

Investigación y desarrollo en Andalucía en el contexto español y europeo (2010 – 2017)

Research and development in Andalusia in the Spanish and European context (2010 –2017)

Lea Rigger

KEDGE Business School, México

lea.rigger@me.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9594-807X>

Redalyc: [https://www.redalyc.org/articulo.oa?](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456067615010)

id=456067615010

Lino Meraz-Ruiz

Universidad Autónoma de Baja California, México

lino.meraz@uabc.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-7724-9176>

José T. Olague

Universidad Autónoma de Baja California, México

jose.olague@uabc.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-7004-3124>

Recepción: 26 Noviembre 2020

Aprobación: 21 Abril 2021

RESUMEN:

Las actividades de I+D realizadas en España son imprescindibles para la formulación de políticas públicas en favor de las capacidades de ciencia, tecnología e innovación; por ello, el **objetivo** de este trabajo ha sido analizar los indicadores de ciencia y tecnología de la comunidad autónoma de Andalucía, la más extensa de las entidades territoriales españolas, a través de una comparación a nivel nacional y europeo de 2010 a 2017. El **método** consistió en un análisis descriptivo utilizando datos obtenidos de bases nacionales y europeas oficiales. A partir de los **resultados** se observó que Andalucía ha presentado un proceso de avance en I+D para su crecimiento y bienestar regional. Así, la **originalidad** de este trabajo recae en que la investigación empírica de la evaluación de I+D ha sido relativamente reciente, teniendo como **hallazgo** principal que la gestión del conocimiento es el elemento primordial para el aprovechamiento de la inversión de una región. Las **limitaciones** recaen en la forma de la medición de indicadores de resultados de una región a otra.

PALABRAS CLAVE: Actividades de I+D, innovación, ciencia, tecnología, Andalucía, España, Europa.

ABSTRACT:

The R&D activities carried out in Spain are essential for the formulation of public policies in favor of science, technology and innovation capacities; For this reason, the objective of this work has been to analyze the science and technology indicators of the autonomous community of Andalusia, the largest of Spanish territorial entities, through a comparison at national and European levels from 2010 to 2017. The method consisted of a descriptive analysis using data obtained from national and European official databases. From the results it was observed that Andalusia has presented a process of progress in R&D for its growth and regional well-being. Thus, the originality of this work lies in the fact that the empirical research on R&D evaluation has been relatively recent, having as its main finding that knowledge management is the primary element for taking advantage of a region's investment. The limitations lie in the way of measuring performance indicators from one region to another.

KEYWORDS: R&D activities, innovation, science, technology, Andalusia, Spain, Europe.

NOTAS DE AUTOR

lino.meraz@uabc.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Actualmente el desarrollo de políticas en favor de la ciencia, tecnología e innovación efectiva representa uno de los instrumentos fundamentales para promover la productividad, competitividad y desarrollo socioeconómico de las sociedades (Aguilar, 2017; Carrasco, 2019; Coccia, 2019; Prasetyo y Dzaki, 2020; Seoh y Im, 2020). Por lo que se vuelve esencial la elaboración de estrategias públicas que permitan fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas, lo cual es posible si se cuenta con indicadores de ciencia, tecnología e innovación, que permitan obtener datos cuantitativos del desarrollo de las actividades enmarcadas en dichas áreas (Barrere, 2009; Díaz et al., 2006; Sánchez Rico, 2019; Santarelli, y Piergiovanni, 1996).

Por lo anterior, es importante contar con indicadores confiables y pertinentes que midan de manera eficiente los diversos procesos involucrados en la toma de decisiones, así como en el aumento de la capacidad científica y tecnológica del país (Farías y Guzmán, 2009; Heng et al., 2020). Seguramente, esto posibilitará la asignación correcta de recursos, en función de la identificación de las capacidades y debilidades de dichos indicadores. Precisamente la obtención de los indicadores de ciencia, tecnología e innovación hacen posible el análisis de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) realizadas por un país o región que se usa como herramienta para determinar y definir la formulación, aplicación y evaluación de las políticas públicas de carácter científico y tecnológico (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología [RICYT], 2020; Suárez et al., 2008).

De ahí surge la pregunta de investigación: ¿cuáles fueron los indicadores de ciencia y tecnología más importantes para la formulación de políticas públicas en Andalucía durante el período 2010-2017? En este sentido, el objetivo de este trabajo ha sido describir la evolución temporal de los indicadores más relevantes de ciencia y tecnología de Andalucía (España), y compararlos a nivel nacional y europeo con la intención de colaborar de manera objetiva al diagnóstico de los resultados provenientes de la inversión de recursos públicos y privados para la mejora de la competitividad regional andaluza. Como fuente se utilizaron informes y bases de datos elaborados por distintos organismos oficiales y particulares. Los datos se analizaron a través de diversas técnicas de estadística descriptiva.

Así, este estudio ha pretendido ayudar a cerrar la brecha en el conocimiento en las actividades de I+D en España y determinar parcialmente las características de ciencia, tecnología e innovación, siendo elementos fundamentales en el desarrollo de políticas públicas. Estructuralmente, este artículo se conforma de las secciones que se mencionan a continuación: primero se presenta una descripción teórica y conceptual de la revisión literaria de los indicadores de recursos económicos, recursos humanos, alta tecnología, producción científica y patentes. Después se desglosan las especificaciones metodológicas y aspectos del análisis de la información. Finalmente, se describen detalladamente el análisis de los principales resultados del estudio y se exponen las conclusiones y hallazgos, lo que promueve la generación del conocimiento y futuras investigaciones.

Como punto de partida se definieron las categorías de indicadores a incluirse en el análisis del presente trabajo. Así pues, las actividades de I+D quedaron conformadas por las categorías que se muestran en la figura 1: Recursos Económicos (RE), Recursos Humanos (RH), Alta Tecnología (AT), Producción Científica (PC) y Patentes (PA).

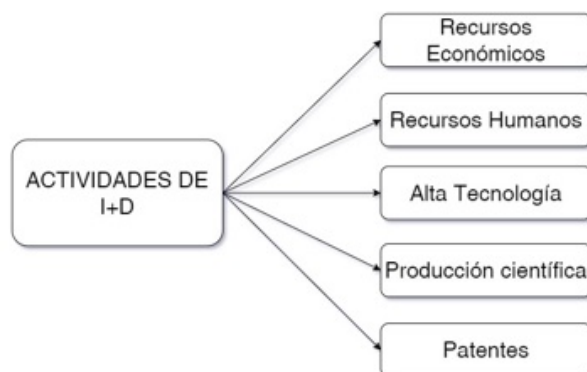


FIGURA 1

Categorías de las variables utilizadas para el análisis descriptivo

Elaboración propia a partir de Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2002)

Recursos económicos

De acuerdo con la OCDE (2002), estos indicadores reflejan los recursos económicos destinados por cada país tanto a I+D como al resto de Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT). Los recursos se miden en función de una serie de subindicadores (Nguyen, 2020). En el caso de la estadística sobre actividades de I+D del Instituto Nacional de Estadística son las unidades o agentes responsables de la ejecución, las empresas, administraciones públicas, universidades e instituciones privadas sin fines de lucro, quienes responden a través de encuestas retrospectivas. La cuantía destinada a I+D durante el año anterior y la proporción financiada por las Administraciones Públicas. El gasto en I+D total en los distintos sectores de ejecución, adquiere relevancia, aun cuando solo se centra en la medición de la I+D que comprende la investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental, lo que representa una importante guía teórico-metodológica para la construcción de este tipo de indicadores en general (Aguilar, 2017; Cordero, 2019). Lo anterior coadyuva con la facilitación para la gestión, planificación, decisión y control en materia de política científica nacional, así también para proporcionar a los organismos estadísticos la información para la comparabilidad entre países (Albert et al., 2007; Instituto Nacional de Estadística [INE], 2016). Para el presente estudio, se estructuró el análisis de los recursos económicos como se muestra en la figura 2.

