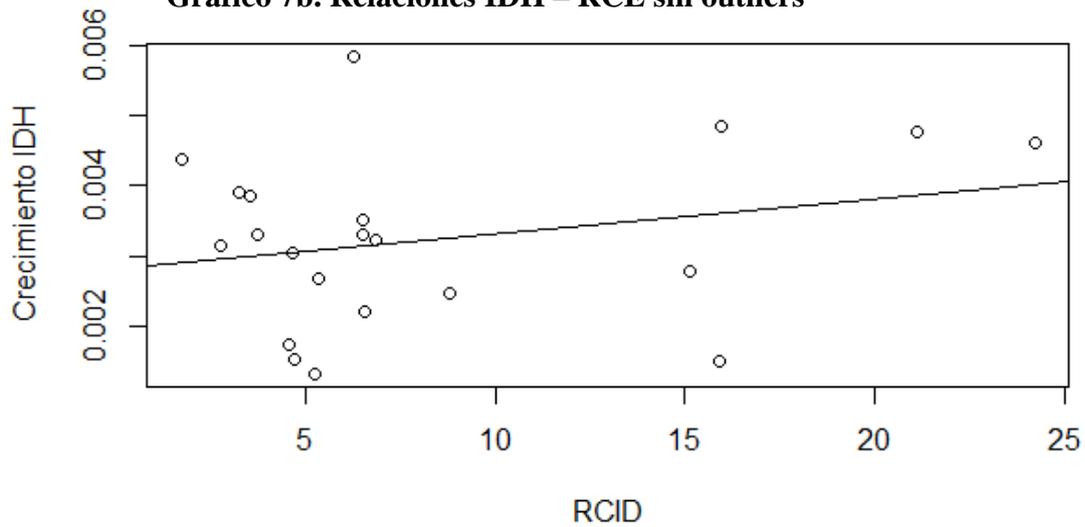


Gráfico 7b. Relaciones IDH – RCE sin outliers



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 8: REGRESION 4, RELACIONES IDH - RCE

Gráfico 8a. Relaciones IDH – RCE con outliers

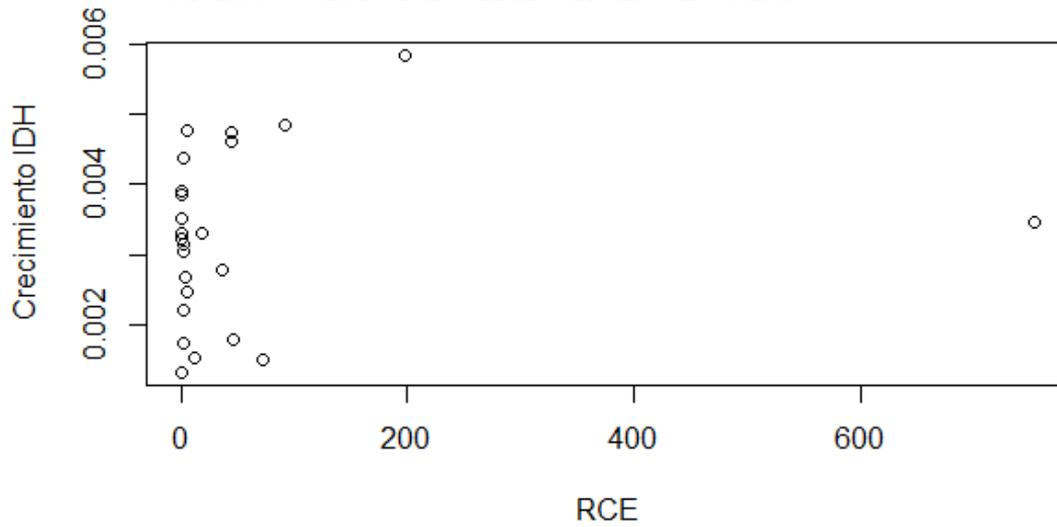
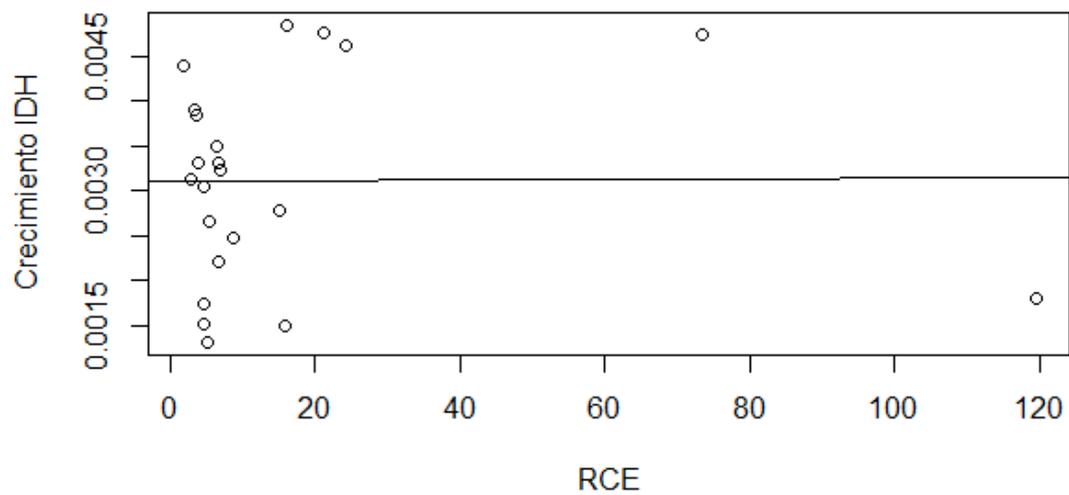


