



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de
fin de grado

Innovación y
mercado laboral
en España

Eva María Bermúdez Aguión

Tutores: Bruno Casal Rodríguez;
Iván López Martínez

Grado en Ciencias Empresariales

Año 2020

Resumen

El mercado laboral es un factor determinante para la economía y la sociedad de cualquier región; por tanto, resulta fundamental conocer, cuantificar y predecir las variables que puedan perjudicar su correcto funcionamiento e intentar mitigar sus efectos. La literatura reciente está considerando la innovación, el progreso tecnológico y la automatización como responsables del cambio del mercado laboral, del sistema productivo y de las habilidades y formación requeridas a los trabajadores. El motivo por el que se decide desarrollar este análisis deriva de la falta de consenso sobre el efecto, positivo o negativo, que el progreso tecnológico actual tiene y tendrá sobre el mercado laboral. Usando datos de la EPA, la contabilidad regional de España y de las encuestas de innovación de las empresas y de estructura salarial publicadas por el INE, se analiza el efecto que provocan la intensidad de innovación y la productividad laboral sobre la tasa de empleo española; usando datos regionales de Comunidades Autónomas y sectores de actividad, en el periodo 2008-2017. La metodología empleada consiste en la realización de un análisis de correlación y un análisis de regresión de datos longitudinales. Los resultados del análisis de correlación revelan gran disparidad tanto entre Comunidades Autónomas como entre sectores; aunque se observa una evidencia de relación inversa entre la productividad y el empleo en el sector de la construcción, mientras que en la industria y los servicios parece que no existe una relación clara. Los resultados de la regresión indican que la tasa de empleo está relacionada de forma positiva con la innovación, ofreciendo una visión alentadora para nuestro futuro laboral. A la vista de los resultados y acontecimientos, resulta imprescindible fomentar un cambio en el sistema educativo enfocado a formar trabajadores complementarios a la tecnología.

Palabras clave: Mercado laboral, tasa ocupación, tasa empleo, innovación, productividad laboral, robotización, automatización.

Abstract

The labour market is a determining factor for the economy and society of any region; therefore, it is essential to know, quantify and predict variables that may affect its proper functioning and to try to mitigate their effects. Recent literature is considering innovation, technological progress and automation as being responsible for the change in the labour market, the productive system and the skills and training required of workers. The reason to develop this analysis stems from the lack of consensus on the negative or positive effect that current technological progress has and will have on the labour market. Using data from the EPA, Spain's regional accounting and business innovation and wage structure surveys published by the INE, we analyze the effect of innovation intensity on the Spanish employment rate. In addition, the effect that labour market has on the employment rate is studied, distinguishing by Autonomous Communities and sectors, in the period 2008-2017. The methodology used consists of performing a correlation analysis and a regression analysis of longitudinal data. The results of the correlation analysis reveal a great disparity between both Autonomous Communities and sectors; although there is evidence of an inverse relationship between productivity and employment in the construction sector, while in industry and services there does not appear to be a clear relationship. The results of the regression indicate that the employment rate is positively related to innovation, offering an encouraging vision for our future work. Given the results and developments, it is essential to encourage a change in the education system aimed at training complementary workers to technology.

Key words: Labour market, occupation rate, employment rate, innovation, labour productivity, automatization, robotisation.

Índice

1. Introducción	7
2. Revisión de literatura	9
3. Mercado laboral español.....	17
3.1 Oferta laboral	18
3.2 Demanda laboral	20
3.3 Remuneración laboral	23
3.4 Desequilibrios en el mercado laboral.....	25
4. Progreso tecnológico.....	28
4.1 Innovación empresarial.....	29
4.2 Productividad laboral	32
5. Fuentes de información y Metodología.....	34
5.1 Fuentes de información	34
5.2 Metodología	35
6. Resultados.....	38
6.1 Análisis de correlación.....	38
6.2 Análisis de regresión	43
6. Conclusiones.....	45
Bibliografía.....	48

Índice de gráficos

Gráfico 1. Evolución tasa actividad España y UE-15 1997-2018	18
Gráfico 2. Evolución tasa de actividad en España por sexos 2006-2019	19
Gráfico 3. Evolución tasas variación PIB y ocupación en España 2007-2019.....	20
Gráfico 4. Evolución tasa de empleo España y UE-15 1997-2019.....	21
Gráfico 5. N.º de ocupados por rama de actividad en España 2008-2019 (miles de personas)	22
Gráfico 6. Evolución salarios medios anuales por sector en España 2008-2017.....	24
Gráfico 7. Salarios medios mensuales por nivel educativo en España 2014-2018.....	24
Gráfico 8. Evolución tasa paro España y Eurozona 1991-2019.....	25
Gráfico 9. Evolución tasa paro por nivel educativo en España 2006-2019.....	26
Gráfico 10. Tasa de paro por CCAA en 2019	27
Gráfico 11. Intensidad innovación por rama de actividad en España 2008-2018.....	30
Gráfico 12. N.º empresas innovadoras tecnológicas periodo 2016-2018	31
Gráfico 13. Tasa variación anual productividad laboral España y UE-28 1996-2019	32
Gráfico 14. Tasa variación anual PIB, empleo y productividad laboral en España 2007-2019 .	33
Gráfico 15. Gráficos de dispersión de 3 sectores de actividad por Comunidades Autónomas para 2008 y 2017	42

Índice de tablas

Tabla 1. Revisión de estudios recientes sobre la automatización laboral.....	16
Tabla 2. Variables incluidas en el análisis empírico	37
Tabla 3. Estadísticos principales de las variables analizadas	38
Tabla 4. Matriz de correlación entre variables	39
Tabla 5. Matriz de correlación intensidad de innovación y productividad laboral en 2008 y 2017	39
Tabla 6. Matrices de correlación entre productividad laboral y tasa de empleo en 3 sectores, por Comunidades Autónomas y para los años 2008 y 2017.	40
Tabla 7. Tabla de resultados de análisis de regresión en Gretl	43

1. Introducción

La incidencia del factor trabajo sobre la economía, el nivel de desarrollo y bienestar social de una región merece ser objeto de análisis. El correcto funcionamiento del mercado laboral es determinante para lograr la prosperidad; el trabajo no sólo crea riqueza a través de la producción de bienes y servicios, sino que además es la fuente principal de ingresos para los trabajadores. Pero el análisis del mercado laboral no es sencillo ya que su funcionamiento no se limita a ajustes a través de la oferta y demanda. Sus particularidades se extienden más allá del ámbito económico y se ve afectado por múltiples factores como: la composición del sistema productivo; las variables demográficas, culturales y sociales; las regulaciones y marco institucional y los niveles de innovación y progreso.

El progreso tecnológico y los cambios que ocasiona en el mercado laboral no son algo nuevo; ya desde la primera Revolución Industrial, la introducción de cambios en los procesos productivos, la creación de nuevos productos, los cambios en la composición y peso sectorial han repercutido sobre el mercado laboral, y en última instancia sobre los trabajadores. A pesar de no ser algo nuevo, la revolución tecnológica actual difiere de las anteriores en la rapidez con la que avanza, lo que hace más difícil la adaptación y reorganización tanto del sistema productivo como de las habilidades y formación de los trabajadores.

El progreso es necesario e inevitable, pero es también necesario conocer los cambios que provocará y mitigar los efectos negativos que recaerán sobre el colectivo más vulnerable, los trabajadores. En toda revolución/innovación existe un colectivo que no logra adaptarse, ya sea porque no están cualificados o porque el sector al que pertenecen pierde peso y el resto de los sectores no son capaces de absorber todo el empleo destruido; lo que puede derivar en una crisis tanto económica como social. De ahí la importancia de anticiparse, observar, cuantificar y determinar los efectos y soluciones.

La elección de la temática de este trabajo se debe al gran debate académico que existe en torno a este progreso acelerado (también conocido como Cuarta Revolución Industrial o Revolución 4.0). La falta de consenso se extiende tanto a las causas y efectos que producen variables como la innovación, la digitalización y los procesos de automatización sobre el empleo; como a las medidas, mecanismos de compensación y nivel de intervención que se deberían establecer para evitar el coste social que supondría la sustitución masiva de trabajadores por robots. Por todo ello, parece interesante analizar este tema, de gran repercusión económica y social, a nivel regional en nuestro país.

El conocimiento es poder; por ello debemos usar nuestro conocimiento analítico para: en primer lugar, comprender las variables que influyen y afectan a la creación o destrucción de empleo; y, en segundo lugar, determinar las recomendaciones y medidas a implantar a nivel económico, educativo e institucional. El fin es beneficiarnos de la parte positiva del progreso y reducir los efectos negativos que, inevitablemente, provocará en el mercado laboral tanto a corto como a largo plazo.

El objetivo de este trabajo es analizar los efectos que producen el aumento de la innovación empresarial y de la productividad laboral sobre la tasa de empleo. Para ello, se realizan un análisis de correlación y de regresión para la tasa de empleo en España en el periodo 2008-2017, a nivel regional y distinguiendo entre: sector industrial, construcción y servicios. El fin es que estos resultados sirvan como una hipotética predicción sobre el futuro laboral en nuestro país y continúen el debate sobre las actuaciones en materia laboral en las que deberían enfocar los esfuerzos tanto trabajadores, como empresas como instituciones públicas. Para desarrollar el objetivo principal ha sido necesario establecer una serie de objetivos secundarios como: el análisis de la evolución del mercado laboral español y sus componentes (haciendo una comparación tanto a nivel europeo como a nivel regional y sectorial); el estudio de la evolución de variables de innovación y productividad laboral e identificar las relaciones que éstas establecen con otras variables económicas.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: el apartado 2, consiste en la revisión de la literatura reciente cuya temática se basa en el análisis del mercado laboral y de los efectos que tienen sobre él la innovación y progreso tecnológico actual. En el epígrafe 3 se analiza la composición y comportamiento del mercado laboral en las últimas décadas (oferta, demanda, salarios, desequilibrios...) haciendo una breve comparación del caso español con la media europea, y también sobre las diferencias regionales propias de España. En el apartado 4 se hace una introducción de los conceptos de progreso tecnológico, innovación empresarial y productividad laboral, se enumeran las relaciones que mantienen con el mercado laboral y se analiza su evolución reciente a nivel europeo, español y regional. El epígrafe 5 describe las fuentes de datos y metodología seguida en la realización del análisis, y cuyos resultados se exponen y comentan en el apartado 6. Por último, en el epígrafe 7 se relacionan las conclusiones alcanzadas a partir de los datos obtenidos y se establecen unas breves recomendaciones sobre el asunto.

2. Revisión de literatura

En la actualidad están cobrando protagonismo los estudios relacionados con el fenómeno conocido como Cuarta Revolución Industrial o Revolución 4.0, la literatura reciente no encuentra consenso sobre los efectos que esta revolución produce en el mercado laboral.

Por un lado, existe una visión pesimista que enuncia las consecuencias que el actual progreso tecnológico tendrá sobre los trabajadores. Estudios como el de Frey y Osborne (2013) predicen que un 47% de las ocupaciones que actualmente existen en el mercado laboral de EE. UU. se encuentran en alto riesgo de automatización; en la misma línea, Avent (2017) considera que los trabajadores expulsados del mercado a causa de las nuevas tecnologías no serán absorbidos de nuevo, augurando un desempleo masivo. Otros autores como Piketty (2014), afirman que este aumento de capital crece más que el PIB y por tanto aumenta la desigualdad económica y social; siguiendo el análisis distributivo, Berg et al. (2018) concluyen que el crecimiento económico ligado a la robotización también produce un crecimiento en la desigualdad económica, pues cuanto menor sea el coste de la sustitución de robots por trabajadores mayor será la reducción que experimentarán sus salarios.

En contraposición a lo anterior, existen numerosos estudios que arrojan una visión optimista ante los efectos del progreso tecnológico en el mercado laboral; Moretti (2010) elabora un estudio sobre los efectos de los multiplicadores locales estimando que cada trabajo creado en un sector de alta tecnología genera 4,9 empleos en un sector local no comercializable (non-tradable sector). Arntz et al. (2016) rebaten las cifras enunciadas por Frey y Osborne (2013) haciendo una diferenciación entre automatización de tareas y automatización de ocupaciones; teniendo en cuenta las diferentes tareas que componen cada ocupación, estiman que de media en 21 países de la OCDE sólo el 9% de los trabajos son automatizables por completo y que entre el 50-70% automatizará parte de sus tareas. Para Chui (2017) las cifras en el mercado laboral americano indican que un 60% de las ocupaciones cuentan con un 30% de

tareas automatizables y que serán sólo esas tareas las que dejen de realizarse directamente por los trabajadores.

El innegable avance tecnológico lo predicen las cifras anunciadas por el Foro Económico Mundial (2018); pues mientras que en el 2017 los humanos fueron responsables del 71% de las horas trabajadas y las máquinas del 29%, las previsiones para 2022 son del 58% de horas por humanos y 42% por máquinas y si avanzamos hasta 2025 los humanos sólo acumularían el 48% de las horas trabajadas y las máquinas el 52%. Estas cifras parecen seguir el camino enunciado por Keynes en 1930: “en 2030 bastaría con que los humanos trabajáramos en turnos de tres horas o semanas laborales de 15 horas”. Además, el avance tecnológico está generando una fuerte polarización del mercado laboral, Gibbs (2017) afirma que las ocupaciones con tareas rutinarias y manuales realizadas por trabajadores de baja cualificación han sido automatizadas, los trabajadores con cualificación media están viviendo una reducción tanto de número de empleos como de salarios, mientras que los trabajadores altamente cualificados están siendo complementados en su trabajo con la nueva tecnología, lo que permite aumentar su productividad y salarios.