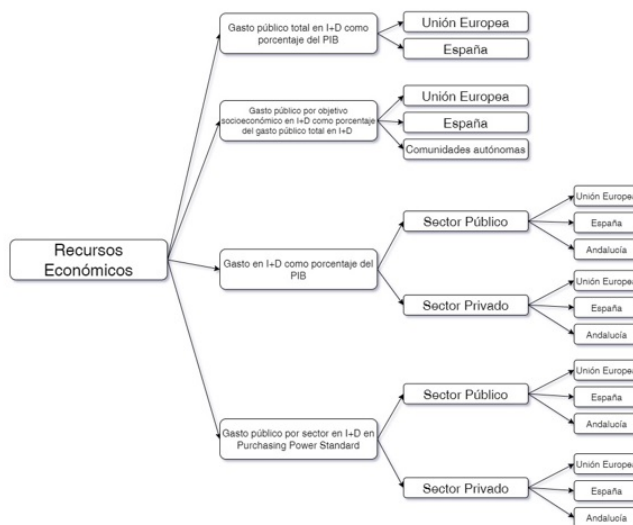


FIGURA 2
 Esquema de análisis de la categoría recursos económicos
 Elaboración propia a partir de Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2002)

Recursos humanos

Según la OCDE (2002) el recurso humano implica todo el personal empleado directamente en I+D, así como las personas que proporcionan servicios directamente relacionados con actividades de I+D como administradores, directores y personal de oficina, comprendiendo también investigadores, técnicos y personal asimilado o de apoyo. La función de los recursos humanos se concibe en la concepción de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, incluyendo la gestión de los proyectos. Estos constituyen un factor determinante en actividades encaminadas a la competitividad, productividad y desarrollo socioeconómico de la sociedad (Aguilar, 2017); por lo que es importante medir su evolución e incidencia en el mediano y largo plazo. No obstante, al momento de analizar datos de este indicador no todos los países tienen información sobre efectivos y flujos de personal. Por lo que establecer comparaciones de personas cualificadas o empleadas en cualquier actividad de I+D en ocasiones resulta muy difícil (Baptista, 2018; Sánchez-Cañizares et al., 2020).

Los indicadores de personal dedicado a I+D expresan el número total o parcialmente dedicadas a I+D, en relación con el total de habitantes o de población activa del país (Sancho, 2001), a su vez que se demuestra la importancia que brinda el país a la ciencia y tecnología en relación con el número de personal total empleados existentes. Dentro de este indicador se encuentran los investigadores, tanto aquellas personas que han terminado con éxito sus estudios en el campo de la ciencia y tecnología como aquellos empleados en ocupaciones donde la titulación es necesaria (Crespi y Quatraro, 2015). Cabe agregar que la participación de técnicos y personal asimilado en la I+D son las tareas científicas y técnicas necesarias para la aplicación de conceptos y métodos operativos, que comprende también a todas aquellas personas que realizan actividades con conocimientos técnicos y especializados en áreas de la ingeniería física, ciencias sociales y humanidades, incluyendo personal de oficios cualificados y sin cualificar de oficina y de secretaria (González-Moreno et al., 2019; Sáez et al., 2020). Para el presente estudio, se estructuró el análisis de los recursos económicos comprendiendo la estructura que se muestra en la figura 3.

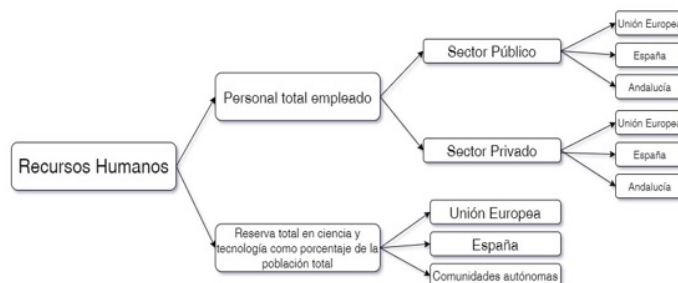


FIGURA 3

Esquema de análisis de la categoría recursos humanos

Elaboración propia a partir de Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2002)

Alta tecnología

Los sectores de alta tecnología son importantes para conseguir un crecimiento económico sostenible, productividad y bienestar. La estadística de alta tecnología de carácter anual es una síntesis que proporciona datos sobre la producción de alta tecnología en España, considerándose como el stock de conocimientos necesarios para producir nuevos productos y procesos, lo cual requiere un continuo esfuerzo en investigación y una base sólida en tecnología (Calvo, 2019; Huang et al., 2019; Sancho, 2001). El estudio de la alta tecnología desde el punto de vista de productos se basa en la construcción de indicadores que reflejen el contenido tecnológico de los bienes producidos y exportados por un país o sector industrial.

En el actual escenario de globalización el recurso humano, la tecnología y la competitividad constituyen la parte esencial de cualquier modelo de desarrollo. En este sentido, la innovación tecnológica es un proceso concebido inicialmente como un modelo lineal de flujo de conocimiento, donde la innovación es la consecuencia del desarrollo de nuevas ideas, que se transforman en productos a través de la investigación científica básica pasando por el desarrollo experimental hasta la fabricación y comercialización del nuevo producto (Narin y Olivastro, 1992). Este concepto de innovación tecnológica lineal ha cambiado radicalmente en los últimos años siendo sustituido por un modelo de conexión en cadena más complejo, según el cual las actividades de innovación son el resultado de un proceso de retroalimentación de fuertes interacciones continuas y repetidas entre diferentes elementos heterogéneos e interdependientes (Andrés y Doménech, 2020; García et al., 2019).

La innovación tecnológica agrupa tres procesos claramente diferenciados, el primero es la investigación que puede ser básica (propia de conocimientos científicos) o aplicada (investigación con un objetivo específico); el segundo es el proceso de desarrollo que se define como la aplicación de resultados en la fabricación de materiales de nuevos proyectos o sistemas de producción; y, el tercero es la innovación tecnológica que comprende productos y procesos tecnológicamente nuevos que son introducidos al mercado (innovaciones de producto o de procesos) (Camisión-Haba et al., 2019; Fernández y Gómez, 2020). El análisis descriptivo de la categoría Alta Tecnología para el presente trabajo se estructuró de acuerdo a la figura 4.

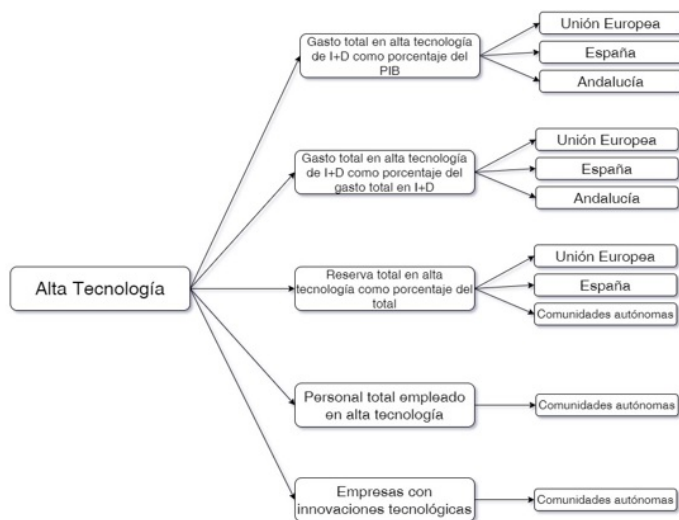


FIGURA 4

Esquema de análisis de la categoría alta tecnología

Elaboración propia a partir de Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2002)

Producción científica

La utilización de bases de datos es fundamental para buscar y consultar las publicaciones científicas más significativas en las diferentes áreas del conocimiento. Las bases de datos más relevantes no sólo de investigación sino de difusión son Web of Science (WOS) y Scopus. La primera de ellas es la plataforma de información científica más amplia suministrada por Thomson Reuters para la consulta de bases de datos del Instituto de Información Científica (ISI), esta incluye tres bases de datos por áreas del conocimiento: Science Citation Index Expanded (SCIE), Social Science Citation z Index (SCCI), y Arts & Humanities Citation Index (AHCI), sumándose en 2015 Emerging Souce Citation Index (EXCI). La segunda es la base de datos más amplia en referencias bibliográficas con resúmenes y citas de la literatura científica revisada, incluyendo 21.900 títulos de revistas (1.800 de acceso abierto) de alrededor de 5.000 editores internacionales y 55 millones de registros (incluyendo patentes, sitios web y datos de producción científica de revistas de todas las disciplinas). Con ello, cualquier autor obtiene visibilidad a nivel internacional, garantizando la difusión adecuada y necesaria de su producción científica (Bautista-Puig et al., 2019; De Flippo et al., 2019; Gui et al., 2019; Plaza, 2006).