Gráfico 8c. Relaciones IDH – RCE sin outliers



Fuente: Elaboración propia

7. Tablas

TABLA 1: PRODUCTIVIDAD AGREGADA E INTENSIDAD DE I+D

Tabla 1: Productividad Agregada e Intensidad de I+D entre Países					
	EEUU	Francia	Alemania	España	RU
PIB <i>per cápita</i> año 2000 (en \$)	34,602	25,293	24,851	20,31	25,322
Intensidad I+D año 2000	2.72	2.18	2.49	0.94	1.86
Ratio de media anual de productividad laboral, 1995-2000	1.6	1.3	1.1	0.7	1.6
Ratio de media anual de crecimiento en productividad multifactorial 1995-2000	1.3	0.8	1.0	n.a	0.9

Fuente: Elaboración propia con base en Griffith et al (2006)

TABLA 2: RATIO DE CONVERSIÓN DE I+D (RCID 2002-2007)

Tabla 2: Ratio de Conversión de I+D - RCID (2002 - 2007)

País	BERD	GBARD*	Patentes	RCID
Australia	8.434,67	3.007,04	1.299,8	8,80
Austria	5.188,12	788,09	1.282,8	4,66
Bélgica	4.960,67	1.942,13	1.054,6	6,55
Canadá	14.073,18	5.197,64	5.133,7	3,75
Corea	24.372,87	9.758,66	10.454,4	3,26
Dinamarca	3.860,88	1.009,79	911,2	5,35
Eslovenia	8.358,00	271,73	72,2	119,53
España	9.151,55	6.697,80	750,9	21,11
Finlandia	4.667,61	1.401,31	1.329,2	4,57
Francia	29.257,97	14.788,01	6.412,2	6,87
Grecia	538,83	475,57	63,8	15,90
Hungría	850,51	733,01	104,6	15,14
Irlanda	1.404,84	524,45	295,7	6,52
Islandia	164,02	69,34	37,2	6,28
Italia	10.783,37	7.997,47	3.599,8	5,22
Japón	104.865,09	19.815,51	35.398,9	3,52
Letonia	1.945,21	79,10	5,7	354,96
Méjico	6.446,63	2.128,35	116,7	73,46
Noruega	1.002,85	1.174,55	463,0	4,70
Países Bajos	2.154,06	2.478,24	1.685,9	2,75
Portugal	266,45	495,49	47,7	15,96
Reino Unido	21.760,63	10.773,64	5.016,8	6,49
República Checa	1.811,08	998,71	116,0	24,22
Suecia	1.864,61	1.598,49	2.014,7	1,72

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE (2019)

TABLA 3: RATIO DE CONVERSIÓN DE EMPRENDIMIENTO (RCE 2002 – 2007)

Tabla 3: Ratio de Conversión de emprendimiento - RCE (2002 - 2007)