El aspecto que genera mayor acercamiento de opiniones es la necesidad de una adaptación formativa de los trabajadores a las nuevas necesidades de la demanda laboral, Bote (2017) advierte que los trabajadores menos cualificados sufrirán un mayor impacto negativo derivado de la robotización, mientras que los perfiles STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) contarán con un futuro prometedor como trabajadores complementarios al avance tecnológico. Las habilidades imprescindibles que necesitarán los trabajadores para evitar la automatización de sus ocupaciones serán según León (2020): pensamiento crítico-analítico, creatividad, negociación, capacidad de resolución de problemas complejos, inteligencia emocional...es decir, rasgos o funciones específicamente “humanas”. Los pronósticos que realiza PwC (2013) sobre el futuro laboral indican que en España serán las titulaciones medias las que generarán más ofertas de empleo, estimando que entre 2013 y 2033 aumentará su demanda en un 56%; este auge, contrario a la tendencia global, se deberá principalmente a la infravaloración actual que sufren los titulados medios en España.

A continuación, se realiza un análisis más detallado de algunas de las publicaciones más relevantes y recientes relacionadas con este campo de estudio.

La publicación de Frey y Osborne (2017), sirve como base para posteriores estudios realizados por numerosos autores sobre los efectos que la automatización tendrá sobre el mercado laboral. En su artículo establecen, a través de un proceso de clasificación Gaussiano, la probabilidad que tienen de verse afectadas por la automatización un total de 702 ocupaciones existentes en el mercado laboral de Estados Unidos; para ello identifican tres grupos de tareas que consideran no asumibles por la tecnología dentro de las próximas décadas (percepción espacial y manipulación en espacios desordenados, inteligencia creativa e inteligencia emocional). Según la necesidad de existencia de cada una de las tareas en cada ocupación, se establecen tres niveles de probabilidad de automatización: bajo, medio y alto, con el fin de determinar qué ocupaciones y qué perfil de trabajadores son los que presentan mayor riesgo de automatización en el futuro. El objetivo de este estudio era concretar la susceptibilidad de las ocupaciones laborales existentes en Estados Unidos ante los cambios tecnológicos, y establecer las relaciones entre este riesgo de automatización y las competencias y nivel formativo de los trabajadores. Como conclusiones principales destacan: por un lado, la estimación de que el 47% del total de ocupaciones actuales de Estados Unidos presenta un alto riesgo de automatización en las próximas décadas. Por otro lado, determinan que la mayor probabilidad de riesgo es para los trabajadores de sectores como el transporte, logística, tareas administrativas y productivas. En último lugar, encuentran evidencias de la correlación negativa existente entre el nivel formativo requerido al trabajador para el desarrollo de su trabajo y la probabilidad de automatización de la ocupación que realiza.

A través del Observatorio Económico de BBVA Research, Doménech et al. (2018) buscan determinar las características y factores que podrán afectar en mayor medida a los trabajadores españoles ante la revolución digital, pues su rápida identificación permitirá minimizar los efectos y costes que conllevan esta imparable transformación. Para la realización de este análisis parten de las probabilidades de automatización de cada ocupación determinadas por Frey y Osborne (2017) y las combinan con microdatos de la EPA (INE) del periodo 2011-2016. Sus resultados, similares a los obtenidos por Frey y Osborne (2017), muestran que la Cuarta Revolución Industrial y la automatización que ésta produce podrían acabar con hasta un 36% de los puestos de trabajo que existen en España en la actualidad. Por otro lado, esta combinación de datos les permitió determinar una serie de características personales y laborales que podrían incrementar o reducir el riesgo que presenta un trabajador de ser sustituido por un robot en su puesto de trabajo; según sus estimaciones: “la probabilidad

de automatización disminuye con el grado de responsabilidad, el nivel educativo, la disposición a participar en acciones formativas y la adopción de nuevas formas de trabajo (como el teletrabajo), y es comparativamente reducida para los ocupados en educación, sanidad, servicios sociales, TIC, energía y actividades científico-técnicas” (Doménech et al., 2018). Por último, ofrecen una serie de recomendaciones a los agentes económicos, tanto públicos como privados, para que la transición tecnológica genere el menor impacto negativo a los trabajadores y a la economía; estas recomendaciones se centran en el ámbito de la educación, en el del mercado laboral y en la creación de mecanismos de compensación para mejorar la situación de los afectados por la revolución digital

Choi & Calero (2018) analizan cómo la introducción de innovaciones tecnológicas (robotización e Inteligencia Artificial) en los procesos de producción ocasiona la destrucción de empleos y si esta destrucción se verá compensada y, de ser así, en qué medida por la creación de nuevas ocupaciones. Para ello, analizan la relación existente entre los procesos de innovación, los sectores de actividad de las empresas y la composición de la población ocupada en España. En la realización de su estudio emplean datos de la Encuesta sobre la innovación de las empresas (INE) tomando como aproximador de la actividad innovadora la “intensidad de innovación tecnológica”, que mide la proporción de gastos en actividades de innovación tecnológica sobre la cifra de negocios de las empresas encuestadas. Los datos se refieren al periodo 2006-2016 y la muestra representa a las empresas agrícolas, industriales, construcción y servicios que cuentan con 10 o más empleados. Para medir la evolución de ocupación por sectores empresariales, toman datos de la European Labour Force Survey (EUROSTAT) y de la EPA (INE). A partir de los datos analizados, establecen una clasificación de tres ramas de actividad en función de la intensidad tecnológica (baja, media y alta) y los relacionan con otros factores como: número de ocupados en función de la intensidad innovadora, la distribución de los ocupados según su nivel educativo y rama de actividad, comparativa de la situación española con otros países de la UE... Las conclusiones que obtienen parecen indicar que: por un lado, en las actividades con mayor intensidad de innovación se producen reducciones de empleo mayores a las registradas en las actividades con menor intensidad innovadora; por otro lado, se evidencia el cambio en la demanda del perfil formativo del trabajador, sustituyendo la demanda de trabajadores poco cualificados por otros con niveles formativos superiores.

Acemoglu y Restrepo (2017) publican un estudio que analiza cómo afectó la masiva incorporación de robots industriales al mercado laboral americano en el periodo

1990-2007. Para llevar a cabo su análisis parten de estudios realizados anteriormente, Acemoglu & Autor (2011) y Acemoglu & Restrepo (2016); y utilizan como fuente principal de sus datos la IFR (International Federation of Robotics). Sus estimaciones muestran el doble efecto que provoca la introducción de robots en la industria: por un lado, se crea un efecto positivo consecuencia del aumento de productividad y, por otro lado, un efecto negativo derivado de la sustitución de trabajadores por robots y las variaciones que sufren en los salarios. Las cifras obtenidas muestran que la introducción de un robot por cada mil habitantes provoca una disminución de la tasa de empleo de entre 0,18 y 0,34% y una reducción en los salarios de entre 0,25 y 0,5%. Los autores esperan que su trabajo sirva para evaluar en qué medida afectará la introducción de robots al mercado laboral y para que las futuras investigaciones puedan extrapolar los resultados desde el mercado laboral industrial americano a otros sectores y ámbitos geográficos, y así poder anticiparse a los efectos negativos que esta introducción tecnológica pudiera ocasionar a la economía y concretamente al mercado laboral.

Gregory et al. (2016) publican un estudio pionero en el análisis de los efectos de “routine-replacing technological change” (RRTC), es decir, la sustitución de trabajadores por máquinas en la realización de ciertas tareas rutinarias centrándose geográficamente en el mercado laboral europeo, concretamente analizando 238 regiones europeas de 27 países para el periodo 1999-2010. Con su estudio buscan la obtención del efecto neto que la automatización produce en la demanda de trabajo, pues, aunque puedan desaparecer empleos en determinadas ocupaciones o sectores como consecuencia de la automatización, esta misma causa puede generar nuevos empleos por dos vías: bien por el efecto aumento de demanda de los productos como consecuencia de la reducción en los costes de producción y precios de venta; bien por la generación de empleo entorno a la producción, mantenimiento y formación relacionados con la nueva maquinaria. Lo que se conoce como efecto neto positivo en la demanda laboral. Las variables utilizadas en este análisis son: el empleo, Routine Task Intensity (RTI) y la producción y costes marginales industriales; las fuentes de datos son: en lo relacionado con el empleo se usa la European Labour Force Survey (EUROSTAT) y los datos están codificados por ocupación y se clasifican en “tradable” y “non-tradable”. Para la variable RTI se combinan los datos del Dictionary of Occupational Titles 1977 y los estudios de Autor & Dorn (2013) y Goos et al. (2014). Por último, los datos sobre producción y costes marginales provienen de la OCDE. La conclusión que obtienen es que la automatización de tareas rutinarias en Europa para el periodo 1999-2010 ha producido un efecto neto positivo en la demanda laboral, siendo responsable de la creación de 11,6 millones de

empleos, casi un 50% del total de empleos creados en ese periodo (23 millones). Como parte negativa, esta automatización fue responsable de la caída en la demanda laboral de unos 9,6 millones, pero esto se ha visto compensado con el aumento de la demanda de productos (debido a la bajada de precios asociada a la reducción de costes de producción) y la creación de nuevas ocupaciones ligadas al sector de la automatización. Por tanto, los autores concluyen que las teorías negativistas sobre los efectos del cambio tecnológico sobre el empleo podrían ser excesivamente alarmistas.

Autor (2015) presenta un estudio en el cual pone de manifiesto que a pesar de la destrucción de empleo que genera la automatización, su uso complementario con la mano de obra de los trabajadores permite incrementar la productividad, los beneficios y la demanda laboral. Su estudio muestra que este avance tecnológico es responsable de la polarización del mercado laboral; por un lado, perjudica a los trabajadores con menores habilidades y que desempeñan tareas rutinarias; y, por otro lado, la automatización actuará como complemento para los trabajadores con habilidades relacionadas con la resolución de problemas, adaptabilidad y creatividad. El estudio se centra en el mercado laboral americano, realizando un análisis de la evolución del nivel de empleo en distintas ocupaciones en los periodos 1940-1980 y 1980-2010. Autor (2015) analiza también la polarización del mercado laboral en 16 países de la Unión Europea en el periodo 1993-2010, para lo que establece una clasificación de ocupaciones en tres categorías en función del nivel salarial (bajo, medio y alto); los resultados muestran que en todos los países las ocupaciones que sufren reducciones en el empleo son las de salarios medios, mientras que las de salarios bajos y altos aumentan el nivel de empleo. Como conclusión principal, enuncia una predicción sobre la polarización del mercado laboral y que ofrece esperanza a los trabajadores con cualificación media; a pesar de la creciente susceptibilidad de automatización de los trabajos con habilidades medias, muchos de ellos sólo podrán ser complementados por la tecnología ya que los trabajadores contarán con ventaja competitiva frente a los robots en habilidades como: interacción personal, flexibilidad, adaptabilidad y capacidad resolutive. Por ello, considera imprescindible la inversión en la formación de los trabajadores en las habilidades expuestas, para conseguir así trabajadores complementarios y no sustitutivos a la automatización.

Graetz & Michaels (2018) presentan un estudio que muestra los datos sobre el incremento del uso de robots en actividades industriales de 17 países (EE. UU., 14 países europeos, Corea del Sur y Australia) para el periodo 1993-2007. La metodología que siguen es el uso de datos de panel de estos 17 países, primero analizando el

incremento de uso de robots en las actividades industriales, y posteriormente muestran los resultados que ocasiona este incremento de uso de robots sobre la productividad industrial; para ello toman datos de la International Federation of Robotics (IFR) y de la base de datos europea KLEMS (Capital, Labour, Energy, Materials and Service). Los resultados que obtienen muestran que para el periodo 1993-2007 se produce un incremento del uso de robots en la industria de un 150%, y considerar como factor principal la reducción del precio de adquisición de los robots en casi el 80%. Como consecuencia de este aumento en el uso de robots industriales, concluyen que la productividad se incrementa entorno a un 0,36% anual, lo que permite tanto aumentar los salarios como reducir los precios de los bienes producidos. En relación con el empleo, concluyen que, aunque en general el incremento en el uso de robots industriales no destruye un gran número de empleos, sí afecta en mayor medida a los trabajadores menos cualificados.

En la tabla 1 se elabora un resumen de los estudios revisados, haciendo referencia a su/s autor/es, país/es objeto de estudio, las fuentes de datos que emplean y las principales conclusiones a las que llegan.