En particular, este trabajo se enfocó en WOS, dado que la base de datos es a nivel internacional y da acceso a datos sectoriales, lo cual es fundamental para el análisis del conocimiento científico en Andalucía; además que WOS tiene mayor calidad e impacto en el tema científico. Es importante mencionar que la investigación competitiva produce diferentes resultados que pueden variar en función del área del conocimiento correspondiente. A pesar del contexto de reducción en inversión en I+D, la producción científica sigue manteniendo su ritmo creciente, lo que reitera el compromiso y enorme esfuerzo de las universidades pese a la escasez de recursos (Delgado-Vázquez et al., 2019; Gómez-Escalonilla, 2020). Con respecto a este indicador, el esquema de análisis se propuso como se muestra en la figura 5.

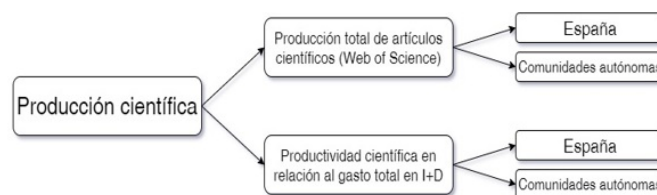


FIGURA 5

Esquema de análisis de la categoría producción científica

Elaboración propia a partir de Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2002)

Patentes

La patente es definida como un título que reconoce el derecho de explotar en exclusiva la invención patentada, impidiendo a otros su fabricación, venta o uso sin previo consentimiento del titular. En contraparte, la patente se pone a disposición del público para su conocimiento, por lo que se es protegida legalmente en productos o procedimientos que son susceptibles de reproducción con fines industriales y tiene una duración de 20 años (Oficina Española de Patentes y Marcas [OEPM], 2020). Las patentes han sido un punto central de las actividades de I+D para muchas instituciones innovadoras, por consecuencia, su incremento ha ido al alza en los últimos años. De ahí la formación de centros e instituciones que cooperan con universidades y agentes científicos en temas de innovación y aplicación productiva del conocimiento científico (Cascajares et al., 2020; Crespi y Quattraro, 2015; Meyer, 2000). En términos generales, el sector empresarial aplica solicitudes de patentes dado el mayor interés de comercialización de los resultados de I+D, así como de la transferencia del conocimiento aplicable y del aprovechamiento en términos económicos; en el caso de las universidades buscan la protección de datos, procesos y conocimiento que puede estar o no vinculada a la obtención de patentes comerciales (Fombuena, 2019; Giachi, 2019; Negrín et al., 2020).

Para la obtención de patentes, existen varias posibilidades de determinar y representar una invención. Primero se debe determinar una entidad como persona física o jurídica, una sociedad, empresa con o sin fines de lucro, una institución u organismo público español. Por su parte, la oficina de patentes se encarga de examinar si se cumplen los requisitos; entre estos se determina si las características de la patente son novedosas, si contiene actividad inventiva y si es compatible en la aplicación industrial. Es importante que el solicitante designe aquellos estados europeos en que se requiere la protección, siempre que forman parte del Convenio Europeo de Patentes, siendo estipulado en el Convenio de París en 1883 (Aldieri et al., 2019; Plaza, 2006; Tijssen, 2001).

Lo anterior fue modificado en el año 1978 mediante una reforma en la que el solicitante tiene la opción de presentar su solicitud de la patente internacional por medio de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual que administra el procedimiento establecido en el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes. Así, de acuerdo con dicho tratado el solicitante posee de más tiempo para cumplir los requisitos establecidos y aprovechan el tiempo ganado para evaluar las posibilidades de alcanzar la protección y la estimación del valor comprobable con terceros, como también la competencia existente de la patente. Ahora es la vía más extendida de mayor consenso entre los inventores que desean comercializar su invención en el mercado global (Mexia et al., 2019; OCDE, 2002; Plaza y Albert, 2004). Esta categoría de indicadores se analizó a través del esquema de la figura 6.

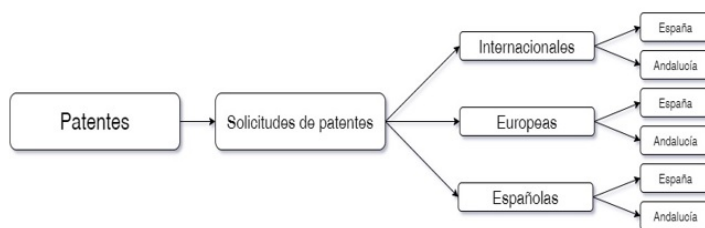


FIGURA 6
 Esquema de análisis de la categoría patentes
 Elaboración propia a partir de Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2002)

Fuentes de los datos y técnica de análisis

El periodo de estudio comprendió los datos reportados entre 2010 y 2017 (2016 en algunos casos). Los institutos internacionales estadísticos mencionados para la obtención de los datos, fueron entre ellos, la Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas (EUROSTAT), INE, OEPM, Observatorio Español de I+D+I (ICONO), Junta de Andalucía y Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT). La recuperación de estos datos se realizó en el año 2019. Para todos los indicadores arriba descritos se aplicaron técnicas de análisis descriptivo univariado a través de tres medidas: (i) serie de tiempo, con la finalidad de observar su comportamiento dentro del periodo de estudio; (ii) cifra promedio de las observaciones; y (iii) tasa de incremento, con base en la cual se creó una escala ordinal.

MÉTODO

El análisis de este estudio se realizó a partir de la clasificación comúnmente empleada para indicadores de inversión, propuesta en 2002 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que cuantifica los recursos nacionales dedicados a ciencia y tecnología, además de los indicadores de resultados de I+D, a través de los cuales se conoce el nivel de los beneficios como resultado de tales inversiones (De Castro et al., 2009). Por tanto, es necesario estimar la generación del conocimiento científico y conocimiento tecnológico. Entre los principales indicadores en la política científica se encuentran en primer término los indicadores de inversiones en I+D, recursos económicos, humanos y de alta tecnología; y en segundo lugar los indicadores de resultados, producción científica y patentes. Un rasgo importante de los indicadores mencionados anteriormente, es el problema en la medición de los indicadores de resultados, dado que es más complicada que la valoración de los indicadores de inversión; un ejemplo de ello se presenta en el conocimiento científico, ya que tiene la dificultad de ser intangible y acumulativo; se contabiliza principalmente a través de las actividades científicas, mientras que el conocimiento tecnológico se calcula fundamentalmente mediante las patentes.

RESULTADOS

De los Recursos Económicos, la financiación en I+D en España durante 2010 a 2017 fue de 1.68%, dicho porcentaje se encuentra por encima del nivel europeo ya que este alcanzó un porcentaje de 1.44%. La evolución de la financiación total de I+D tuvo una disminución desde 2010 hasta 2012, tanto en la Unión Europea (UE) como en España (ES). En España, el máximo porcentaje de financiación total de I+D se

encuentra en 2010, y el importe más bajo en 2013; una posible explicación se encuentra en el origen de la crisis económica de España, que se produjo durante el período 2009 a 2014. Para el segundo período que se muestra en la tabla 1 del 2014 al 2017, se puede observar que permaneció más estable. Así, se analiza que en los últimos años hubo una disminución del gasto público en I+D, tanto para España como para la Unión Europea, por lo que se puede afirmar que esta evolución negativa refleja una pérdida de relevancia estratégica de I+D en los gastos del gobierno español comparado con otras políticas durante el período analizado (Hoffmann et al., 2020; OCDE, 2002).

La información necesaria proviene directamente de todas las unidades de las Administraciones Públicas que gestionan partidas presupuestarias de I+D y que, en el caso de España, corresponden con la política de gasto 46 de los presupuestos generales del Estado y sus equivalentes en las Comunidades Autónomas (Carrasco, 2019). El gasto total público de I+D en España y en la Unión Europea en todos sus sectores están reflejados en las tablas 2, 3 y 4, respectivamente, en Purchasing Power Standards (PSS) y en porcentaje sobre el gasto total español, lo cual expresa la porción total de la financiación pública en créditos, destinada a la I+D previsto según el objetivo de la administración pública, sin influencia inflacionaria (INE, 2019; Mouzakiti, 2020).