País	Media TEA	Media instituciones	Patentes	RCE
Australia	11,20	2,86	1.299,8	5,41
Austria	3,86	2,97	1.282,8	2,66
Bélgica	3,35	2,85	1.054,6	2,94
Canadá	8,61	3,12	5.133,7	1,14
Corea	14,52	2,72	10.454,4	0,82
Dinamarca	5,52	2,85	911,2	4,60
Eslovenia	4,18	2,51	72,2	46,30
España	6,16	2,74	750,9	5,92
Finlandia	4,81	3,06	1.329,2	2,96
Francia	3,95	2,78	6.412,2	0,52
Grecia	6,53	2,59	63,8	71,52
Hungría	5,12	2,49	104,6	36,39
Irlanda	8,39	3,01	295,7	19,27
Islandia	11,56	3,10	37,2	197,22
Italia	4,43	2,50	3.599,8	0,96
Japón	2,56	2,43	35.398,9	0,07
Letonia	5,88	2,70	5,7	752,42
Méjico	7,86	2,61	116,7	44,85
Noruega	7,84	2,76	463,0	11,44
Países Bajos	4,70	2,85	1.685,9	2,24
Portugal	6,32	2,46	47,7	91,88
Reino Unido	5,91	2,87	5.016,8	0,87
República Checa	7,85	2,64	116,0	45,21
Suecia	3,90	2,52	2.014,7	1,59

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OCDE (2019)

TABLA 4: CRECIMIENTO MEDIO PIB (2008-2015)**Tabla 4: Variaciones anuales del PIB (2008 - 2015)**

País	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Media
Australia	9,81%	-0,91%	8,20%	3,84%	9,06%	3,65%	0,12%	4,83%
Austria	-0,68%	2,88%	6,18%	4,99%	3,76%	2,63%	3,36%	3,30%
Bélgica	0,48%	6,34%	4,43%	3,43%	3,25%	2,73%	2,79%	3,35%
Canadá	-2,57%	4,28%	4,91%	2,60%	5,85%	4,34%	-1,63%	2,54%
Corea	-0,64%	7,74%	3,64%	3,32%	2,08%	3,63%	7,03%	3,83%
Dinamarca	-1,75%	7,07%	3,69%	1,28%	4,73%	3,03%	3,14%	3,03%
Eslovenia	-6,41%	1,40%	4,06%	0,54%	3,24%	3,65%	2,57%	1,29%
España	-2,34%	-0,99%	0,81%	-0,18%	1,59%	3,08%	3,83%	0,83%
Finlandia	-4,90%	2,87%	5,51%	0,32%	2,13%	0,84%	2,15%	1,27%
Francia	-0,66%	4,02%	4,80%	1,13%	5,44%	2,05%	2,15%	2,70%
Grecia	-1,33%	-7,18%	-7,27%	-3,80%	2,47%	2,15%	-0,42%	-2,20%
Hungría	-0,28%	4,04%	5,77%	0,59%	5,64%	4,03%	3,04%	3,26%
Irlanda	-5,05%	4,58%	4,25%	3,43%	4,19%	7,51%	35,99%	7,84%
Islandia	-3,22%	-4,09%	3,32%	3,39%	6,32%	4,68%	7,71%	2,59%
Italia	-2,07%	1,74%	4,00%	-0,03%	0,87%	0,75%	2,02%	1,04%
Japan	-4,61%	5,41%	2,06%	3,79%	4,64%	0,39%	3,13%	2,12%
Letonia	-14,60%	1,93%	10,58%	6,16%	5,56%	4,01%	3,00%	2,38%
Méjico	-1,00%	6,34%	9,77%	5,31%	2,57%	5,20%	2,59%	4,40%
Noruega	-9,09%	5,87%	8,61%	6,71%	3,70%	-0,44%	-7,41%	1,14%
Países Bajos	-3,43%	2,79%	3,94%	1,82%	4,47%	0,34%	2,62%	1,79%
Portugal	-0,52%	3,22%	-2,08%	-1,62%	4,89%	2,48%	2,84%	1,32%
Reino Unido	-3,86%	4,91%	3,05%	3,68%	4,90%	4,23%	3,70%	2,94%
República Checa	-0,32%	0,54%	4,30%	1,01%	4,99%	5,94%	4,63%	3,01%
Suecia	-4,45%	5,89%	6,02%	2,96%	2,99%	2,88%	5,11%	3,06%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2019)