Tabla 1. Revisión de estudios recientes sobre la automatización laboral

CITA	PAIS	FUENTE DATOS	CONCLUSION
Acemoglu y Restrepo (2017)	Estados Unidos	- IFR - EUKLEMS - Censos nacionales	El aumento de uso de robots en la industria reduce tanto el número de empleos como el salario. Cada nuevo robot por mil habitantes reduce entre 0,18 y 0,34% el empleo y los salarios entre 0,25 y 0,5%.
Arntz et al. (2016)	21 países OCDE	- PIAAC	Nuevo análisis comparativo con el de Frey y Osborne (2013), la mayor automatización será de tareas (50-70%) y no de ocupaciones (9% de media en 21 países de la OCDE).
Autor D. (2015)	Estados Unidos y Europa	- IPUMS census - American Community Survey	Reducción de la polarización del mercado laboral a través de la complementariedad en lugar de la sustitución de los trabajadores de cualificación media con ciertas habilidades. Más inversión para formarlos en estas habilidades.
Bote (2017)	España	- EUROSTAT - INE - BBVA research - CEDEFOP	El futuro de los trabajadores depende de su adaptación formativa, mayor destrucción de empleo en trabajadores poco cualificados y mayor creación en titulaciones STEM.
Choi, Á., & Calero, J. (2018)	España	- EUROSTAT - INE	Más destrucción de empleo en actividades con más intensidad de innovación. Cambio en la demanda del perfil formativo de los trabajadores.
Doménech et al (2018)	España	- INE - Probabilidades Frey y Osborne 2017 - OCDE	Destrucción de un 36% puestos de trabajo actuales en España por la automatización. +/- Probabilidad de automatización según características personales, sectores...
Frey y Osborne (2017)	Estados Unidos	- O*NET - Bureau of Labor Statistics (BLS)	El 47% del empleo total de EE. UU. está en riesgo alto de automatización. Ocupaciones de mayor riesgo: Transporte, logística, tareas administrativas y de producción
Graetz, G. & Michaels, G. (2018)	17 países	- IFR - EUKLEMS - IPUMS censos	Datos de panel de 17 países, periodo 1993-2007, aumento de la introducción de robots en industrias (150% en el periodo) contribuye al crecimiento productividad anual en 0,36%. No se reduce casi el empleo en general, pero sí el de trabajadores poco cualificados
Gregory et al (2016)	Europa	- EUROSTAT - ISCO 1988 - OCDE	El efecto neto de la automatización de tareas rutinarias en el periodo 1999-2010 en Europa fue positivo, aumentando la demanda laboral en 11,6 millones de empleos.

Fuente: Elaboración propia

3. Mercado laboral español

La elección de la temática de este trabajo se debe a la importancia que merece el estudio del mercado laboral como factor determinante y explicativo de la situación económica de una región; tal como se establece en Ruesga y otros (2014): “El trabajo es uno de los recursos fundamentales de cualquier economía (...), las economías más desarrolladas se distinguen más por la cantidad y calidad del trabajo del que disponen que por la existencia o no de recursos naturales”.

Antes de analizar la evolución del mercado laboral en España es necesario conocer las principales magnitudes que lo componen y que por tanto afectan a su correcto funcionamiento. El mercado laboral está fuertemente ligado a las variables demográficas de la región (natalidad, mortalidad, crecimiento vegetativo de la población...) por lo que, en primer lugar, es imprescindible tener en cuenta el volumen de la población en edad de trabajar, que en España está compuesto por las personas mayores de 16 años. Dentro de este grupo de población en edad de trabajar se establecen tres distinciones: población activa, población inactiva y población contada aparte.

Siguiendo las definiciones implantadas por la EPA y mencionadas en Ruesga (2014, pág. 68-69), se establecen una serie de indicadores que miden y comparan ciertos aspectos relevantes del mercado laboral. Las principales tasas que se utilizarán en este trabajo son: la tasa de actividad, la tasa de ocupación o empleo y la tasa de paro o desempleo. En el cálculo de estos indicadores laborales se pueden establecer distinciones por razón de sexo, edad, región, sector o rama económica, ocupación y nivel de estudios.

3.1 Oferta laboral

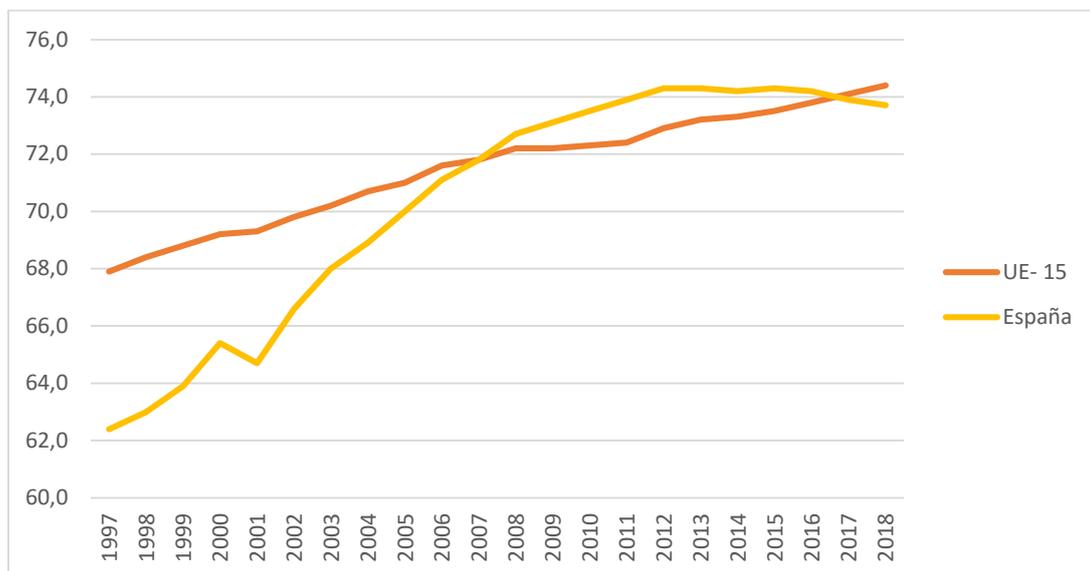
La oferta laboral viene determinada por el volumen de población activa; concretamente se determina por la tasa de actividad, que representa la proporción de activos sobre la población total mayor de 16 años.

Si analizamos la evolución de la tasa de actividad de España en comparación con la media de la Unión Europea (gráfico 1), nos encontramos con que históricamente y hasta mediados de los años 80 el valor de la tasa española ha sido muy inferior a los tomados por otros países vecinos, siendo su crecimiento de un 70,24% en el periodo 1980-2012 (Ruesga et al. 2014, pág. 62).

Las principales causas del ascenso de la tasa de actividad son: por un lado, el crecimiento demográfico de la población en edad de trabajar, condicionado también por el aumento de la inmigración desde 1995 y hasta la crisis de 2008; por otro lado, encontramos la incorporación masiva de las mujeres al mercado laboral debido principalmente a cambios sociales y culturales.

A partir del año 2012 se produce un cambio de tendencia provocado por: (i) el envejecimiento progresivo de la población junto con la reducción de la edad de jubilación (que se traduce en un cambio de situación de actividad a inactividad); (ii) por el efecto migratorio de la población joven española hacia países que permitan su incorporación al mercado laboral; (iii) por el acortamiento del periodo de actividad laboral debido: tanto al aumento de años de dedicación a la formación de los jóvenes, como a la problemática de búsqueda de primer empleo.

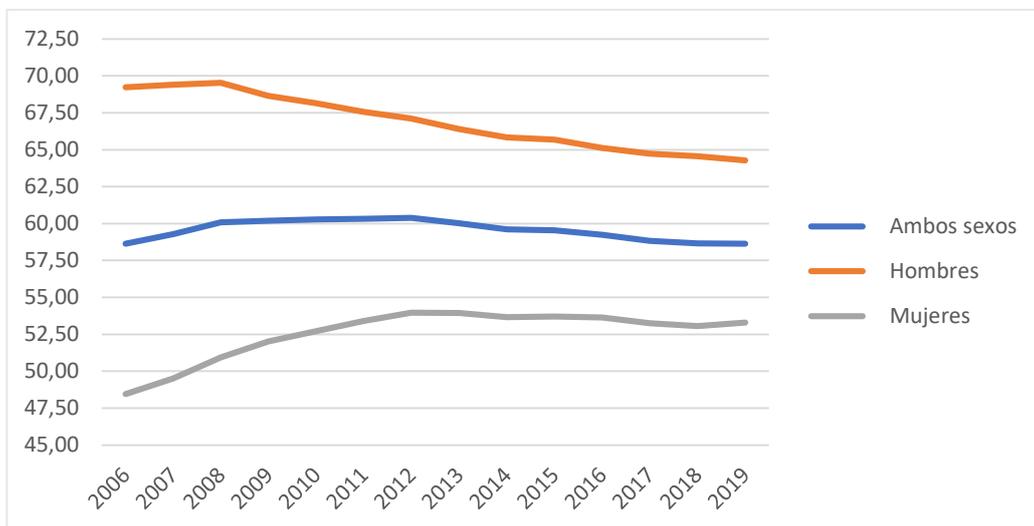
Gráfico 1. Evolución tasa actividad España y UE-15 1997-2018



Fuente: Elaboración propia a partir de EUROSTAT, 2018

En el gráfico 2 se muestra la evolución de la tasa de actividad en España distinguiendo por sexo; se observa que la tasa conjunta se mantiene en valores similares tanto antes como después de la Gran Recesión. En cambio, la tasa de actividad por sexo experimenta un cambio de tendencia en su composición a partir del año 2008. Por un lado, la tasa de actividad femenina continúa en ascenso debido al impacto de la crisis en el empleo masculino, obligando a más mujeres a incorporarse al mercado laboral (García y Sanromà, 2017, pág. 237); por otro lado, la tasa masculina desciende casi en 5 puntos porcentuales entre 2008 y 2019. A pesar de que desde 2008 se inicia la reducción de la brecha existente entre la tasa de actividad femenina y masculina, la tasa masculina sigue representando casi un 10% más que la femenina, lo que evidencia que la mujer continúa en muchos casos centrando su actividad en labores familiares y domésticas no remuneradas y al margen del mercado laboral.

Gráfico 2. Evolución tasa de actividad en España por sexos 2006-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2019

3.2 Demanda laboral

La demanda laboral viene determinada por la tasa de ocupación o empleo, que resulta del cociente entre la población ocupada y la población total comprendida entre 16 y 64 años; cuanto mayor es la tasa de ocupación más eficiente es el mercado laboral analizado. Esta tasa está fuertemente ligada al ciclo económico, ya que representa las necesidades del factor trabajo del sistema productivo analizado, y por tanto crece y decrece en la misma dirección que el PIB de la economía (gráfico 3). El volumen de demanda laboral depende del nivel de producción, de la intensidad laboral de los sistemas productivos, de la jornada laboral realizada y de la cantidad de puestos de trabajo ofertados por las empresas (Ruesga y otros 2014, pág. 69).

Gráfico 3. Evolución tasas variación PIB y ocupación en España 2007-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2019

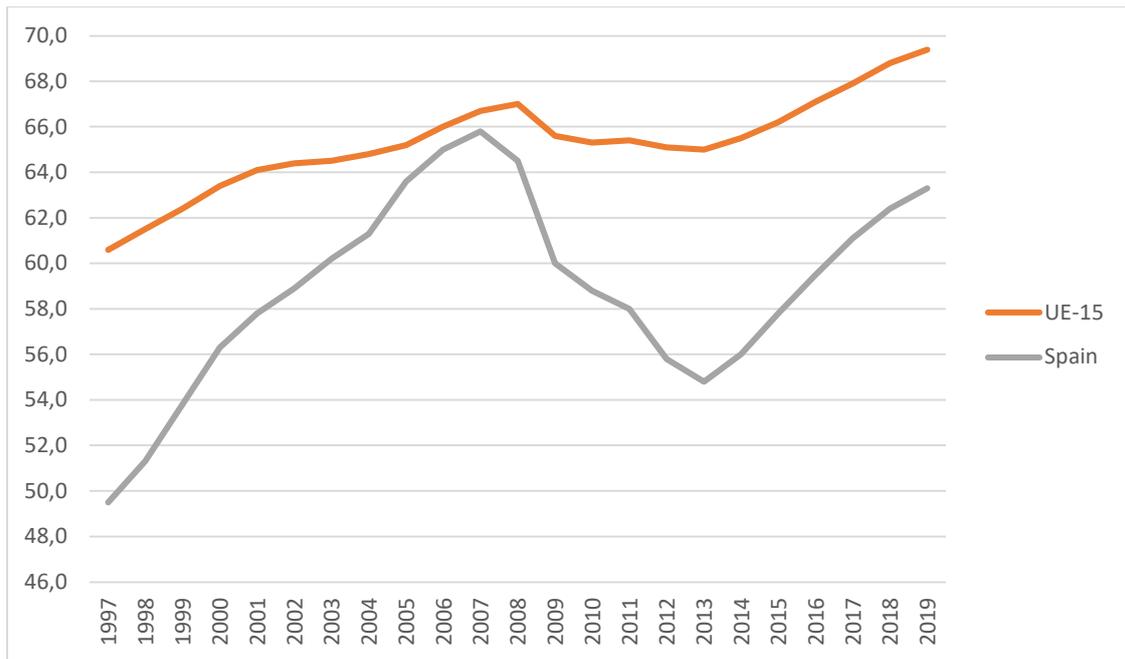
Al comparar la tasa de empleo de España con la media de la UE-15 en el periodo 1997-2019 vemos que durante los años 90 la distancia de ambas tasas suponía más de un 10%. Desde finales de los 90 se produce una intensa creación de empleo en España hasta el año 2007, situando la brecha entre la tasa de empleo española y la media de la UE-15 en apenas un 1%; la creación de empleo de este periodo se centró en la oferta de empleos de baja cualificación orientados a inmigrantes y jóvenes con bajos niveles formativos, principalmente a través de contratos temporales.