Puede observarse que, el gasto público total se repartió en 13 objetivos socioeconómicos. Tanto en España como en la Unión Europea, el mayor porcentaje de gasto está destinado al sector de I+D para el Fondo General de Universidades y a I+D para Otros Fondos Generales de Universidades. Otra parte importante del gasto está destinada a los sectores de Industria y Tecnología, y de Salud, a pesar de que ambos utilizan una parte importante del gasto en España y la Unión Europea. Así, los objetivos socioeconómicos que menos partida presupuestal recibieron por arte del Estado son: Educación y Cultura y Religión. Por lo tanto, el gasto en I+D como porcentaje del PIB refleja el esfuerzo relativo realizado por un país o región para crear nuevo conocimiento y para transferir el que ya existe; en la tabla 5 se recoge el valor de este indicador como porcentaje del PIB europeo, español y andaluz, el cual pasó de tener un gasto de 2,560.61 millones de euros a 84,999.55 millones de euros al llegar al año 2017 (Cordero, 2019; Schnabel y Seckinger, 2019).

El gasto público en I+D surge de los gastos de la administración pública y de las universidades, mientras el gasto privado viene de las empresas y de IPSFL. En ambos casos la media española siempre es inferior a la media europea (Calvo, 2019). Particularmente, en el caso de Andalucía (AN) presenta un indicador del gasto de I+D público sobre el PIB mayor tanto a la media española como europea. En primer lugar, se observa que el esfuerzo tecnológico global Gasto I+D/PIB, fue mayor para la media europea que para la media nacional durante la mayoría del período analizada, mostrándose un comportamiento diferenciado, ya que en la Unión Europea se ha incrementado el esfuerzo relativo representando el 1.83% en 2010 y el 1.94% en 2016; mientras que la media española se ha visto reducido del 1.35% al 1.19% respectivamente, lo que origina una variación negativa del -11.85%.

Respecto a Andalucía, se puso de manifiesto que la comunidad muestra un porcentaje de gastos de I+D inferior a la media española y europea durante todo el período analizado, siendo una de las comunidades autónomas donde la disminución del esfuerzo realizado se ha producido con mayor intensidad. En cuanto al esfuerzo tecnológico empresarial, Andalucía se encontraba muy por debajo de los valores medios tanto nacionales como europeos y es una de las comunidades españolas que presentó un menor indicador. También se observó que el esfuerzo tecnológico global (Gasto Privado en I+D / PIB) fue bastante mayor a la media europea, que para la media nacional durante todo el período estudiado. Asimismo, se puede apreciar que el esfuerzo tecnológico global (Gasto Público en I+D / PIB) fue mayor para la media europea que para la media nacional durante todo el período de estudio. En este sentido, Andalucía tuvo un porcentaje de gasto de I+D público inferior al promedio español y europeo, continuando el declive fuertemente al presentar una cifra de 0.76% del PIB en 2010 a un 0.57% del PIB en 2016. El esfuerzo tecnológico de las empresas andaluzas se encontró en uno de los más bajos de la nación, representando una situación desfavorable en la región de Andalucía (Belmonte et al., 2019).

Consecuentemente, en la tabla 6 se representan cinco indicadores fundamentales del gasto I+D en PSS y sobre el gasto total. El gasto I+D total se divide en dos componentes: el gasto público y privado. El total del gasto I+D total muestra una variación de 23.53% respecto del período 2010 a 2016 que es un aumento bastante significativo a nivel europeo. Mientras que a nivel español hubo una disminución de -4.16% variación respecto al mismo período. Un resultado desalentador presentó Andalucía en su gasto I+D total durante dicho período dado que su variación del 2010 al 2016 fue de -16.96%. En un segundo análisis del gasto privado realizado (I+D privado en PSS) fue mayor para la media europea al final del período comprendido (2016). En lo que compete a comunidades autónomas se destaca que Andalucía mostró un importe de gastos privado de I+D sumamente reducido en comparación con las demás comunidades, siendo unas de las comunidades autónomas donde la disminución del gasto realizado ha pasado drásticamente de 653.05 en millones de euros en PSS en 2010 a 560.48 millones de euros en PSS en 2016, lo que refleja una variación de -14.18% en relación a las actividades empresariales del sector gasto privado andaluz.

Un tercer análisis corresponde al gasto público (indicador 3, tabla 6) donde la media europea en I+D se puede apreciar con un incremento significativo de 12.14%, mientras que para la media nacional durante todo el período analizado se observa una variación negativa de -8.79% respecto a su evolución de 2010 a 2016. Igualmente, en relación con Andalucía se muestra una disminución de -18.52%. En cuarto lugar, el análisis de los datos observados parte de los importes del gasto I+D privado sobre el gasto I+D total, se aprecia que los porcentajes de la Unión Europea tuvieron una evolución creciente en el gasto de I+D privado, de igual modo aumentó el gasto de I+D en el sector privado para España y Andalucía. A pesar de que la participación en Andalucía aumentó, el peso del gasto privado no contribuyó en la misma medida que el gasto público quedando muy por debajo del promedio nacional y europeo.

De esta manera, se pone de manifiesto la escasa implicación del sector empresarial andaluz en las actividades de I+D, así como la debilidad de la actividad tecnológica empresarial. Esto se contrasta con la situación de las regiones más desarrolladas de España y con los principales países de la Unión Europea donde el esfuerzo empresarial en I+D es superior al esfuerzo público (Peláez Quero y Pastor Seller, 2019). Continuando con el análisis de información, en la tabla 7 se expresa cuánta aportación hizo cada región al total de España. La evolución del gasto I+D en porcentaje de Andalucía sobre el total nacional se vio levemente afectado en algunos años, obteniendo su máximo en 2010 de 11.84% y disminuir hasta un 10.26% en 2016. Comparando el porcentaje promedio en el período descrito, Andalucía con las demás comunidades se coloca en el tercer sitio después de Madrid y Cataluña (11.25% en promedio).

De los Recursos Humanos, en la tabla 8 que se muestra a continuación, se deja ver el comparativo del indicador de I+D entre la Unión Europea y España durante el período de 2010 y 2016. En primer lugar, se muestra que el personal empleado mayor para la variación europea fue de 16.28% en relación con la variación nacional de -7.27%, presentando un comportamiento en la Unión Europea de incremento del personal empleado mientras que la media española se redujo. Por su parte, Andalucía se encuentra dentro de los últimos en el rango de las variaciones del período del personal empleado con 12.38% al final del período en I+D, manteniendo una relación inferior a la variación española y europea. Con respecto a la media europea del personal empleado en I+D público aumentó, mientras que la media española disminuyó. En el caso de Andalucía el indicador del personal empleado en I+D público fue menor tanto a la media española como europea, es decir, estuvo muy por debajo de los valores medios europeos pero superior a los valores medios nacionales.

Así, en el manual de Canberra de 2009, se indica que la reserva de personal para I+D son todos aquellos recursos humanos tanto reales como potenciales para la generación del avance en difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos, es decir, abarca todas las personas con cualificaciones formales en nivel cinco o mayor grado que estén o no empleados en actividades de I+D (Hervas-Oliver et al., 2020; Sancho, 2001). De esta manera, en la tabla 9 se presenta el conjunto de recursos relativos de reserva de I+D / población activa total, realmente disponible y económicamente viables con la tecnología actual para

satisfacer las necesidades humanas o llevar a cabo una actividad. Además, refleja el gasto realizado por un país o región en ciencia y tecnología en porcentajes de sobre la población total. Se observa que la reserva del personal empleado en I+D fue mayor para la media europea que para la media nacional, y Andalucía presentó un índice inferior, con un 95% sobre la población total en comparación con la reserva de personal en I+D nacional y europea.

De la Alta Tecnología, enseguida se presenta la tabla 10, la cual brinda información de valores del indicador de gasto en alta tecnología de la Unión Europea, España y Andalucía de 2010 a 2016, donde la media nacional disminuyó -2,02%, destacándose Andalucía con un porcentaje de gastos de alta tecnología superior a la media española y menor a la media europea.

Como se observa en la tabla 11, la posición española en su aportación al gasto en alta tecnología en el contexto europeo tuvo una proporción promedio de 6.2% en el periodo 2010 - 2017. En el mismo periodo el gasto ha tenido un incremento negativo de -10.18%. Las comunidades españolas que representan el mayor gasto en el total nacional han sido en promedio (2010 - 2017): Valencia (28.79%), Madrid (26.14%) y Murcia (15.34%). En el caso de Andalucía, ésta se ha colocado en el lugar 10° con un promedio de 2.34% con respecto al total español. El incremento en la participación nacional del gasto en el mismo rubro ha visto el crecimiento mayormente para las comunidades de Cantabria (+65%), La Rioja (+31.4%) y Asturias (+7.63%). Andalucía ha disminuido su participación en el mismo periodo en -2.45% ocupando el lugar 11° en España en ese concepto.