TABLA 5: CRECIMIENTO MEDIO IDH (2008-2015)

Tabla 5: Variaciones anuales del IDH (2008 - 2015)

País	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	Media
Australia	0,11%	0,22%	0,22%	0,43%	0,22%	0,21%	0,32%	0,25%
Austria	0,23%	1,02%	0,22%	0,22%	-0,22%	0,45%	0,22%	0,30%
Bélgica	0,00%	0,44%	0,11%	0,11%	0,33%	0,11%	0,44%	0,22%
Canadá	0,00%	0,33%	0,33%	0,33%	0,33%	0,77%	0,22%	0,33%
Corea	-0,57%	1,73%	0,45%	0,23%	0,34%	0,34%	0,22%	0,39%
Dinamarca	-0,33%	0,44%	1,32%	0,22%	0,76%	-0,32%	-0,22%	0,27%
Eslovenia	0,00%	0,46%	0,23%	-0,79%	0,91%	0,23%	0,23%	0,18%
España	0,23%	0,82%	0,58%	0,34%	0,23%	0,57%	0,57%	0,48%
Finlandia	-0,55%	0,44%	0,44%	0,11%	0,44%	0,22%	0,11%	0,17%
Francia	0,00%	0,46%	0,23%	0,23%	0,34%	0,56%	0,45%	0,32%
Grecia	0,12%	-0,23%	-0,47%	0,23%	0,23%	0,93%	0,23%	0,15%
Hungría	0,00%	0,61%	0,49%	0,36%	0,60%	-0,24%	0,12%	0,28%
Irlanda	-0,22%	0,33%	-1,54%	0,78%	1,00%	1,10%	0,87%	0,33%
Islandia	0,00%	0,11%	1,12%	0,89%	1,21%	0,54%	0,22%	0,58%
Italia	0,00%	0,23%	0,57%	-0,11%	0,23%	-0,23%	0,23%	0,13%
Japón	-0,11%	0,57%	0,56%	0,56%	0,45%	0,44%	0,22%	0,38%
Letonia	-0,37%	-0,24%	0,61%	0,37%	1,09%	0,60%	0,36%	0,35%
México	0,13%	0,00%	1,08%	0,80%	-0,13%	0,66%	0,79%	0,48%
Noruega	0,00%	0,43%	0,11%	-0,11%	0,42%	0,00%	0,21%	0,15%
Portugal	0,37%	0,61%	0,49%	0,36%	0,97%	0,24%	0,36%	0,48%
Reino Unido	0,33%	0,67%	-0,66%	-0,11%	1,89%	0,44%	-0,11%	0,35%
Países Bajos	0,00%	0,44%	1,21%	0,00%	0,22%	0,11%	0,22%	0,31%
República Checa	0,35%	0,58%	0,35%	0,00%	1,04%	0,57%	0,34%	0,46%
Suecia	-0,22%	0,67%	0,11%	0,22%	0,44%	0,88%	0,98%	0,44%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Banco Mundial (2019)

TABLA 6: CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES

Tabla 6: Correlación entre variables

	RCID	RCE	Ctomedio IDH	Ctomedio PIB
RCID	1,00000000	0,91504531	0,02310307	-0,04802646
RCE	0,91504531	1,00000000	0,16345213	-0,06806436
Ctomedio IDH	0,02310307	0,16345213	1,00000000	0,28473919
Ctomedio PIB	-0,04802646	-0,06806436	0,28473919	1,00000000