La crisis de 2008 supuso una destrucción masiva de empleo que nuevamente afectó más a España que al resto de países comunitarios, alejando la tasa de empleo en casi un 10% de la media UE-15, esta mayor afectación se debe a la situación de precariedad laboral generada durante el periodo expansivo anterior, y que afectó principalmente al sector de la construcción (formado predominantemente por población

inmigrante y de baja cualificación), donde se registró casi el 43% del empleo destruido durante la crisis (Ruesga y otros 2014, pág. 70).

A partir de 2013 se inicia la recuperación económica, elevando nuevamente la tasa de empleo y acercándola a la media europea; a pesar del crecimiento registrado, el gráfico 4 muestra en 2019 que continúa habiendo una distancia más que evidente entre España y la media europea.

Gráfico 4. Evolución tasa de empleo España y UE-15 1997-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de EUROSTAT, 2019

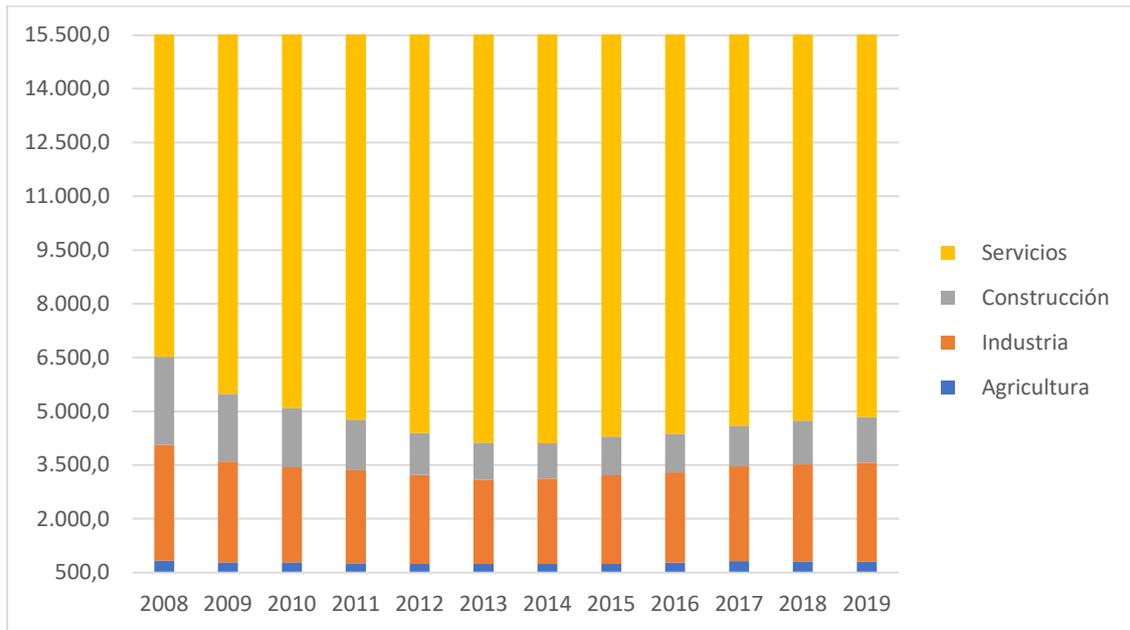
La composición sectorial de la demanda laboral española se ha modificado considerablemente desde los años 70, pasando de una base económica en la que destacaba la agricultura a una economía enfocada casi por completo al sector servicios (Ruesga y otros 2014, pág. 71).

En la época expansiva se concentra un gran número de ocupados en el sector de la construcción e industrias relacionadas, siendo a su vez los sectores más castigados en la época recesiva (a partir de 2008) pues a pesar de incrementar la demanda laboral no aumentó la productividad alcanzada debido a la baja intensidad de innovación y baja cualificación de la mano de obra ocupada (gráfico 5).

En este punto es importante tener en cuenta el nivel de desarrollo tecnológico del tejido productivo del país, pues la innovación tecnológica presenta dos efectos contrarios: por un lado, permite aumentar la productividad y competitividad empresarial, y, por otro lado, provoca una reducción en la demanda unitaria de trabajo.

Por ello resulta importante valorar el efecto neto de la innovación en el mercado laboral, buscando la combinación de capital tecnológico y humano que permitan mejorar la competitividad y reducir las consecuencias que las épocas recesivas producen sobre el empleo.

Gráfico 5. N.º de ocupados por rama de actividad en España 2008-2019 (miles de personas)



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2019

3.3 Remuneración laboral

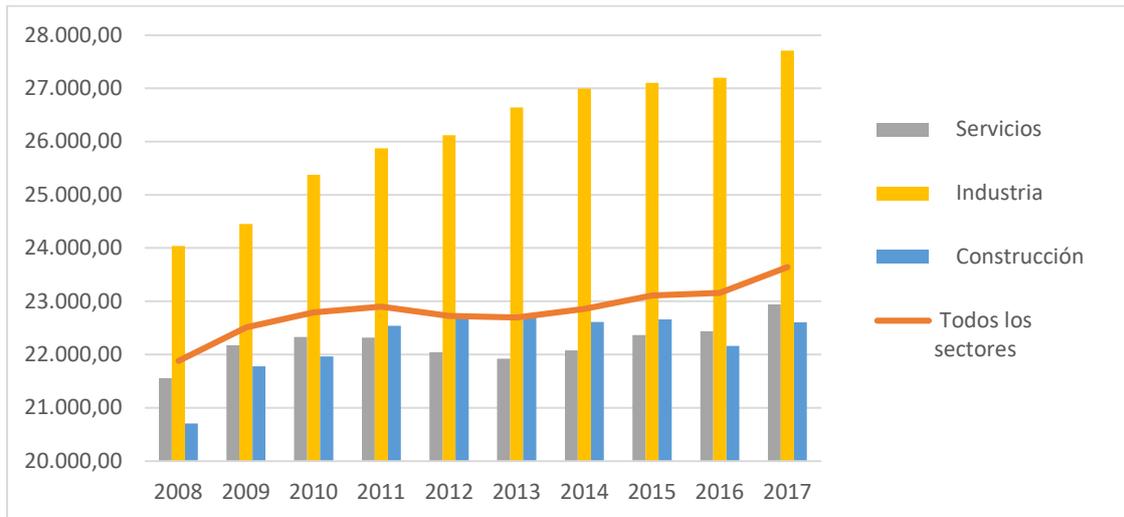
La literatura económica coincide en considerar el mercado laboral como un mercado diferente y especial respecto de la definición clásica de mercado; por un lado, encontramos la singularidad del factor trabajo como mercancía o bien de intercambio y, por otro lado, la doble función que ejerce el precio del trabajo.

Desde la perspectiva de la oferta de trabajo, los trabajadores obtendrán un salario que supondrá la fuente principal de ingresos familiares, el valor mínimo a percibir vendrá determinado por la situación familiar, social y cultural en la que se encuadren y siempre buscarán maximizarlo. Desde el lado de la demanda laboral, las empresas soportan los costes salariales como una de las partidas más importantes del proceso productivo y buscarán adecuar (minimizar) estos costes a la producción obtenida, es decir, buscarán aumentar su productividad (Ruesga 2014, págs. 20-22).

A pesar de que el mercado laboral (como el resto de los mercados) puede verse influenciado por la oferta y la demanda, éste se encuentra fuertemente regulado. La regulación se ejerce a través de la acción sindical, la negociación colectiva (materializada en los convenios colectivos) y las normativas laborales. Esta regulación tiene por objeto garantizar unas condiciones laborales mínimas a los trabajadores, como por ejemplo la fijación de un salario mínimo interprofesional. Por ello, se puede afirmar que la fijación de los salarios se ve influenciada por la situación económica en que se encuadra el ámbito de estudio (marco institucional, sector actividad, tamaño de la empresa...), por las características propias de los trabajadores (nivel formativo, experiencia profesional, género y edad...) y también por cuestiones como el nivel tecnológico, la productividad y la complementariedad del factor capital y trabajo humano. (Ruesga, 2014).

La investigación académica muestra una evidencia empírica de la relación directa existente entre el aumento salarial de los trabajadores cualificados junto con el aumento en uso de la tecnología y el gasto en I+D, debido principalmente a la complementariedad entre el uso de capital y el trabajo cualificado (Torres, 2002). Esto se ve reflejado en el gráfico 6, que muestra la evolución de los salarios medios anuales españoles clasificados por sector de actividad entre 2008 y 2017. El salario medio del sector industrial en 2017 supera en casi 5.000€ brutos anuales al del sector servicios; como veremos en epígrafes posteriores, las actividades con mayor intensidad innovadora se concentran, principalmente, en el sector industrial.

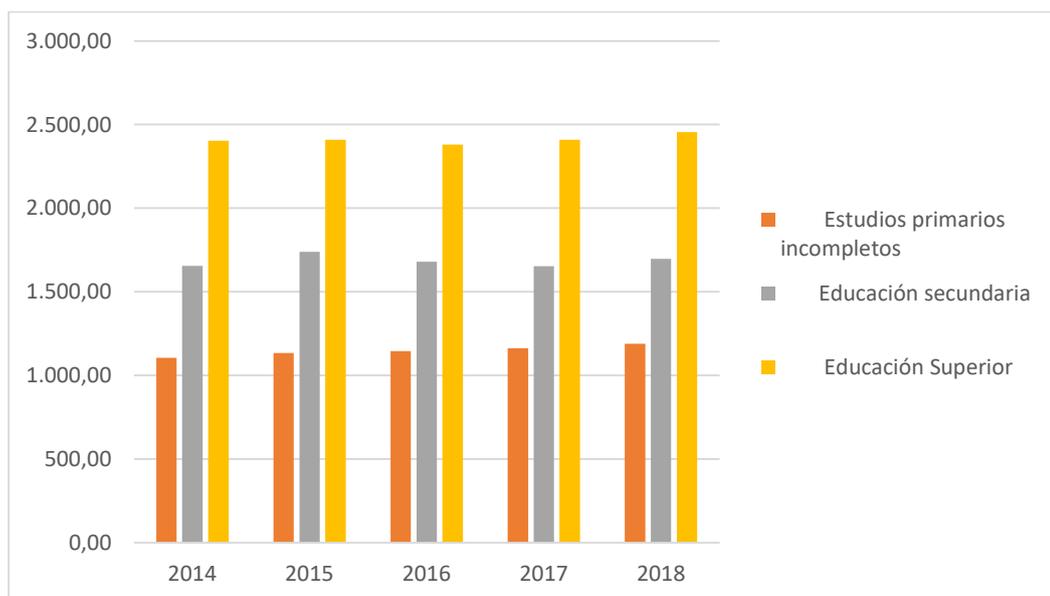
Gráfico 6. Evolución salarios medios anuales por sector en España 2008-2017



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2017

Si analizamos la fijación de salarios en función del nivel educativo, vemos que ambas variables presentan una relación directa (gráfico 7). Cuanto mayor es la cualificación del trabajador mayor será el salario medio percibido, pues estos aportarán más productividad y valor añadido que los trabajadores menos cualificados (Ruesga y otros 2014, pág.86). Es interesante valorar la inversión del gasto en educación para formar trabajadores complementarios a la tecnología, que aumenten la productividad y generen un alto valor añadido; esto permitirá evitar la deslocalización y aumentar la competitividad de la región apostando por una correcta combinación de trabajo cualificado y capital tecnológico.

Gráfico 7. Salarios medios mensuales por nivel educativo en España 2014-2018



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2018

3.4 Desequilibrios en el mercado laboral

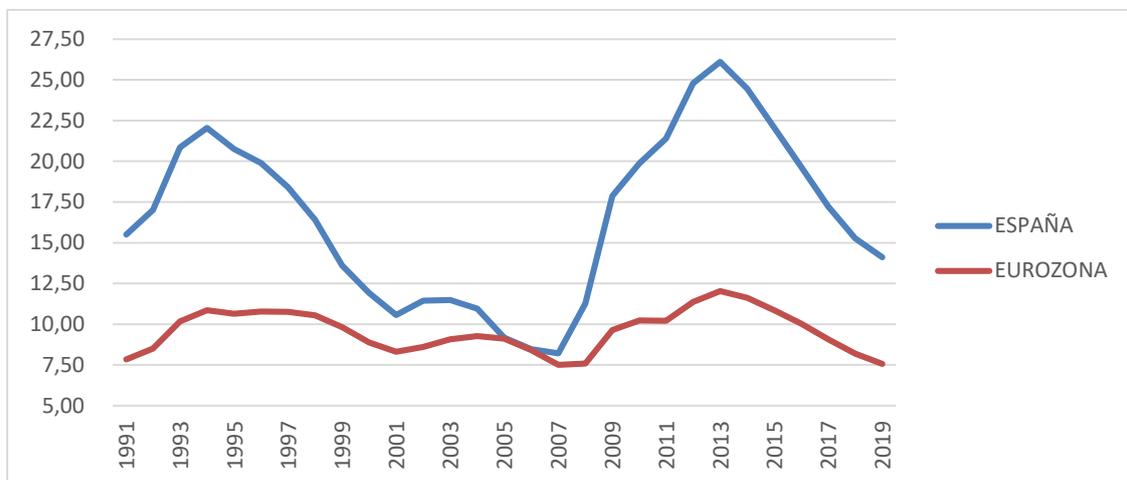
Los desequilibrios ocasionados en el funcionamiento del mercado laboral se pueden presentar en diversos ámbitos: a nivel cuantitativo entre oferta y demanda (desempleo), a nivel espacial (según características propias de cada región) y a nivel ocupacional (derivado de características propias de los trabajadores, como el nivel formativo alcanzado) (Ruesga y otros 2014, pág. 77).