Consecuentemente, en la tabla 12, el personal empleado en alta tecnología (indicador que se define como el número de personas que se dedican a la investigación en todos los sectores de participación en alta tecnología), se expone que el personal empleado a nivel europeo se incrementó mientras que el promedio nacional se mantuvo balanceado durante dicho período. Es preciso mencionar que, en las comunidades autónomas en 2017, el mayor número del personal empleado en alta tecnología provino de Cataluña, Madrid y Andalucía; alcanzando este último el puesto tres con 2,948 personas empleadas.

Con respecto al personal empleado en alta tecnología (indicador que se define como el número de personas que se dedican a la investigación en todos los sectores de participación en alta tecnología) se observó que en el período 2010 - 2017 las comunidades autónomas con el mayor número de empleados fueron: Cataluña (3,126), Madrid (2,827) y Andalucía (2,795). En cuanto al incremento en personal empleado las comunidades que tuvieron mayor crecimiento fueron: Illes Balears (12.55%), la ciudad autónoma de Melilla (12.5%) y Canarias (11.24%). Andalucía se ubicó en el sitio 7° en crecimiento con un 2.65%.

Con respecto a la innovación, la tabla 13 muestra las empresas que incorporaron innovación tecnológica en el periodo 2010 - 2017, concebida ésta como un proceso integrador de investigación, desarrollo e innovación. Las comunidades con un promedio de empresas más alto fueron Cataluña (4,694), Madrid (3,674) y Valencia (2,388), mientras que Andalucía se colocó en la posición número 4° con 2,314 empresas que declararon haber incorporado innovación tecnológica. A nivel nacional, la evolución de este rubro ha sido negativo en el periodo analizado. En la totalidad de las comunidades autónomas, hubo una contracción en el número de empresas con innovación. Las comunidades más afectadas fueron: Cantabria (-63.91%), Illes Balears (-63.11%) y Castilla y León (54.42%). Andalucía se ubicó en la posición 9° con peor desempeño al contraerse en un -45.27% su número de empresas con innovación en el periodo bajo análisis.

De las Publicaciones científicas, en la tabla 14 se observa la cantidad de artículos científicos indizados a través de WOS. A nivel nacional, España ha promediado una producción de 51,171 artículos en el periodo 2010 - 2017 con un incremento de 34.26% en la producción. Cuando se observa este dato por comunidad autónoma, Andalucía ocupó un tercer puesto en producción total promedio (8,903 productos) por detrás de Madrid (16,479) y Cataluña (14,267). A pesar de dichos niveles, Andalucía no ha sido tan dinámica como otras comunidades en cuanto al incremento de producción científica. Los primeros lugares, bajo dicho criterio, lo han ocupado: La Rioja (+153.48%), País Vasco (+83.06%) y Extremadura (+50.63%). El

incremento en la producción científica andaluza la sitúa en los últimos lugares (15° de 17 en la tabla) con un modesto incremento de +33.37% (Orduña-Malea y Martín-Martín, 2016; Van Raan, 1993).

Fuente: Elaboración propia con datos de Fundación Española de Ciencia y Tecnología (2019)

De interés igualmente, resulta analizar la productividad del recurso destinado a I+D en relación a los artículos científicos producidos por cada comunidad autónoma española. La tabla 15 muestra que en el periodo 2010 - 2017, el país destinó 110.33 € en promedio por artículo observando una mejora en su eficiencia del +33.47%. Las comunidades autónomas con menor gasto por artículo promedio en el periodo analizado fueron: Asturias (56.93 €), Castilla – La Mancha (58.46 €) y Aragón (58.70 €). Con relación al gasto promedio realizado por Andalucía en el mismo periodo, éste la ubicaba entre las comunidades menos eficientes al destinar 109.65 € para producir cada artículo. La evolución de la productividad del gasto en I+D describió también un comportamiento interesante. De todas las comunidades autónomas, Extremadura fue la que ha descrito una mejora en el uso de su recurso logrando un incremento del +86.76%, seguida por La Rioja con un +66.34%, y posteriormente en tercer sitio, Asturias con una mejora del +55.78%. El desempeño de la comunidad andaluza ha sido intermedio en el conjunto abordado, pues su mejora del +39.61% la situó en el lugar 8° en cuanto mejora de desempeño en el ramo. Cabe destacar aquí el caso de tres comunidades que han empeorado en su productividad científica: Navarra (-40.2%), Murcia (-44.35%) y País Vasco (-83.05%).

De las Patentes, en la tabla 16 presenta el total de patentes solicitadas en un comparativo entre Andalucía y el total nacional español. España, por cualquiera de los medios disponibles, observó en el periodo 2010 - 2016, 6,368 solicitudes de patentes en promedio, de las cuales 677 fueron en Andalucía. Mientras que el incremento nacional fue de -14.38%, las solicitudes andaluzas crecieron en el mismo periodo en un +4.46%. Con respecto a las vías utilizadas, mientras que a nivel nacional todas las solicitudes describieron una tendencia negativa en cualquiera de las vías, Andalucía tuvo un incremento positivo de 62.5% en las patentes solicitadas vía europea, constituyendo éste el medio que más dinamismo tuvo, ya que la vía española creció apenas +12.78% y la vía internacional disminuyó en -21.67%.

DISCUSIÓN

Como resultado de la investigación en la política de ciencia, tecnología e innovación efectiva aplicada de manera específica a la región de Andalucía, se analizaron indicadores cuantitativos para medir los alcances de la competitividad, productividad y desarrollo socioeconómico, y evaluar con ello la contribución de los agentes participantes en las diversas actividades enfocadas a estas áreas, resaltando que los indicadores se comparados con los resultados obtenidos en España y la Unión Europea. Así, con base en las consultas realizadas en las estadísticas emitidas por distintos organismos, principalmente EUROSTAT, INE, OEPM, el Observatorio Español de I+D+I y la Junta de Andalucía, se consideraron los indicadores de inversión pública y privada, recursos humanos, alta tecnología y productividad científica, los cuales cada uno a su vez fueron desglosados en indicadores más específicos.

Según datos de la OCDE (2002) se considera que los indicadores de inversión son los más relevantes para medir los recursos destinados a I+D en países o regiones. En este rubro la inversión presupuestaria de España en I+D careció de importancia estratégica durante el período de 2010 a 2017, ello constatado en la disminución progresiva de la tasa de inversión, ya que de inicio alcanzó 1.68% (incluso superior a la Unión Europea) y 1.44% para los siguientes años, lo que indica que no logró recuperarse y se mantuvo por debajo del nivel medio de la Unión Europea de 1.39% versus 1.33% de España. Es importante destacar que el gasto público es distribuido en 13 objetivos socioeconómicos aplicados a nivel de la Unión Europea como en España, entre los que destaca la partida de recursos a universidades que comprende el Fondo General y Otros Fondos Generales de Universidades, el cual experimentó un aumento positivo nacional y a nivel de la Unión Europea.

Lo anterior puede interpretarse como una perspectiva clara de la gestión y generación de conocimiento, así como la implicación que tiene la transferencia del recurso intelectual, innovador y tangible para una región o país en el desarrollo económico y social en el largo plazo. Particularmente en el caso de Andalucía esta perspectiva de gasto público en relación con el Producto Interno Bruto (PIB) se vio intensamente afectada, con mayor impacto incluso que otras comunidades autónomas del país, pues observó un porcentaje de 1.18% del PIB en 2010 a 0,91% de PIB en 2016, aumentando la distancia con la media nacional que tuvo un 0.19% al compararse las medias entre los dos periodos. Por supuesto que este resultado tiene consecuencias en el sector generador de conocimiento como las universidades o centros de investigación, de igual manera en la interacción con otros sectores productivos, aprovechamiento de recurso humano, tecnología y productos.