Fuente: Elaboración propia

8. Bibliografía

- Atkinson, A. (1970). On the measurement of inequality. *Journal of Economic Theory*, 2, 244-263.
- Amarante, V., Arim, R., & Vigorito, A. (2010). La relevancia de la desigualdad en la medición del desarrollo humano. Uruguay 1991-2002. *Revista Desarrollo y Sociedad*, (65), 123-146. <https://doi.org/10.13043/dys.65.4>
- Amorós, J. E., Cortés, P., Echeopar, G., & Flores, t. (2006). *Global Entrepreneurship Monitor. Reporte Nacional de Chile 2005*. Santiago de Chile: Universidad Adolfo Ibañez y Universidad de Desarrollo.
- Anand, S., & Sen, A. (1995). Gender Inequality in Human Development. Theories and measurement. *Occasional Paper*, 19, 1-10.
- Applegate, L. M., Harreld, B., & Welch, J. (2009). *Don't Just Survive--thrive: Leading Innovation in Good Times and Bad*. Harvard Business School.
- Audretsch, D. (2002). Entrepreneurship: A survey of the literature. Prepared for the European Commission, Enterprise Directorate General. *European Commission, Enterprise and Industry*.
- Bain, D., & Kleinknecht, A. (1993). *New concepts in innovation Output Measurement*. London: The Macmillan Press LTD.
- Baumol, W. J., Litan, R. E., & Schramm, C. J. (2007). *Good Capitalism, Bad Capitalism, and the Economics of Growth and Prosperity*. New Haven & London: Yale University Press.
- Beckerman, W. (1976). *Defence of economic growth*. London: Jonhatan Cape.
- Beckerman, W. (1999). A pro-Growth Perspective. En V. d. Bergh, *Handbook of Environmental and Resource Economics* (págs. 622-634). cheltenham: Edward Elgar.

- Bergh, J. C. J. M. van den. (2009). The GDP paradox. *Journal of Economic Psychology*, 30(2), 117-135. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2008.12.001>
- Bolt, K., Matete, M., & Clemens, M. (2002). Manual for calculating adjusted net savings. *Environment Department, World Bank*, 1-23.
- Bosma, N., Acs, J. A., Autio, E., & Coduras, A. L. (2008). *Global Entrepreneurship Monitor. 2008 Executive Report*. Santiago de Chile, Londres: Babson.
- Bouhajib, M., & Mefteh, H. A. (2018). Higher education and economic growth: the importance of innovation. *Revista Atlántica de Economía*, 1, 1-22.
- Camagni, R., & Capello, R. (2013). Regional Innovation Patterns and the EU Regional Policy Reform: Toward Smart Innovation Policies: Toward Smart Innovation Policies. *Growth and Change*, 44(2), 355-389. <https://doi.org/10.1111/grow.12012>
- Canoy, M., & Lerais, F. (2007). Beyond GDP: Overview paper for the Beyond GDP conference. *Bureau of European Policy Advisers (BEPA)*.
- Case, K. E., Fair, R., & Oster, S. (2012). *Principios de Microeconomía*. Naucalpan de Juárez: Pearson.
- Cassel, G. (1918). Abnormal Deviations in International Exchanges. *Economic Journal*, 413-415.
- CEPAL, C. E. (2008). *dds.cepal.org*. Obtenido de <https://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capitulo-III/Calculo%20IPH.pdf>
- Chataway, J., Hanlin, R., & Kaplinsky, R. (2014). Inclusive innovation: an architecture for policy development. *Innovation and Development*, 4(1), 33-54.
- Chatterjee, S. (2005). Measurement of human development: An alternative approach. *Journal of Human Development*, 6(1), 5-30.

- Chenery, H. (1956). Resource allocation for economic development. *Econometrica, Journal of the Econometric Society*, 24(4), 365-399.
- Colino, A., Benito-Osorio, D., & Rueda-Armengot, C. (2014). Entrepreneurship culture, total factor productivity growth and technical progress: Patterns of convergence towards the technological frontier. *Technological Forecasting and Social Change*, 88, 349-359. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.10.007>
- Cornell University, INSEAD, WIPO. (2018). *The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*. Ithaca, Fontainebleau, Geneva.
- Daly, H., & Cobb, J. (1989). *For the common good: Redirecting the economy toward community, the environment, and a sustainable future*. Boston: Beacon Press.
- Devereux, M., Shi, K., & Xu, J. (2007). Global monetary policy under a dollar standard. *Journal of International Economics*, 71(1), 113-132.
- Domar, E. D. (1946). Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment. *Econometrica*, 14(2), 137. <https://doi.org/10.2307/1905364>
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of economic literature*, 26, 1120-1171.
- Duarte, T., & Ruiz Tibana, M. (2009). Emprendimiento, una opción para el desarrollo. *Scientia et technica*, 15(43), 326-331.
- Easterly, W. (1999). Life during growth. *The Economic Journal*, 111, 239-276.
- European Patent Office . (20 de Abril de 2019). *European Patent Office*. Obtenido de www.epo.org: <https://www.epo.org/index.html>. [Fecha de consulta: 14 de abril de 2019]
- Eurostat. (13 de Marzo de 2019). *Eurostat*. Obtenido de ec.europa.eu: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. [Fecha de consulta: 3 de marzo de 2019]