El desempleo representa el exceso de oferta existente en el mercado laboral y se mide por la tasa de desempleo, que cuanto más elevada sea menos eficiente es el mercado laboral analizado.

En España se registra una tasa de paro elevada y constante, que permanece al margen del ciclo económico de forma crónica. Esta situación se conoce como desempleo estructural, los factores que lo ocasionan son más profundos y difíciles de corregir (nivel educativo, composición de los sistemas productivos, fuertes regulaciones laborales ...).

En el gráfico 8 se evidencia el problema del desempleo en España en comparación con la media de la eurozona. Las oscilaciones en las épocas recesivas son mucho más pronunciadas, superando la media en más de un 15% en la peor época recesiva. Si analizamos la tasa de desempleo en las mejores etapas expansivas, vemos que el paro crónico o estructural ronda el 8%.

Gráfico 8. Evolución tasa paro España y Eurozona 1991-2019



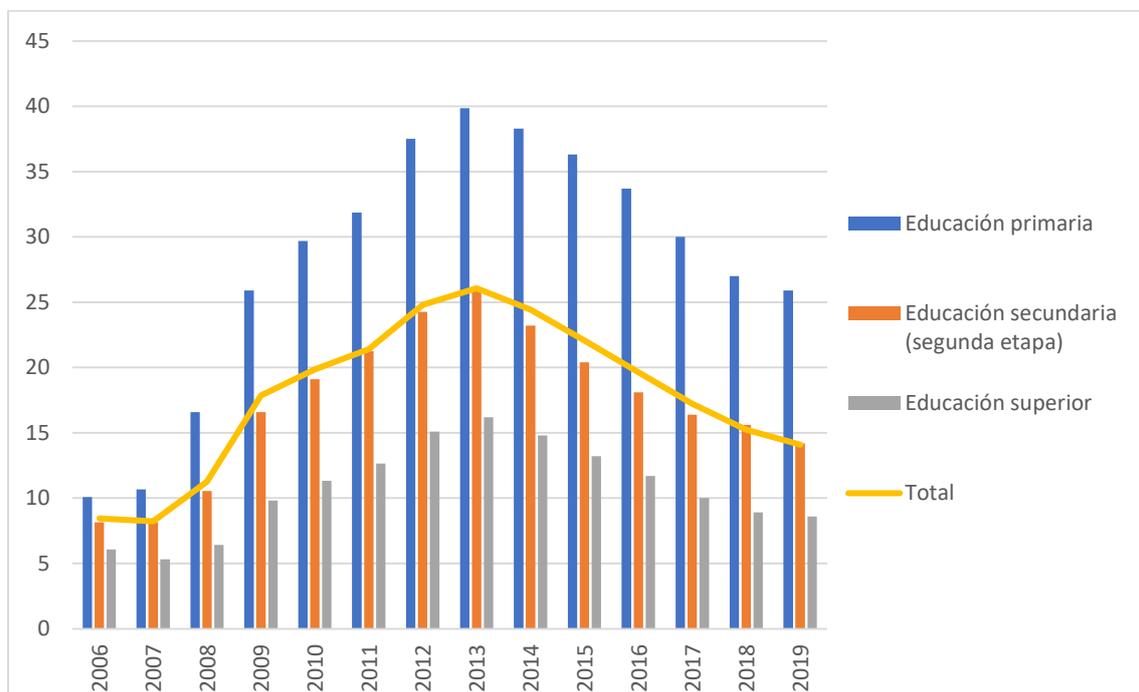
Fuente: Elaboración propia a partir de OCDE, 2019

En cuanto a los desequilibrios cualitativos del mercado laboral, existen numerosos estudios que se centran en la problemática educativa propia de nuestro país. Por un lado, un ineficaz sistema educativo acompañado de una alta tasa de abandono escolar, que provoca que los jóvenes que no han finalizado sus estudios secundarios tengan más difícil el acceso al mercado de trabajo; por otro lado, la situación de jóvenes "sobrecualificados" que no logran acceder al mercado una vez finalizados sus estudios

y se ven obligados a acceder a puestos no relacionados con su formación o a buscar oportunidades laborales en otros países (García, J. R. 2011).

Como se evidencia en el gráfico 9, durante la época recesiva son precisamente los trabajadores menos cualificados los que presentan mayores tasas de paro debido a la mayor destrucción de empleo que sufren los trabajos de baja cualificación, normalmente temporales y asociados a los sectores más castigados por la crisis (construcción y hostelería). Mientras que los trabajadores más cualificados presentan tasas de paro muy inferiores a la media, aunque a costa de encuadrarse en empleos que requieren menor cualificación o no relacionados con sus competencias formativas.

Gráfico 9. Evolución tasa paro por nivel educativo en España 2006-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2019

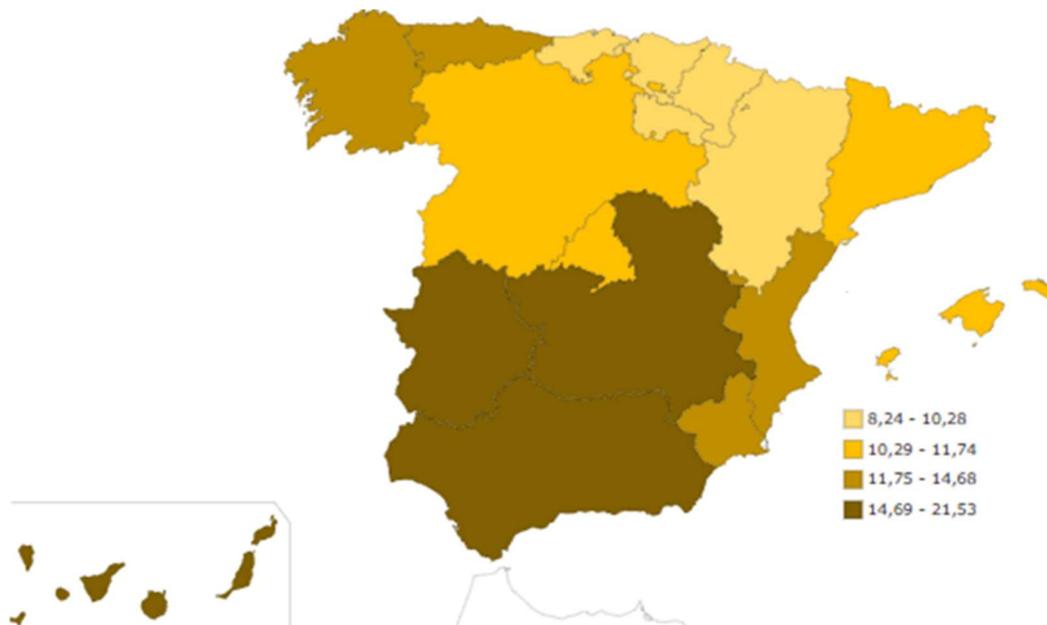
El mercado laboral español también se caracteriza por padecer fuertes desequilibrios regionales. Para entender las causas y consecuencias de estas diferencias territoriales es necesario valorar dos tipos de factores: por un lado, factores que afectan al conjunto del país (situación económica nacional e internacional, marco institucional, políticas económicas nacionales e internacionales...); por otro lado, los factores particulares de cada región (demografía, composición sectorial y capacidad productiva, formación de los trabajadores...) (Gómez y Prieto, 2003).

Los mejores datos de empleo y desempleo se registran en la zona noreste y central, concretamente en las comunidades de Navarra, País Vasco, La Rioja, Madrid y Cataluña; mientras que en el sur es donde se registran las tasas de paro más elevadas y las más reducidas de ocupación, siendo Andalucía, Extremadura y Canarias las comunidades que peores datos registran de forma recurrente.

Además, estas diferencias regionales se manifiestan también durante los cambios de ciclo económico. Los datos registrados durante la época recesiva reflejaron un aumento de la tasa de desempleo más rápido y pronunciado en las regiones más prósperas, siendo su impacto menor y más lento en las regiones con tasas de paro históricamente más elevadas (Ruesga y otros 2014, pág. 81); otra evidencia de que el paro estructural se mantiene de forma casi inalterable ante la coyuntura económica.

El gráfico 10 muestra las diferencias existentes en el año 2019 entre las comunidades con tasas de paro más elevadas: Extremadura (21,53%) y Andalucía (21,19%) que superan en más de 10 puntos a las comunidades con las menores tasas: Navarra (8,24%) y País Vasco (9,15%). En consecuencia, los valores de estas regiones más afectadas (Extremadura y Andalucía) superan también ampliamente la media nacional, que se situó en torno al 14% durante el 2019.

Gráfico 10. Tasa de paro por CCAA en 2019



Fuente: INE, 2019

4. Progreso tecnológico

El progreso de las civilizaciones, históricamente, ha ido ligado al avance técnico e innovaciones que han ido surgiendo, sobre todo en los dos últimos siglos. Estos avances se han ido sucediendo a una mayor velocidad y de forma imparable desde que se inicia, a mediados del S. XVIII, la primera revolución industrial con la aparición del motor de vapor; la segunda revolución industrial se origina en la segunda mitad del S. XIX con la electricidad y las cadenas de montaje; la tercera revolución es la de los ordenadores y comienza en 1960 llegando hasta nuestros días a través de la combinación de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación). Ahora mismo vivimos inmersos en la cuarta revolución o revolución 4.0 basada en la tecnología digital, la inteligencia artificial, la globalización y la hiperconectividad (León, 2020). Los cambios y avances tecnológicos se producen casi a cada minuto, llegando en muchas ocasiones a ver cómo ciertos productos se vuelven obsoletos antes de conseguir comercializarse.

El progreso y el bienestar de las sociedades y economías está determinado por el cambio tecnológico, que permite aumentar la productividad, los salarios y la renta per cápita (Doménech et al., 2018).

Pero el cambio tecnológico se puede valorar desde varias perspectivas y llegando a conclusiones opuestas. Si analizamos sus efectos en conjunto, históricamente, ha propiciado el aumento de las tasas de ocupación, pero ocasionando serias destrucciones de empleo en los sectores sustitutos a la nueva tecnología, lo que provoca una transformación estructural y la reasignación del empleo hacia los distintos sectores productivos emergentes. Si se analiza a nivel individual, sus efectos son distintos dependiendo de la situación inicial del trabajador; los salarios de los trabajadores complementarios al cambio tecnológico aumentarán (igual que la productividad), mientras que los salarios de los trabajadores sustitutos se reducirán e incluso podrán perder su empleo debido a una completa automatización de la ocupación desarrollada. Por tanto, resulta esencial la capacidad de adaptación y el deseo de formarse durante toda su vida laboral, tratando así de evitar ser expulsados del mercado laboral y sistema productivo.

En los siguientes subapartados, se explica en qué consisten la innovación empresarial y la productividad laboral a través de las definiciones elaboradas por los principales organismos internacionales. Además, se muestran una serie de gráficos para explicar su evolución e intentar relacionar los efectos de estas dos variables sobre el mercado laboral español (relaciones y resultados que se analizarán en detalle en los epígrafes de resultados y conclusiones de este trabajo).

4.1 Innovación empresarial

Mulet (2020) considera la innovación como una consecuencia derivada de la necesidad de cambio. Esta necesidad de cambio, unida al conocimiento, permite generar un valor añadido. Además, hace referencia a la dificultad que entraña la medición de la capacidad de innovación de un país, derivado de la multitud de factores, tanto internos como externos, que afectan a su cuantificación.

El principal organismo internacional encargado de la medición de la Ciencia, Tecnología e Innovación es la OCDE. Su trabajo se desarrolla a través de la elaboración de dos Manuales (Frascati y Oslo) que servirán de pauta internacional para que los organismos nacionales de cada país puedan generar sus propias estadísticas relacionadas con la innovación y el gasto en I+D, teniendo en cuenta tanto el factor capital como el factor humano.

El Manual de Frascati crea un estándar internacional sobre la recopilación, medición y presentación de datos estadísticos (comparables entre países), sobre los recursos económicos y humanos destinados a la I+D. Este Manual se elabora desde los años 50 y su última edición es de 2015.