Retomando la definición emitida por la OCDE en 2002, sobre la función del recurso humano que desempeña en I+D como punto central a la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, incluyendo la gestión de los proyectos respectivos, los indicadores en este recurso parten de la promoción de personal en el sector de la administración pública y personal de investigación involucrado en las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Andalucía presentó indicadores desalentadores en la incorporación de personal dedicado a la investigación en relación con toda la población participante en actividades (PEA) de todos los sectores dedicados a I+D. Los indicadores reflejaron un porcentaje por debajo de la media nacional en cuanto al sector.

El sector público de Andalucía también reflejó una caída menos pronunciada, pero igualmente negativa respecto a la media nacional y europea, siendo una de las comunidades autónomas donde la disminución del personal empleado ha generado que se incremente aún más la brecha referente a la media nacional. En cuanto al personal de investigación incorporado a la administración y universidades fue distinto, pero aun así inferior a la media europea. Sin embargo, caso contrario sucedió en el sector empresarial donde pareciera que se obtuvo el mejor aprovechamiento del recurso humano especializado en investigación, pero en Andalucía este indicador no se vio reflejado en el sector privado, quedando al margen de la oportunidad de progreso en este ámbito crucial para una región. En contraposición, el sector público, pese al descenso en la variación porcentual del período, en la incorporación de personal de investigación fueron superiores a la media nacional.

Asimismo, el indicador del sector público mostró que en Andalucía la captación del personal de investigación recae como una función de mayor extensión para actividades de I+D, aunque presupuestalmente exija un mayor compromiso del Estado. Por otra parte, los datos expuestos dejan ver los cambios en la gestión del sector privado hacia los resultados de I+D orientados a la obtención de productos donde la transferencia de conocimiento y tecnología se refleja en innovación patentada y, por supuesto, a la sinergia con el sector público y universitario. Un factor de importancia radica en el personal de reserva, subindicador del recurso humano para I+D, en el cual se entiende que es el personal que estaría disponible y preparado para involucrarse en el desarrollo de la mencionada actividad; esto reflejaría un principio básico de la economía: la eficiencia productiva. En el caso de las comunidades autónomas, las de mayor reserva de personal en relación con la población activa en el año 2017 fueron Madrid, País Vasco y Navarra, para Andalucía este indicador sigue siendo una asignatura pendiente de atender para el progreso regional.

Otro factor de relevancia es la generación de alta tecnología, indicador que muestra la capacidad intensiva de actualización en I+D a corto plazo para estrategias de largo alcance. En la revisión de los indicadores de este factor, se observó que Andalucía muestra un porcentaje de gastos en alta tecnología de 0.16% a 0.19% del PIB en el trayecto del 2010 a 2016, manteniendo casi una constante en todos los años, siendo superior a la media española y, con excepción a tres años, superó la media europea. En lo que respecta al personal incorporado a las actividades de alta tecnología y en comparación a las otras comunidades autónomas, representó la tercera posición. Como resultado los indicadores sugieren que Andalucía aun presenta un proceso de transición al realizar CTI de ciencia básica a una CTI de alta tecnología. Esta región refleja una reducción de empresas que incorporan el nuevo concepto de alta tecnología, el cual se considera un proceso integrador y continuo

de I+D+I; cabe agregar que esta condición de reducción del número de empresas también se presenta a nivel nacional, lo que pudiera ser una alerta para observarse detenidamente en resultados del PIB.

Un último punto que deriva de esta investigación ha sido la inversión en resultados, siendo un indicador medible y cuantitativo que varía de acuerdo con cada país, éste se puede identificar en tesis y revistas científicas, entre otras fuentes. La protección de datos en la actividad de I+D es también importante. Se sabe que existen publicaciones científicas que presentan información básica para investigadores y estudiantes que se encuentra disponible en grandes compendios de clasificación de resultados como WOS y Scopus. Para el caso de Andalucía ésta presentó una variación de +33.37% del 2010 al 2017 respecto a la media nacional de +34.26% y una variación apenas por debajo de Madrid y Cataluña que significa un tercer sitio a nivel nacional en producción, esta cuantificación no solo significa productividad, sino la gestión investigativa al interior de las instituciones académicas; además de reflejar la sinergia de colaboración empresa-academia, la cual trasciende hacia resultados de productos patentados, es un indicador que constata la transferencia de conocimiento y tecnología a un ámbito de mayor aplicación, es decir, la conversión de ciencia básica a ciencia de aplicación patentada.

Finalmente, la participación de los sectores de I+D en solicitudes de patentes, las empresas juegan un papel decisivo tanto en la región de Andalucía como a nivel nacional, lo cual puede interpretarse como el proceso de aprovechamiento de la ciencia patentada. La participación de las universidades no se ha quedado relegada, si bien ambos sectores tuvieron variabilidad negativa por las bajas en el número de solicitudes, pero esto no significa que no se continúe el proceso, además que coadyuva a la asociación entre empresa y universidad. En resumen, Andalucía presentó un proceso de I+D de avance y hacia la consolidación de una fortaleza para su propio crecimiento y bienestar regional, no obstante, todavía existen áreas de oportunidad que deben atenderse, algunas con mayor urgencia, para impedir factores de presión que pudieran redundar en estrategias o decisiones no acompañadas de una política pública y privada con el fin de orientar resultados de gran importancia en la dinámica científica y evitar los rezagos como comunidades autónomas.

CONCLUSIONES

El desarrollo de I+D ha atraído la atención y un intenso debate en el campo de las actividades científicas en las últimas décadas. A pesar del extenso análisis empírico de indicadores elaborados en la región andaluza, la investigación empírica de la evaluación de investigación y desarrollo ha sido relativamente reciente. Los resultados estadísticos indican que los indicadores o variables aquí presentados son necesarios para que se lleve a cabo el análisis para medir el conocimiento científico y económico en Andalucía. Respecto al análisis de I+D en esta región representa poco desarrollo científico. Por lo tanto, es importante que se detone un mayor impulso a la I+D, de lo contrario traerá consigo repercusiones en la innovación de las empresas.

De esta manera, la gestión del conocimiento es el elemento que permite a las instituciones aprovechar el capital intelectual y sus beneficios. Los indicadores de inversión se consideran los más relevantes para medir los recursos destinados a I+D en países o regiones, y se expresan en 13 objetivos socioeconómicos relevantes. Así, el presente estudio empírico muestra una reducción progresiva de la tasa de inversión, la cual se puede interpretar como consecuencias en la implicación de la gestión y generación de conocimientos y en el sector generador de conocimiento como las universidades o centros de investigación. En este sentido, los resultados obtenidos tienen implicaciones importantes en las políticas de empresas, de la industria y los niveles micros.

Otro valor empresarial fundamental es la función de recursos humanos dedicados a la investigación en relación con toda la población participante en actividades de CTI. Al analizar los datos por tipo público, Andalucía se encontró ligeramente afectada, sobre todo el personal empleado en la investigación, aunque es de gran importancia por expresar un mayor compromiso del Estado. Por ello, el estudio recomienda una mayor participación en esta área, para evitar una extensa limitación por parte del gobierno y su falta de recursos económicos potenciales. Como resultado, los indicadores sugieren que Andalucía aun presenta un

proceso de transición al realizar CTI de ciencia básica a una CTI de alta tecnología. En especial el indicador de alta tecnología es el que ejerce mayor influencia al momento de desarrollarse los procesos de gestión del conocimiento. En la revisión de dicho indicador, los resultados para la región de Andalucía fueron satisfactorios. Por lo tanto, como consecuencia, lo que explicaría el mayor número de patentes, artículos, obras e investigaciones y una mayor capacidad intensiva de actualización en I+D.

El personal de reserva es un factor relevante ya que es el que se encuentra en la categoría de recursos humanos para I+D. La eficiencia productiva se basa en ellos, dado que es personal que estaría dispuesto y educado para incorporarse en la innovación y en el desarrollo. Andalucía no obtuvo el apoyo por parte del Estado, ni se encuentra en una posición favorable respecto a la CTI. Además, en este estudio se encontró# que es de mayor impacto en el gasto privado que en el gasto público por respeto a la actividad innovadora de las mismas. En resumen, la diferencia entre las instituciones públicas y privadas radica principalmente en los incentivos otorgados y la gestión del conocimiento. Esto indica que, de acuerdo con los resultados obtenidos, el aumento de ambos gastos ha sido poco similar, pero empiezan a diferenciarse en la gestión del conocimiento.