- Evangelista, R. (1999). *Knowledge and Investment*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Faberberg, D. Mowery, J., & Nelson, R.R. (2005). *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- Fisher, R. (1937). *The design of the experiments 2nd edition*. London, Edinburgh: Oliver and Boyd.
- Foster, J., Lopez-Calva, L., & Szekely, M. (2005). Measuring the distribution of human development: Methodology and an application to Mexico. *Journal of Human Development*, 6(1), 5-30.
- Galindo Martín, M. Á., Ribeiro, D., & Picazo, M. T. M. (2012). Innovación y crecimiento económico: Factores que estimulan la innovación/Innovation and Economic Growth: Factors that Encourages Innovation. *Cuadernos de gestión*, 12, 51.
- Gault, F. (2018). Defining and measuring innovation in all sectors of the economy. *Research Policy*, 47(3), 617-622. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.01.007>
- Global Entrepreneurship Research Association (2019). *Global Entrepreneurship Monitor*. Obtenido de www.gemconsortium.org: <https://www.gemconsortium.org/data>. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2019]
- Gerlagh, R., Dellink, R., Hofkes, M., & Verbruggen, H. (2002). A measure of sustainable national income for the Netherlands. *Ecological Economics*, 41, 157-174.
- Geroski, P. A. (1989). Entry, Innovation and Productivity Growth. *The Review of Economics and Statistics*, 71(4), 572. <https://doi.org/10.2307/1928098>
- Global Innovation Index (2019). *Global Innovation Index*. Obtenido de www.globalinnovationindex.org: <https://www.globalinnovationindex.org/Home>. [Fecha de consulta: 14 de febrero de 2019]
- Gini, C. (1912). *Variabilità e mutabilità*. Roma: Libreria Eredi Virgilio Veschi.

- Godin, K., Jason, C., & Veldhuis, N. (2008). Measuring Entrepreneurship. Conceptual Frameworks and Empirical Indicators. *Studies in Entrepreneurship Markets*, 1 - 66. Obtenido de <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/MeasuringEntrepreneurship2008.pdf>
- Godin, B. (2003). The most cherished indicator: Gross Domestic Expenditures on R&D (GERD). *Project on the History and Sociology of STI Statistics, Paper*, (22), 1-26.
- Goldberg, L. (2010). Goldberg, L. S. (2010). Is the international role of the dollar changing? *Current Issues in Economics and Finance*, 16(1), 1-7.
- Greene, W. (2005). Fixed and Random Effects in Stochastic Frontier Models. *Journal of Productivity Analysis*, 23(1), 7-32. <https://doi.org/10.1007/s11123-004-8545-1>
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and Productivity Across Four European Countries. *Oxford Review of Economic Policy*, 22(4), 483-498. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grj028>
- Griliches, Z. (1998). *R & D and productivity: the econometric evidence*. Chicago: University of Chicago Press.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (2001). *Innovation and Growth in the Global Economy*. London : The MIT Press.
- Groth, O. J., Esposito, M., & Tse, T. (2015). What Europe Needs Is an Innovation-Driven Entrepreneurship Ecosystem: Introducing EDIE. *Thunderbird International Business Review*, 57(4), 263-269. <https://doi.org/10.1002/tie.21709>
- Harrod, R. F. (1939). An Essay in Dynamic Theory. *The Economic Journal*, 49(193), 14. <https://doi.org/10.2307/2225181>