El Manual de Oslo se elabora por desde 1991 de forma conjunta entre la OCDE y Eurostat y constituye también una guía para la medición y estudio de datos relacionados con las actividades científicas y tecnológicas. Establece una definición de innovación y su clasificación en cuatro tipos (producto, proceso, marketing y organización). Su principal misión es crear unos estándares internacionales que permitan la comparación de los datos entre países. La última versión del Manual de Oslo, publicada en 2018, sigue una metodología diferente a la anterior, por lo que se produce una ruptura de series estadísticas y los datos. Por eso a partir de 2018 los resultados no son comparables con los de años anteriores.

En el Manual de Oslo se establecen una serie de definiciones básicas. En primer lugar, se define la innovación como: la introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio. Además, considera actividades innovadoras aquellas tareas científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que concluyen de forma real o potencial a la implantación de innovaciones. Por último, considera que una empresa es innovadora si ha introducido algún tipo de proceso o producto innovador durante el periodo analizado.

El organismo español encargado de obtener, tratar y publicar los resultados relacionados con la innovación empresarial es el INE a través de su Encuesta sobre innovación en las empresas; sus resultados se publican anualmente y en base a las indicaciones establecidas en el Manual de Oslo.

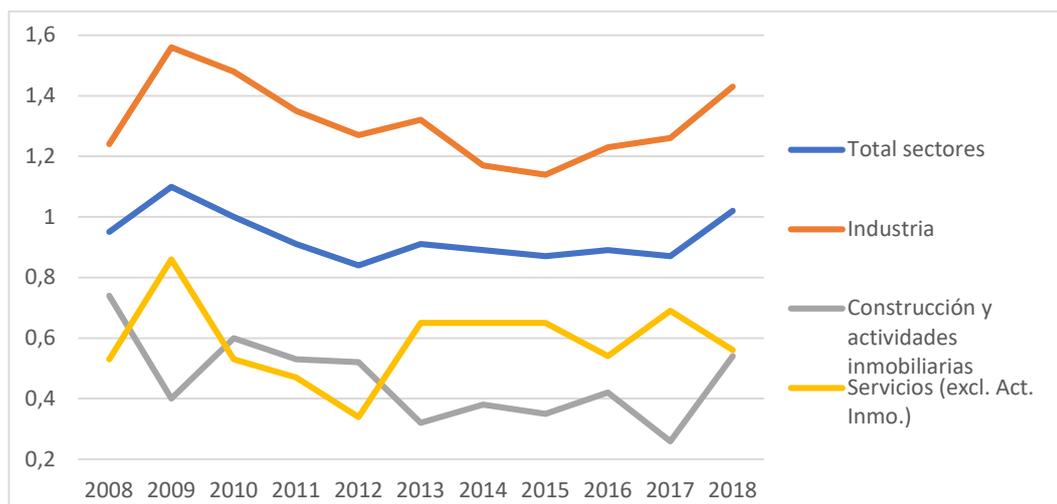
Las innovaciones se pueden considerar tecnológicas (procesos y productos) y no tecnológicas (marketing y organización). Siguiendo las líneas de estudio establecidas por Heijs (2012) y Choi y Calero (2018), este análisis se centrará en los efectos que la innovación tecnológica (procesos y productos) provoca en el mercado laboral.

La intensidad de innovación se usa como aproximador del nivel de innovación de la región y sector objeto de estudio; ésta resulta del cociente de los gastos en actividades innovadoras entre el importe de la cifra de negocios de las empresas analizadas.

En el gráfico 11 se muestra la evolución de la intensidad de innovación en España para el periodo 2008-2017 y distinguiendo por rama de actividad. Al analizar la intensidad de innovación del conjunto de sectores, vemos que los valores son similares para todo el periodo (entre 0,8 y 1,1), y a pesar del descenso sufrido entre 2009 y 2012, la intensidad de innovación en España es bastante estable.

Si analizamos esta variable por ramas de actividad, vemos que la mayor intensidad de innovación se concentra en el sector industrial (tomando valores superiores a la unidad en todos los periodos). El motivo de esta mayor inversión en innovación es que el sector está basado, principalmente, en sistemas productivos de cadenas de montaje donde la automatización de procesos y tareas manuales desempeñadas por los trabajadores permitiría el aumento de la productividad (Choi y Calero, 2018).

Gráfico 11. Intensidad innovación por rama de actividad en España 2008-2018



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2019

Si centramos el análisis de la innovación a nivel regional, vemos en el gráfico 12 que las empresas innovadoras tecnológicas se distribuyen por toda la geografía española, pero existen grandes diferencias entre Comunidades Autónomas.

En el gráfico 12 se muestra el número de empresas consideradas por el INE como innovadoras tecnológicas en el periodo 2016-2018. Se observa que el mayor número de empresas innovadoras tecnológicas (de producto y/o de procesos) se concentró en Cataluña (6.457), Madrid, Andalucía y Valencia (en orden descendente); y el menor número de empresas innovadoras se registra en La Rioja (227), Cantabria, Extremadura, Asturias y Navarra (en orden ascendente).

Gráfico 12. N.º empresas innovadoras tecnológicas periodo 2016-2018



Fuente: INE, 2019

4.2 Productividad laboral

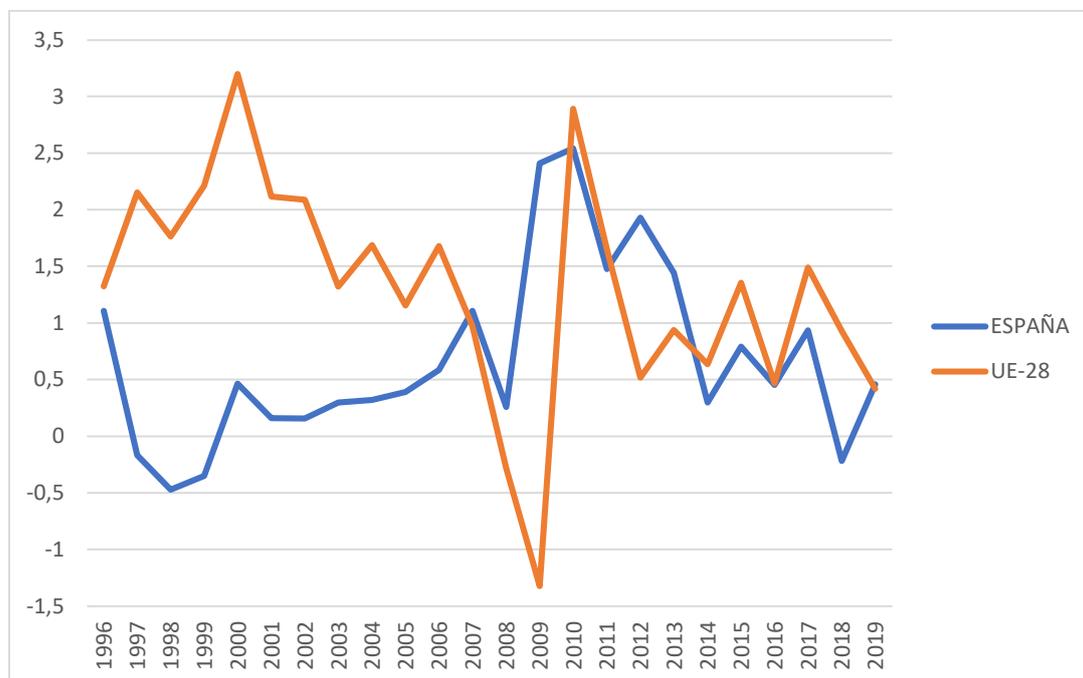
La productividad es un concepto económico que mide la relación entre la producción real y los recursos necesarios empleados para obtenerla (Ruesga y otros 2014, pág.39).

Si hablamos de productividad laboral nos referimos a la cantidad de factor trabajo empleado en la obtención de la producción. En este análisis nos centramos en la productividad laboral a nivel tanto nacional como regional y distinguiendo tres sectores económicos: industrial, construcción y servicios. Para ello se calcula el cociente de los datos de PIB y horas trabajadas obtenidos de la contabilidad regional publicados por el INE (en el epígrafe de fuentes de información y metodología se explicará más en detalle).

El crecimiento de la productividad es, a priori, un buen indicador para cualquier economía, pues ésta permite aumentar el nivel de competitividad y mejorar la eficiencia en el uso de los factores de que dispone.

En el gráfico 13 se refleja la tasa de variación anual de la productividad laboral de España y de la media de la UE-28 para el periodo 1996-2019, vemos que el sentido en que se mueven ambas tasas es similar, aunque las variaciones anuales en España son más moderadas a las de la media europea.

Gráfico 13. Tasa variación anual productividad laboral España y UE-28 1996-2019



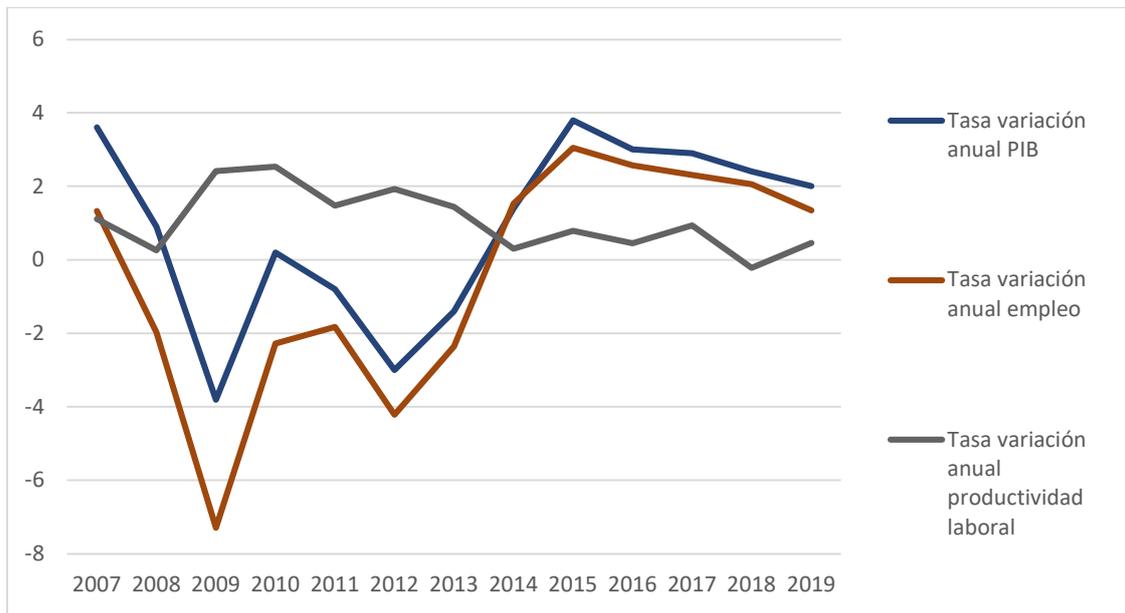
Fuente: Elaboración propia a partir de OCDE, 2019

Analizar las causas y efectos que la productividad laboral ocasiona en el mercado laboral no resulta sencillo. Tomando como base una publicación del Banco de España (2019) se intenta establecer una relación entre las variables PIB, empleo y productividad laboral.

Usando el gráfico 14, vemos que tanto el PIB como la tasa de empleo varían en la misma dirección que el ciclo económico, mientras que la productividad se mueve en sentido contrario. El aumento de la productividad durante la fase recesiva, a partir de 2008, se debe principalmente a que el nivel de destrucción de empleo se produjo a tasas mucho mayores que las de destrucción del PIB. Por el contrario, en las épocas de recuperación económica y de acercamiento entre el nivel de PIB y creación de empleo, la productividad se reduce.

Según la publicación del Banco de España (2019), este comportamiento de la productividad española difiere de la tendencia del resto de los países de la UE; siendo uno de los posibles factores de este extraño comportamiento el gran peso de la contratación temporal y de baja productividad que caracteriza al mercado laboral español en las épocas expansivas. Este modelo laboral provoca que en cuanto la economía cambia a un ciclo recesivo, la destrucción de este tipo de empleo temporal y de bajo valor añadido sea muy superior a la pérdida del PIB de la economía, por lo que el aumento de la productividad no va ligado directamente a la innovación, sino más bien al ajuste y eliminación de factores poco productivos.

Gráfico 14. Tasa variación anual PIB, empleo y productividad laboral en España 2007-2019



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2019

5. Fuentes de información y Metodología

5.1 Fuentes de información

Para la realización del siguiente análisis se utilizan datos procedentes de distintas encuestas y publicaciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

En el análisis del mercado laboral español se emplean la Encuesta de población activa (EPA) y la Encuesta de estructura salarial.

La EPA es una encuesta de periodicidad trimestral que se elabora desde 1964, y cuya metodología actual ha sido adaptada por última vez en el año 2005. A través de esta encuesta realizada, aproximadamente, a unas 160.000 personas al trimestre, se estiman las variables que influyen en el mercado laboral español: población activa, ocupados, parados e inactivos, y clasificando cada variable en grupos de edad, sexo, ámbito territorial, rama de actividad...etc.