Por otra parte, a pesar de la existencia de investigaciones que relacionan la gestión del conocimiento y de la tecnología, dicha relación ha sido abordada desde un enfoque teórico. Un valor académico refleja la gestión del sector privado, ya que se orienta a la obtención de productos donde la transferencia de tecnología y conocimientos se transmite en patentes. En este estudio también se tuvieron ciertas limitaciones. Un rasgo importante de los indicadores mencionados anteriormente, es el problema en la medición de los indicadores de resultados, dado que es más complicado que la medición de los indicadores de inversión. Un ejemplo de ello se presenta en el conocimiento científico, ya que tiene la dificultad de ser intangible y acumulativo y se mide principalmente a través de las actividades científicas, mientras que el conocimiento tecnológico se mide fundamentalmente mediante las patentes.

Hechas estas cuantificaciones que no solo significan productividad, sino también reflejan la combinación de colaboración por parte de empresas y universidades, lo que en ocasiones se traduce en resultados de productos patentados o publicaciones científicas que presentan información básica para investigadores y estudiantes, las cuales están disponibles en WOS y Scopus. La protección de datos y la existencia de publicaciones científicas constata la transferencia de conocimiento y tecnología a un ámbito de mayor aplicación, es decir, la conversión de ciencia básica a ciencia de aplicación patentada. En conclusión, Andalucía presenta un progreso en I+D hacia su propio desarrollo y bienestar regional. Se puede destacar que todavía existen áreas de un crecimiento potencial que deben atenderse con mayor urgencia para llevar a cabo una asignación eficiente de resultados de gran importancia en la dinámica científica.

Contribuciones de los autores:

Conceptualización, Lea Rigger; Curación de datos, Lea Rigger; Análisis formal, Lea Rigger, José T. Olague; Investigación, Lea Rigger, Lino Meraz Ruiz; Metodología, Lea Rigger, Lino Meraz Ruiz, José T. Olague; Validación, Lea Rigger, Lino Meraz Ruiz; Visualización, Lea Rigger; Redacción del borrador original, Lea Rigger, Lino Meraz Ruiz; Redacción de revisión y edición, Lino Meraz Ruiz, José T. Olague.

REFERENCIAS

- Aguilar, M. (2017). Indicadores de ciencia, tecnología e innovación en Venezuela y su impacto en el desarrollo de políticas públicas. *Telos*, 19(1), 119-146. <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/788>
- Albert, A., Granadino, B., y Plaza, L. M. (2007). Scientific and technological performance evaluation of the Spanish Council for Scientific Research (CSIC) in the field of Biotechnology. *Scientometrics*, 70(1), 41-51. <https://doi.org/10.1007/s11192-007-0103-y>

- Aldieri, L., Loppolo, G., Vinci, C. P., y Yigitcanlar, T. (2019). Waste recycling patents and environmental innovations: An economic análisis of policy instruments in the USA, Japan and Europe. *Waste Management*, 95(July), 612-619. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.045>
- Andrés, J., y Doménech, R. (2020). La innovación para el crecimiento en la era digital. *Economistas*, 165, 123-127. <https://www.cemad.es/wp-content/uploads/2019/10/Innovacion-crecimiento-era-digital.pdf>
- Baptista, B. (2018). Una aproximación a las capacidades de diseño e implementación de políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina. *Revista Iberoamericana de Ciencias, Tecnología y Sociedad*, 13(38). <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/68>
- Bautista-Puig, N., De Flippo, D., Mauleón, E., y Sanz-Casado, E. (2019). Scientific landscape of citizen science publications: Dynamics, content and presence in social media. *Publications*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.3390/publications7010012>
- Belmonte, J. L., Sánchez, S. P., Cabrera, A. F., y Rodríguez, J. M. R. (2019). Análisis de liderazgo electrónico y la competencia digital del profesorado de cooperativas educativas de Andalucía (España). *REMIE: Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 9(2), 194-223. <http://dx.doi.org/10.447/remie.2019.4149>
- Berrere, R. (2009). La biotecnología en Iberoamérica situación actual y tendencias. Observatorio Iberoamericano de Ciencias, Tecnología e Innovación del Centro de Altos Estudios Universitarios. Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica: <http://repositorio.colciencias.gov.co:8080/handle/11146/274>
- Calvo, A. C. (2019). Sector privado y sector público en la industria española de alta tecnología: Indra. *Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 24(1), 1-36. <http://doi.org/10.1344/b3w.0.2019.27427>
- Camisón-Haba, S., Clemente-Almendros, J. A., y González-Cruz, T. (2019). How technology-based firms become also highly innovate firms? The role of knowledge, technological and managerial capabilities, and entrepreneurs' background. *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(3), 162-170. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.12.001>
- Carrasco, J. M. R. (2019). Innovación y competitividad: desafíos para la industria española. *Revista Icade. Revista de las Facultades de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales*, 106(enero-abril), 1-8. <https://revistas.comillas.edu/index.php/revistaicade/article/view/11517>
- Cascajares, M., Alcayde, A., Garrido-Cardenas, J. A., y Manzano-Agugliaro, F. (2020). The contributions of Spanish science to patents: Medicine as case of study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3638. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103638>
- Coccia, M. (2019). Why do nations produce science advances and new technology? *Technology in Society*, 59(Noviembre), 101124. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.03.007>
- Cordero, J. (2019). La compra pública de innovación (CPI) en España. Análisis de la eficiencia en el ecosistema administración – empresa (tesis de maestría), Instituto Universitario General Gutiérrez Mellado, Madrid.
- Crespi, F., y Quattraro, F. (2015). *The economics of knowledge, innovation and systemic technology policy*. Routledge.
- De Castro, G. M., Salazar, E. M. A., López, J. E. N., y Sáez, P. L. (2009). El papel del capital intelectual en la innovación tecnológica. Una aplicación a las empresas de servicios profesionales de España. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 12(40), 83-109. [https://doi.org/10.1016/S1138-5758\(09\)70043-X](https://doi.org/10.1016/S1138-5758(09)70043-X)
- De Flippo, D., Silva, P., y Borges, M. M. (2019). Caracterización de las publicaciones de España y Portugal sobre open science y análisis de su presencia en las redes sociales. *Revista española de documentación científica*, 42(2), 235. <https://doi.org/10.3989/redc.2019.2.1580>
- Delgado-López-Cózar, E. (2019). El Ranking de revistas científicas españolas con sello de calidad Fecyt: un constructo bibliométrico artificioso y obsoleto. *Anuario ThinkEPI*, 14(1), 1-5. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2020.e14e01>
- Delgado-Vázquez, Á. M., Cano, E. V., Montoro, M. R. B., y Meneses, E. L. (2019). Análisis bibliométrico del impacto de la investigación educativa en diversidad funcional y competencia digital: Web of Science y Scopus. *Aula Abierta*, 48(2), 147-156. <https://doi.org/10.17811/rifie.48.2.2019.147-156>
- Díaz, N. D., Díaz, I. A., y de Saá Pérez, P. (2006). El conocimiento organizativo tecnológico y la capacidad de innovación. Evidencia para la empresa industrial española. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, (27), 33-59. <https://www.redalyc.org/pdf/807/80702702.pdf>