- Hausman, A., & Johnston, W. J. (2014). The role of innovation in driving the economy: Lessons from the global financial crisis. *Journal of Business Research*, 67(1), 2720-2726.
- Hicks, D. A. (1997). The Inequality-Adjusted Human Development Index: A constructive Proposal. *World Development*, 25(8), 1283-1298.
- Hindle, K. (2006). A measurement framework for international entrepreneurship policy research: from impossible index to malleable matrix. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 3(2), 139. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2006.008926>
- Hwang, J., & Christensen, C. M. (2008). Disruptive Innovation In Health Care Delivery: A Framework For Business-Model Innovation. *Health Affairs*, 27(5), 1329-1335.
- Ilzetzki, E., Reinhart, C., & Rogoff, K. (2017). Exchange arrangements entering the 21st century: Which anchor will hold? *National Bureau of Economic Research*(W23134).
- Iversen, E. (1998), "Patents," in K, Smith (ed.), *Science? Technology and Innovation Indicators—a Guide for Policymakers?* IDEA Report 5, STEP Group Oslo,
- Jiménez, D. i., & Sanz Valle, R. (2006). Innovación, aprendizaje organizativo y resultados empresariales. Un estudio empírico. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 29, 31-56.
- King, R. G., & Levine, R. (1993). Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right. *The Quarterly Journal of Economics*, 108(3), 717-737. <https://doi.org/10.2307/2118406>

- Kline, S. J., & Rosemberg, N. (1986). An Overview of Innovation. En R. Landau, & N. Rosemberg, *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (págs. 275-307). Washington D.C.: National Academy Press.
- Krugman, P., Wells, R., & Grady, K. (2011). *Essentials of Economics, Second Edition*. New York: Worth Publishers.
- Kuznets, S. (1934). *National Income, 1929 -1932 , 1934*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Kuznets, S. (1941). *National Income and its composition*. New York: National Bureau of Economic Research.
- Laestadius, S. (2003). *Measuring Innovation in the knowledge Economy*. Sussex: Science Policy Research Unit (SPRU).
- Lewis, A. W. (1952). Economic development with unlimited supplies of labour. *The manchester school*, 22(2), 139-191.
- Lomborg, B. (2001). *The skeptical environmentalist: Measuring the real state of teh world (12th ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lucas Jr, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.
- MacLeod, C. (1998). *Inventing the Industrial Revolution: The English Patent System, 1660-1800*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mandel, M. (2009). The failed promise of innovation in the US. *Business Week*, 3.
- Montoya Suárez, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia et technica*, 10(25).
- Moreno, J. d. (2017). Influencia del emprendimiento sobre el crecimiento económico y la eficiencia: importancia de la calidad institucional y la innovación social desde una perspectiva internacional. *Revista de Economía Mundial*, 46, 137-162. Obtenido de

<http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/14074/Influencia.pdf?sequence=2>

Myrdal, G. (1957). *Economic Theory and Under-Develop Regions*. London: Gerald Duckworth & Co. .

Nordhaus, W., & Tobin, J. (1972). Is Growth Obsolete? En W. Nordhaus, & J. Tobin, *Economic Research: Retrospect and Prospect* (Vol. 5, págs. 1-80). New Haven: NBER.

OECD/Eurostat (2005). *Manual de Oslo 2005: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, 3ª edición*, La Medida de las Actividades Científicas y Tecnológicas, OECD, Paris, Luxemburgo.
<http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>

OECD. (2006). Understanding entrepreneurship: Developing indicators for international comparisons and assessments. *STD/CSTAT*, 2006(9).

OECD. (2009). *Policy Responses to the Economic Crisis. Investing in Innovation and Long Term Growth* . París .

OECD. (2015). *Manual de Frascati 2015: GUÍA PARA LA RECOPIACIÓN Y PRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO EXPERIMENTAL*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.

OECD/Eurostat (2018), *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. OECD Publishing: Paris/Eurostat, Luxembourg. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

OECD. (19 de Abril de 2019). *OECD Data*. Obtenido de data.oecd.org: <https://data.oecd.org/>. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2019]