En cuanto al análisis de salarios, el INE publica dos encuestas de estructura salarial en función de su periodicidad, y que se complementan entre ellas. La encuesta cuatrienal de estructura salarial se publica desde el año 1995 siguiendo unos criterios comunes tanto de metodología como de contenido para toda la Unión Europea, permitiendo así la comparación de la estructura y distribución salarial de todos los países miembros. La otra encuesta tiene una periodicidad anual y se publica desde el año 2004. Ambas buscan analizar la distribución de los salarios teniendo en cuenta variables como el sexo, ocupación, rama de actividad, tamaño de la empresa; siendo la publicación cuatrienal más detallada y completa que la anual. La información que ofrecen procede de la combinación de datos de la Seguridad Social, la Agencia Tributaria y el cuestionario específico del INE.

Las variables de PIB per cápita y productividad laboral se han obtenido a partir de la contabilidad regional de España publicada por el INE, pues las variables se analizan a nivel de Comunidad Autónoma.

Para obtener la variable de productividad laboral ha sido necesario descargar los datos de PIB per cápita y horas trabajadas por CCAA y sector de actividad, procedentes de la contabilidad regional. Y posteriormente calcularla como el cociente entre el PIB y el total de horas trabajadas en cada región y para cada periodo anual objeto de estudio.

Los datos relacionados con el nivel de innovación y gasto empresarial en innovación se obtienen también del INE, concretamente de la encuesta sobre innovación en las empresas. Tiene una periodicidad anual y se publica desde el año 1998, el cuestionario se realiza a más de 40.000 empresas de varias ramas de actividad (agrícola, industrial, construcción y servicios), que cuenten con 10 o más asalariados. La encuesta es anual y los datos se recaban sobre el inmediatamente anterior al de su ejecución, siendo los datos sobre las variables de innovación referidos al periodo de los 3 años anteriores al de su realización. Esta encuesta clasifica las empresas por tipo de innovación, pudiendo ser tecnológica o no tecnológica, para la realización de este análisis se tomarán datos de innovación tecnológica (producto y proceso). Las bases de esta encuesta se encuentran en el Manual de Oslo publicado por la OCDE y debido a un cambio metodológico la encuesta del año 2018 no es comparable con las series anteriores.

5.2 Metodología

La metodología empleada en este trabajo comprenderá dos tipos de análisis: por un lado, se realizará un análisis descriptivo basado en la correlación existente entre la tasa de empleo y la productividad laboral; y, por otro lado, se elaborará un análisis de regresión de datos longitudinales, en el que se determinará la influencia de la intensidad de innovación y la productividad laboral (junto con otras variables relevantes), sobre la tasa de empleo de España a nivel de comunidad autónoma y para el periodo 2008-2018.

En primer lugar, se explica en qué consiste cada tipo de análisis y posteriormente se indican las variables y programas informáticos empleados para la obtención de los resultados.

La correlación es una metodología propia de la estadística descriptiva que permite analizar y establecer la relación lineal que existe entre dos variables cuantitativas, se mide a través del coeficiente de correlación lineal o de Pearson, que toma valores entre -1 y 1 indicando el tipo de relación que existen entre las variables y la fuerza de la relación.

Si el coeficiente toma valores superiores a cero, la relación es positiva o directa, es decir, las variables aumentan o disminuyen simultáneamente. Si el coeficiente toma valores negativos la relación es negativa o inversa, es decir, el aumento de valor de una variable provoca la disminución de la otra y viceversa.

Cuanto más próximos a -1 o a 1 sean los valores que toma el coeficiente, mayor será la fuerza o intensidad de relación entre ambas variables, mientras que si el coeficiente devuelve el valor cero significa que las variables son independientes y no existe evidencia de relación lineal entre ellas. Motivo por el que resulta necesario desarrollar un posterior análisis de regresión.

Este análisis sólo permite establecer la existencia o no existencia de relación entre dos variables, pero no permite determinar las causas y efectos de dicha relación.

La fórmula con la que se calcula el coeficiente de variación de Pearson es el cociente de la covarianza de X e Y, entre las desviaciones típicas de cada variable:

$$P_{xy} = \frac{Cov_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

La correlación es más fácil de ver si se representa a través de un diagrama de dispersión, en el que cada observación es representada por el punto (X_i, Y_i) . Si la recta de tendencia tiene una pendiente positiva la relación entre las variables es directa, mientras que si la pendiente es negativa la relación es inversa. Cuanto más cerca estén los puntos a la línea de tendencia, más fuerte será la relación entre las variables.

El método econométrico de regresión lineal permite explicar una variable dependiente (Y) en función de una serie de variables independientes (X_1, X_2, \dots) , a través de la estimación de los parámetros (β) y teniendo en cuenta un término de perturbación (ε) que introduce el error que se ocasiona a consecuencia de factores no observables. El parámetro β_0 es un término constante que representa el valor de la variable dependiente (Y) cuando el resto de las variables independientes y el término de perturbación son igual a cero; por lo que su interpretación económica no tiene demasiado interés para el análisis. La estimación del resto de parámetros β permite cuantificar la variación que se produce en la variable dependiente (Y) al modificarse la variable independiente que lleva asociada dicho parámetro, manteniendo constantes los valores del resto de variables.

El modelo de regresión lineal se representa, en términos generales, de la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

Como se avanzaba al principio de este epígrafe, se llevarán a cabo dos tipos de análisis sobre la tasa de ocupación española: uno basado en estadística descriptiva y el otro basado en un modelo de regresión y cuyos resultados se expondrán y comentarán en el siguiente apartado del trabajo.

En primer lugar, se analiza la correlación existente entre las variables tasa de empleo y productividad laboral, distinguiendo tres sectores productivos (industria, construcción y servicios), tomando como ámbito geográfico las 17 comunidades autónomas de España, y en el ámbito temporal se realiza un primer análisis para el año 2008 y un segundo análisis comparativo para el 2017. Para facilitar la comprensión de los resultados obtenidos, se elaborarán y comentarán una serie de gráficos de dispersión.

Posteriormente, se elabora un análisis de regresión lineal de datos longitudinales, (con ayuda del programa Gretl) para estudiar los efectos que las variables dependientes tienen sobre la variable independiente. Para este modelo se toman datos de todas las variables enunciadas, creando una serie de datos de panel de las 17 Comunidades Autónomas de España para el periodo 2008-2018.

En la tabla 2 se especifican las variables empleadas, así como la fuente de datos de la que se han obtenido.

Tabla 2. Variables incluidas en el análisis empírico

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO VARIABLE	FUENTE DATOS
TEMP	Tasa empleo	% sobre población \geq 16 años	Dependiente	EPA (INE)
ININOV	Intensidad Innovación Empresarial	% gasto en innovación sobre INCN	Independiente	Encuesta innovación empresarial (INE)
TACT	Tasa actividad	% sobre población \geq 16 años	Independiente	EPA (INE)
SALM	Salarios medios	Media de salarios brutos anuales	Independiente	Encuesta de estructura salarial (INE)
PIBperc	PIB per cápita	Miles euros	Independiente	Contabilidad regional de España (INE)
PRODLAB	Productividad laboral	% PIB/horas trabajadas	Independiente	Contabilidad regional de España (INE)

Fuente: Elaboración propia

Una vez definidas las variables incluidas, se crea un modelo de regresión específico para este análisis en función del modelo genérico arriba enunciado, y que toma la siguiente forma:

$$TEMP = \beta_0 + \beta_1 ININOV + \beta_2 TACT + \beta_3 SALM + \beta_4 PIBperc + \beta_5 PRODLAB + \varepsilon$$

Para obtener resultados a partir de las variables descritas, se crea una tabla con formato de datos de panel en la que se introduce el valor que registra de cada variable en cada una de las 17 comunidades autónomas y para el periodo 2008-2017.

El archivo de datos se procesa en el software econométrico Gretl.

6. Resultados

Después de escoger las variables, descargar, tratar y procesar los datos; se pasa al análisis de sus resultados.

En la tabla 3, observamos que las medidas de tendencia central (media y mediana) evidencian que en todas las variables sus valores están muy próximos entre sí, por lo que la distribución de las variables es bastante simétrica. Usamos la desviación típica para valorar la dispersión en la distribución de los datos en torno a su media, y cabe destacar la gran dispersión en los datos registrados para la variable intensidad de innovación (ININOV), provocado por las grandes diferencias sectoriales (industria 1,56 y construcción 0,26) y regionales (País Vasco 2,15 y Baleares 0,11) que registra el nivel de innovación en España.

Tabla 3. Estadísticos principales de las variables analizadas

	Media	Mediana	D.T.	Mínimo	Máximo
TEMP	47,64	47,62	4,856	36,92	59,88
SALM	21.939	21.233	2.237	18.265	28.204
TACT	58,93	59,08	3,714	50,86	67,00
ININOV	0,7861	0,7450	0,4104	0,1100	2,150
PIBperc	22.791	21.553	4.487	15.485	34.041
PRODLAB	32,64	32,39	3,353	25,92	41,76

Fuente: Elaboración propia con uso de Gretl, a partir de INE

6.1 Análisis de correlación

En la tabla 4 se muestra la matriz de correlación sobre el conjunto de datos de todas las variables durante el periodo 2008-2017. Salvo en la correlación entre la variable intensidad de innovación (ININOV) y tasa de actividad (TACT), vemos que todas las variables presentan una relación de tipo directo, aunque el grado en que inciden unas sobre otras es muy dispar.

Las variables que presentan una relación más fuerte son en orden descendente y con valor superior al 0,8 son: la productividad laboral y los salarios medios, la productividad laboral y el PIB per cápita, el PIB per cápita y la tasa de empleo.

Las variables que presentan una menor fuerza de relación o mayor independencia son en orden ascendente y con valor absoluto inferior al 0,3 son: la tasa de actividad junto con la intensidad de innovación, la productividad laboral y los salarios medios.

Esta matriz de correlación evidencia que la tasa de actividad (oferta laboral) tiene poca incidencia sobre el resto de las variables, lo que demuestra la particularidad del mercado laboral, ya que la oferta laboral o tasa de actividad presenta una correlación del 0,24 sobre el precio del trabajo o salarios medios y del 0,60 sobre la demanda o tasa de empleo. Estos datos confirman las teorías expuestas en la literatura de que: por un lado, el mercado laboral no se rige por la oferta y la demanda; y, por otro lado, sobre la influencia que tienen en él las regulaciones en materia salarial.

Tabla 4. Matriz de correlación entre variables

	<i>TEMP</i>	<i>SALM</i>	<i>TACT</i>	<i>ININOV</i>	<i>PIBperc</i>	<i>PRODLAB</i>
TEMP	1	0,51059	0,60418	0,36132	0,82189	0,45823
SALM	0,51059	1	0,24311	0,64511	0,85946	0,88659
TACT	0,60418	0,24311	1	-0,13435	0,43879	0,21764
ININOV	0,36132	0,64511	-0,13435	1	0,59817	0,57124
PIBperc	0,82189	0,85946	0,43879	0,59817	1	0,84821
PRODLAB	0,45823	0,88659	0,21764	0,57124	0,84821	1

Fuente: Elaboración propia a partir de INE

En la tabla 5 se presentan dos matrices de correlación entre la intensidad de innovación y la productividad laboral de los años 2008 y 2017. Los datos usados en su cálculo son el valor medio de cada variable en cada sector teniendo en cuenta todas las comunidades autónomas. Como se observa, estas dos variables presentan una correlación positiva muy elevada en ambos periodos. Además, la correlación es mayor en el 2017, lo que indica que la introducción de innovaciones empresariales permite aumentar considerablemente la eficiencia productiva, y por tanto la productividad laboral. Lo importante ahora, es saber si esta mayor productividad es algo positivo para el nivel de empleo.

Tabla 5. Matriz de correlación intensidad de innovación y productividad laboral en 2008 y 2017

2008	<i>Productividad laboral</i>	<i>Intensidad innovación</i>	2017	<i>Productividad laboral</i>	<i>Intensidad innovación</i>
Productividad laboral	1	0,864509	Productividad laboral	1	0,951662
Intensidad innovación	0,864509	1	Intensidad innovación	0,951662	1

Fuente: Elaboración propia a partir de INE

Debido a la falta de datos sobre innovación por comunidad autónoma y sector de actividad, se usará la productividad laboral como aproximador de nivel de innovación para ver el efecto que su aumento provoca sobre la tasa de empleo en cada región y sector de España en el año 2008 y 2017.

En la tabla 6 se presentan los coeficientes de correlación existentes entre la productividad laboral y la tasa de empleo de las 17 Comunidades Autónomas para los sectores industrial, construcción y servicios, y haciendo una comparativa entre los datos del año 2008 y del año 2017.

Tabla 6. Matrices de correlación entre productividad laboral y tasa de empleo en 3 sectores, por Comunidades Autónomas y para los años 2008 y 2017.