- Eurostat (2017a). Key figures on Europe. 2017 edition. Luxemburgo, European Union: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/8309812/KS-EI-17-001-EN-N.pdf/b7df53f5-4faf-48a6-aca1-c650d40c9239>
- Eurostat (2017b). Eurostat-OECD compilation guide on inventories. 2017 edition. Luxemburgo, European Union: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/8228095/KS-GQ-17-005-EN-N.pdf>
- Farías, E. A., y Guzmán, A. L. (2009). Desarrollo histórico de los indicadores de Ciencia y Tecnología, avances de América Latina y México. *Revista Española de Documentación Científica*, 32(3), 119-126. <https://doi.org/10.3989/redc.2009.3.676>
- Fernández, C. O., y Gómez, L. P. (2020). Las revistas españolas de Ciencias y Tecnología como vehículos de difusión de la investigación científica. *Revista Española de Documentación Científica*, 16(3), 221-228. <https://doi.org/10.3989/redc.1993.v16.i2.221>
- Fombuena, A. (2019). Evaluación de la transferencia de conocimiento e innovación de las universidades españolas. *Revista Española de Documentación Científica*, 42(3), 240. <https://doi.org/10.3989/redc.2019.3.1596>
- Fundación Española de Ciencia y Tecnología (2019). Recursos científicos: <https://www.recursoscientificos.fecyt.es/servicios/indices-de-impacto>
- García, C. V., Velázquez, Y. T., y Valle, J. A. B. (2019). Reflexiones sobre definiciones de innovación, importancia y tendencias. *Avances*, 21(4), 532-552. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7090092>
- Giachi, S. (2019). El papel de los centros de investigación colaborativos en los sistemas de innovación: innovaciones estructurales para la producción de conocimiento. *RES. Revista Española de Sociología*, 28(3), 71-92. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2019.29>
- Gómez-Escalonilla, L. D. (2020). Educación para el desarrollo OCDE, asistencia exterior y reforma de la enseñanza en la España del tardofranquismo. *Foro de Educación*, 18(2), 127-148. <http://dx.doi.org/10.14516/fde.847>
- González-Moreno, M. J., Salvador-Ferrer, C. M., y Checa-Olmos, J. C. (2019). Corporate social responsibility in the management of human and environmental resources: Andalusian perspectives. *Resources*, 8(4), 165. <https://doi.org/10.3390/resources8040165>
- Gui, Q., Liu, C., y Du, D. (2019). Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective. *Geoforum*, 105(October), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.06.017>
- Heng, K., Hamid, M. O., y Khan, A. (2020). Factors influencing academics' research engagement and productivity: A developing countries perspective. *Issues in Educational Research*, 30(3), 965-987. <http://www.iier.org.au/iier30/heng-abs.html>
- Hervas-Oliver, J. L., González-Alcaide, G., Rojas-Alvarado, R., y Monto-Mompo, S. (2020). Emerging regional innovation policies for industry 4.0: Analyzing the digital innovation hub program in European regions. *Competitiveness Review: An International Business Review*, 31(1), 106-129. <https://doi.org/10.1108/CR-12-2019-0159>
- Hoffmann, P., Kremer, M., y Zaharia, S. (2020). Financial integration in Europe through the lens of composite indicators. *Economics Letters*, 194(September), 109344. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109344>
- Huang, F., Teo, T., Sánchez-Prieto, J. C., García-Peñalvo, F. J., y Olmos-Migueláñez, S. (2019). Cultural values and technology adoption: A model comparison with university teachers from China and Spain. *Computers & Education*, 133(May), 69-81. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.012>
- INE (2019). Indicadores de Alta Tecnología. Instituto Nacional de Estadística: https://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuario19/anu19_15tecnopdf
- INE (2016). Anuario Estadístico de España. Instituto Nacional de Estadística: <https://www.ine.es/daco/daco43/notaiat.pdf>
- Mexia, S. G., Ibáñez, C. A. M., Alonso, A. M. C., y Leal, F. B. (2019). Análisis del impacto de la propiedad intelectual en el desarrollo económico en países de América, Asia y Europa. *Boletín Científico INVESTIGIUM de la Escuela Superior de Tizayuca*, 5(9), 30-37. <https://doi.org/10.29057/est.v5i9.3946>
- Meyer, M. (2000). What is special about patent citations? Differences between scientific and patent citations. *Scientometrics*, 49(1), 93-123. <https://doi.org/10.1023/a:1005613325648>

- Mouzakiti, F. (2020). Cooperation between Financial Intelligence Units in the European Union: Stuck in the middle between the General Data Protection Regulation and the Police Data Protection Directive. *New Journal of European Criminal Law*, 11(3), 351-374. <https://doi.org/10.1177/2032284420943303>
- Narin, F., y Olivastro, D. (1992). Status report: linkage between technology and science. *Research Policy*, 21(3), 237-249. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(92\)90018-Y](https://doi.org/10.1016/0048-7333(92)90018-Y)
- Negrín, M. A., Bermúdez-Tamayo, C., García-Calvente, M., Carrasco, M., Hernán, M., Miranda, J. J., González, L. I., Briones-Vozmediano, E., García, J., Santillán, A., Segura, A., y Álvarez-Dardet, C. (2020). Nuevas normas de GACETA SANITARIA. Mejorando la calidad y la transferencia del conocimiento científico. *Gaceta Sanitaria*, 34(4), 313-315. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.02.010>
- Nguyen, V. (2020). Human capital, capital structure choice and firm profitability in developing countries: An empirical study in Vietnam. *Accounting*, 6(2), 127-136. <https://doi.org/10.5267/j.ac.2019.11.00>
- Oficina Española de Patentes y Marcas (2020). ¿Qué es una patente?: http://www.oepm.es/es/invenciones/patentes_nacionales/
- Orduña-Malea, E., y Martín-Martín, A. (2016). The next bibliometrics: ALMetrics (Author Level Metrics) and the multiple faces of author impact. *El profesional de la información*, 25(3), 485-496. <https://doi.org/10.3145/EPI>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2002). Manual de medición de las actividad científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. Fundación Española para la Ciencias y la Tecnología (FECYT): <https://www.fecyt.es/>
- Peláez Quero, R., y Pastor Seller, E. (2019). Evaluation of the management of economic contributions for community social services: The case of Andalucía (Spain). *Trabajo Social*, 21(1), 39-79. <http://dx.doi.org/10.15446/ts.v21m.71363>
- Plaza, L. M. (2006). Indicadores para el análisis de la transferencia de conocimientos. *Economía Industrial*, 366, 73-86. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/366/73.pdf>
- Plaza, L. M., y Albert, A. (2004). Análisis de la producción científica española citada en patentes biotecnológicas en EEUU. *Revista Española de Documentación Científica*, 27(2), 212-220. <https://doi.org/10.3989/redc.2004.v27.i2.152>
- Prasetyo, P., y Dzaki, F. (2020). Institutional performance and new product development value chain for entrepreneurial competitive advantage. *Uncertain Supply Chain Management*, 8(4), 753-760. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2020.7.004>
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (2020). *El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencias y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2020*. Montevideo, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Sáez, F. T., Robles, A. S., y Vázquez, A. G. (2020). Claves de la innovación educativa en España desde la perspectiva de los centros innovadores: una investigación cualitativa. *Participación educativa*, 7(10), 49-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7459311>
- Sánchez Rico, A. P. (2019). Vigilancia tecnológica y prospectiva tecnológica, disciplinas que generan insumos para el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Buenos Aires]. Biblioteca ITBA. https://biblioguias.uam.es/citar/estilo_apa_7th_ed
- Sánchez-Cañizares, S. M., Cabeza-Ramírez, L. J., y Guerrero-Baena, M. D. (2020). Evaluation of self-employment support policies using survival analysis. The discount flat rate in Andalusia (Spain). *Papers in Regional Science*, 99(5), 1389-1411. <https://doi.org/10.1111/pirs.12533>
- Sancho, R. (2001). Medición de las actividades de ciencia y tecnología. Estadísticas e indicadores empleados. *Revista Especial de Docencia Científica*, 24(4), 382-404. <https://core.ac.uk/download/pdf/36023576.pdf>
- Santarelli, E., y Piergiovanni, R. (1996). Analyzing literature-based innovation output indicators: The Italian experience. *Research Policy*, 25(5), 689-711. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)00849-7](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)00849-7)
- Schnabel, I., y Seckinger, C. (2019). Foreign banks, financial crises and economic growth in Europe. *Journal of International Money and Finance*, 95(July), 70-94. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2019.02.004>

- Seoh, D., y Im, T. (2020). What drives national research and development performance? Factors in competitive government financing of science and technology. *Public Administration Issues*, (5), 191-215. <https://vgmu.hse.ru/data/2020/08/05/1602164279/Seoh,%20Im%205-2020.pdf>
- Suárez, B. D. L. H., Ferrer, M. A., y Suárez, A. D. L. H. (2008). Indicadores de rentabilidad: herramientas para la toma de decisiones financieras en hoteles de categoría media ubicados en Maracaibo. *Revista de Ciencias Sociales*, 14(1), 88-109. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182008000100008
- Tijssen, R. J. W. (2001). Global and domestic utilization of industrial relevant science patent citation analysis of science-technology interactions and knowledge flows. *Research Policy*, 30(1), 35-54. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00080-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00080-3)
- Van Raan, A. F., J. (1993). Advanced bibliometric methods to assess research performance and scientific development: basic principles and recent practical applications. *Research Evaluation*, 3(3), 151-166. <https://doi.org/10.1093/rev/3.3.151>

INFORMACIÓN ADICIONAL

Clasificación JEL: O3, O32