- Pearson, K. (1920). Notes on the History of Correlation. *Biometrika*, 13(1), 25.
<https://doi.org/10.2307/2331722>
- Pessoa, A. (2007). *Innovation and Economic Growth: What is the actual importance of R&D?* (No. 254). Universidade do Porto, Faculdade de Economia do Porto.
- Reynolds, P. (2005). Nascent entrepreneurship and the level of economic development. *Small Business Economics*, 24(3), 293-309.
- Rodan, P. R. (1943). Problems of Industrialisation of Eastern and South-Eastern Europe. *The Economic Journal*, 212 - 211.
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037. <https://doi.org/10.1086/261420>
- Rosenberg, N. (1974). Science, Invention and Economic Growth. *The Economic Journal*, 84(333), 90. <https://doi.org/10.2307/2230485>
- Rothwell, R. (1980). The impact of regulation on innovation: some US data. *Technological Forecasting and Social Change*, 17(1), 7-34.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. (1995). *Economics*. New York: Mc Graw Hill.
- Sandor, S. (2018). Measuring public sector innovation. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, 14(54), 125-137.
- Schmookler, Jacob (1951). *Invention and Economic Development* (Tesis doctoral).
 Obtenida en ProQuest Dissertations and Theses. (N.º de orden de acceso AAI000781)
- Schumpeter, J. A. (2003). *Capitalism Socialism and Democracy*. USA: Routledge.
 Obtenido de <https://eet.pixel-online.org/files/etranslation/original/Schumpeter,%20Capitalism,%20Socialism%20and%20Democracy.pdf>

- Schumpeter, J. A., & Bottomore, T. (1976). *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: George Allen & Unwin.
- Seers, D. (2009). The limitations of the special case. *Bulletin of the Oxford University Institute of Economics & Statistics*, 25(2), 77-98. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1963.mp25002001.x>
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. New York: Oxford University Press.
- Seth, S. (2009). Inequality, Interactions, and Human Development. *Journal of Human Development and Capabilities*, 10(3), 375-396.
- Simon, J. (1991). *The ultimate resource (2ª edición, 1996)*. Princeton: Princeton University Press.
- Smith, K. (2005). Measuring Innovation. En J. Faberberg, D. Mowery, & R. R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 148-180). New York: Oxford University Press.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Somohano Rodríguez, F. M., López Fernández, J. M., & Martínez García, F. J. (2018). El efecto de la innovación en el resultado empresarial durante la recesión económica. Una aplicación a la industria de la automoción. *Revista de Contabilidad*, 21(1), 91-105. <https://doi.org/10.1016/j.rcsar.2017.11.001>
- Stel, A. van, Carree, M., & Thurik, R. (2005). The Effect of Entrepreneurial Activity on National Economic Growth. *Small Business Economics*, 24(3), 311-321. <https://doi.org/10.1007/s11187-005-1996-6>
- Streeten, P., & Burki, S. J. (1978). Basic needs: Some issues. *World Development*, 6(3), 411-421. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(78\)90116-X](https://doi.org/10.1016/0305-750X(78)90116-X)

- Streeten, P. (2002). Reflections on Social and Antisocial Capital. *Journal of Human Development, 3*(1), 7-22.
- Sullivan, R. (1990). The Revolution of Ideas: Widespread Patenting and Invention During English Industrial Revolution. *Journal of Economic History, 50*(2), 349-362.
- Szerb, L., & Zoltán, J. Á. (2009). The Global Entrepreneurship Index (GEINDEX). *Foundations and Trends in Entrepreneurship, 5*(5), 341-435.
doi:10.1561/03000000027
- UNDP, U. N. (1990). *Human Development Report 1990*. New York: Oxford University Press.
- UNDP, U. N. (1995). *Human Development Report 1995*. New York: Oxford University Press.
- UNDP, U. N. (1997). *Human Development Report 1997*. New York: Oxford University Press.
- UNDP, U. N. (2010). *Human Development Report 2010*. New York: Oxford University Press.
- UNDP, U. N. (2011). *Human Development Report 2011*. New York: Oxford University Press.
- UNDP, U. N. (2014). *Informe sobre Desarrollo Humano 2014. Sostener el Progreso Humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia*. New York: Communications Development Incorporated.
- UNDP, U. N. (2018). *Human Development Indices and Indicators. 2018 Statistical update*. New York: Communications Development Incorporated.
- Wong, P. K., Ho, Y. P., & Autio, E. (2005). Entrepreneurship, Innovation and Economic Growth: Evidence from GEM data. *Small Business Economics, 24*(3), 335-350.
<https://doi.org/10.1007/s11187-005-2000-1>

World Bank Group. (12 de Abril de 2019). *World Bank Open Data*. Obtenido de data.worldbank.org: <https://data.worldbank.org/>. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2019]