Industria 2008	<i>Productividad laboral</i>	<i>Tasa empleo</i>	Industria 2017	<i>Productividad laboral</i>	<i>Tasa empleo</i>
Productividad laboral	1	-0,17284	Productividad laboral	1	-0,21263
Tasa empleo	-0,17284	1	Tasa empleo	-0,21263	1

Construcción 2008	<i>Productividad laboral</i>	<i>Tasa empleo</i>	Construcción 2017	<i>Productividad laboral</i>	<i>Tasa empleo</i>
Productividad laboral	1	-0,73564	Productividad laboral	1	-0,42496
Tasa empleo	-0,73564	1	Tasa empleo	-0,42496	1

Servicios 2008	<i>Productividad laboral</i>	<i>Tasa empleo</i>	Servicios 2017	<i>Productividad laboral</i>	<i>Tasa empleo</i>
Productividad laboral	1	0,14195	Productividad laboral	1	0,29243
Tasa empleo	0,14195	1	Tasa empleo	0,29243	1

Fuente: Elaboración propia a partir de INE

Si analizamos el sector industrial, en el año 2008 el coeficiente de correlación indica que la relación existente entre ambas variables es negativa, pero el valor es tan próximo a cero que se puede considerar que la relación entre ambas es muy débil. Para el año 2017 presenta de nuevo una relación inversa, pero algo más fuerte que en periodo 2008. Esto se puede deber a que el aumento de la productividad registrado en el sector industrial está ligado en mayor medida al aumento de la intensidad de innovación, y, por tanto, el aumento de productividad derivado de la introducción de innovaciones tecnológicas repercute negativamente en la creación y mantenimiento del empleo.

Por el contrario, el coeficiente de correlación para el sector de la construcción en el año 2008 muestra una fuerte relación entre ambas variables, y su tipo de relación es inversa. Esto podría explicar la teoría enunciada por el informe del Banco de España de 2019 que explicaba que la pérdida de empleos de bajo valor añadido produce un aumento de la productividad, siendo el sector de la construcción un claro ejemplo de empleos poco cualificados, temporales y de bajo valor añadido. En el año 2017, la relación continúa siendo inversa, aunque su intensidad de correlación es menor.

Al analizar el sector servicios, vemos que la relación entre ambas variables es positiva pero muy débil y algo mayor en el año 2017 con respecto a los datos de 2008. La tasa de empleo del sector servicios es muy alta, en ninguna comunidad toma valores inferiores al 50% con respecto a la tasa total de empleo; pero a su vez se caracteriza por ser un sector con tasas de productividad bajas, lo que pone de manifiesto la baja eficiencia en el uso de la mano de obra empleada.

Los resultados obtenidos y expresados a través del coeficiente de correlación en la tabla 5 se pueden analizar de una forma más clara y visual a través de los siguientes gráficos de dispersión (gráfico 15).

En la representación del sector industrial del año 2008, la línea de tendencia es casi horizontal (evidencia de que la relación es débil) y los puntos que representan a cada comunidad se encuentran dispersos y repartidos sin un patrón o tendencia a lo largo de toda la gráfica. A pesar del aumento de correlación en 2017, el gráfico de dispersión sigue sin mostrar una tendencia clara ni uniforme.

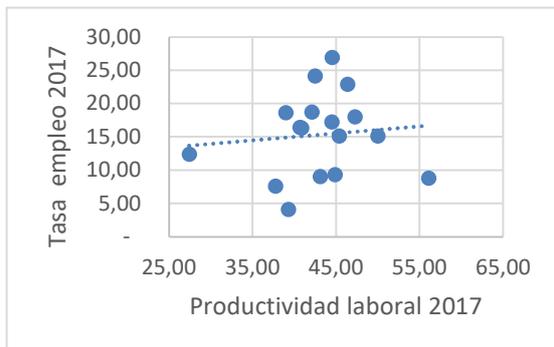
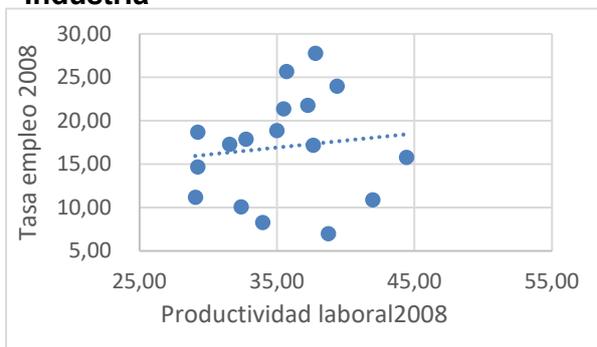
El gráfico que refleja al sector de la construcción en 2008 representa de forma clara la tendencia que sigue la relación entre ambas variables, la pendiente es pronunciada y descendente, concentrándose los datos con mayor tasa de empleo en valores de baja productividad. En 2017 vemos el gran descenso de la tasa de actividad respecto del año 2008 y que, a pesar de reducirse la productividad laboral, la tasa de empleo se sitúa en valores inferiores a la tendencia. Esto podría encontrar explicación en la fuerte destrucción de empleo vivida en el sector después de la crisis de 2008.

Como datos destacables encontramos los valores que registran por un lado Baleares con la mayor tasa de empleo del sector en España y además con la menor productividad; y por otro lado el País Vasco que, aunque no registra la menor tasa de empleo sí cuenta con la mayor tasa de productividad laboral en el sector.

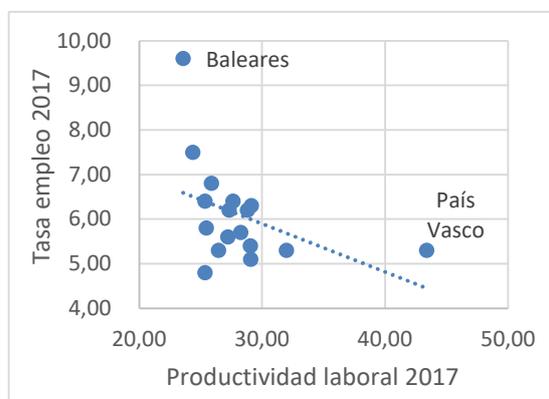
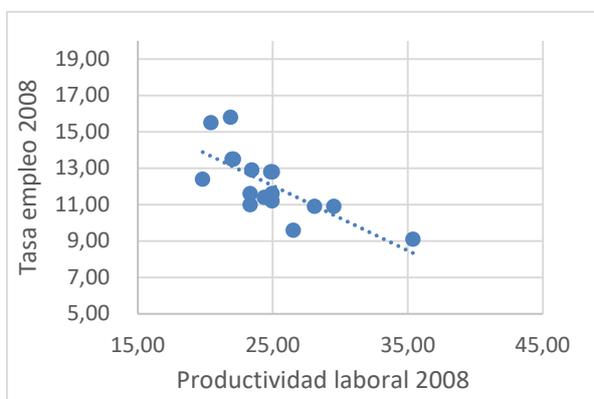
Los datos gráficos del sector servicios muestran muchos puntos alejados de la tendencia, lo que evidencia la poca relación entre las variables en ambos periodos. Cabe destacar los datos de las comunidades menos y más eficientes: por un lado, Andalucía que a pesar de una elevada tasa de empleo en el sector registran la productividad más baja de España; y en el lado opuesto encontramos a Navarra, que cuenta con la menor tasa de empleo en el sector servicios de todo el país y es la segunda con mayor tasa de productividad.

Gráfico 15. Gráficos de dispersión de 3 sectores de actividad por Comunidades Autónomas para 2008 y 2017

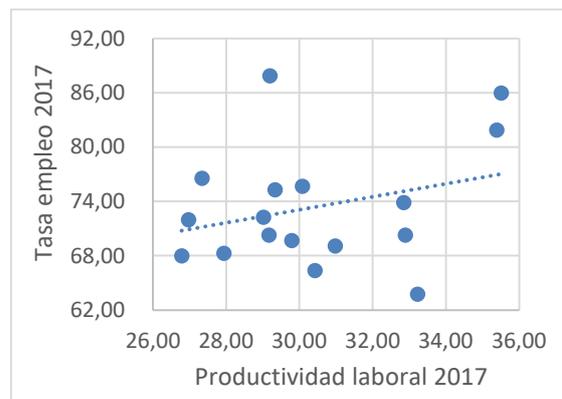
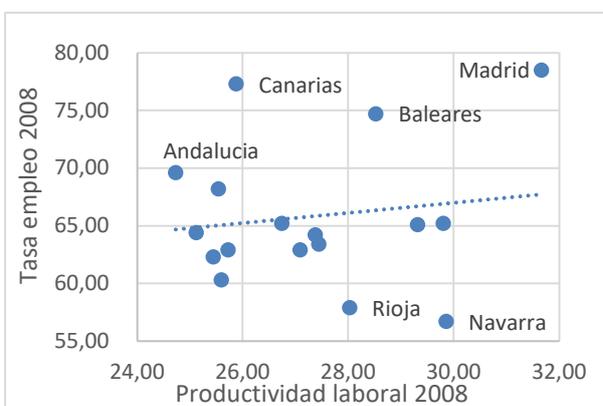
Industria



Construcción



Servicios



Fuente: Elaboración propia a partir de INE

6.2 Análisis de regresión

Los resultados de la correlación no permitieron establecer una evidencia clara sobre los efectos que el aumento de la productividad laboral produce sobre la tasa de empleo. Un análisis de correlación sólo permite establecer una relación lineal entre dos variables, sin valorar las causas de la relación; por tanto, se decide realizar un análisis de regresión que permita establecer una relación de causalidad entre variables, y que además permita valorar el efecto de más factores.

La finalidad de este modelo de regresión es valorar cómo afectan la intensidad de innovación y la productividad laboral sobre la tasa de empleo; teniendo también en cuenta otras variables como: los salarios medios, el PIB per cápita y la tasa de actividad.

Como se indicó en el apartado anterior, la intensidad de innovación y la productividad laboral presentan un nivel de correlación muy fuerte. Para evitar los fallos que se podrían producir en el modelo al estar tan correlacionadas dos variables (multicolinealidad), se presenta un primer resultado omitiendo la variable productividad laboral, y un segundo resultado omitiendo la variable intensidad de innovación.

Tabla 7. Tabla de resultados de análisis de regresión en Gretl

Modelo 1				Modelo 2			
Variable dependiente	TEMP			Variable dependiente	TEMP		
	Coef.	Desv. Típ.	valor p		Coef.	Desv. Típ.	valor p
const	4,2124	13,0804	0,7479	const	31,8933	9,41258	0,0009
SALM	-0,002055	0,0001981	2,52E-19	SALM	-0,00054	0,000183	0,0036
ININOV	1,52817	0,558603	0,007	PIBperc	0,002089	8,07E-05	5,56E-57
PIBperc	0,002251	0,0001158	1,02E-42	TACT	0,185362	0,12051	0,1261
TACT	0,61128	0,165184	0,0003	PRODLAB	-0,94735	0,072532	1,81E-26
Nº observ	170			Nº observ	170		
R-cuadrado	0,941805			R-cuadrado	0,971505		
R-cuadrado "intra"	0,773847			R-cuadrado "intra"	0,889267		

Nota: En negrita las variables significativas al 5%.

En la tabla 7 vemos los resultados de ambos modelos. En primer lugar, al analizar los valores que toman R cuadrado vemos que los dos modelos explican bastante bien la variable, ya que sus valores son elevados. También es importante analizar los resultados del valor p, pues si estos son inferiores a 0,05 y en mejor caso inferiores a 0,01, las variables se muestran individualmente relevantes. Tanto la intensidad de innovación como la productividad laboral muestran un valor p inferior a 0,01 en ambos modelos.

Una vez demostrado que los modelos son válidos y las variables incluidas son relevantes, pasamos a interpretar los valores de los coeficientes.

En el modelo 1 vemos que las variables independientes muestran una relación directa con la tasa de empleo, salvo los salarios medios.. Si nos centramos en el análisis de la intensidad de innovación, vemos que un aumento unitario en la intensidad de innovación, manteniendo constantes el resto de las variables, produce un aumento en la tasa de empleo del 1,53%.

Por tanto, en España a nivel regional podemos valorar la innovación como un factor positivo para el crecimiento del empleo. No podemos afirmar que este crecimiento sea homogéneo ni que sea beneficioso para todos los sectores o colectivos de trabajadores, pero sí podemos decir que el efecto neto de la innovación es positivo.

En el modelo 2, las variables de productividad laboral y los salarios medios muestran una relación inversa con la tasa de empleo. Si analizamos el coeficiente de la productividad laboral, vemos que, si ésta aumenta una unidad, manteniendo el resto de las variables constantes, produce una disminución en la tasa de empleo del 0,95%.

Tal como se indicaba en el epígrafe de productividad laboral, ésta se debe analizar con precaución. El aumento en la productividad no tiene por qué ir ligado a una mejora en procesos productivos derivados de innovaciones, sino que se puede deber a la destrucción de empleo con poco valor añadido (caso evidente en el sector de la construcción español).

Por último, aunque hemos visto que la correlación entre la productividad laboral y la innovación es directa y muy fuerte, al tener en cuenta más variables vemos que el efecto que producen sobre la tasa de empleo es contrario. Además, vemos que la innovación provoca una variación mayor sobre la tasa de empleo que la productividad. Algo positivo, teniendo en cuenta que la innovación aumenta el nivel de empleo, mientras que la productividad lo reduce.

6. Conclusiones

El objetivo de este trabajo se ha centrado en examinar los efectos que la innovación empresarial y la productividad laboral ocasionan sobre el nivel de empleo en España utilizando métodos de correlación y regresión entre variables.

En primer lugar, se revisó la literatura reciente relacionada con los efectos que la innovación, progreso tecnológico y automatización provocan en el mercado laboral. Ante la falta de consenso en sus conclusiones, se decidió realizar este análisis para intentar aportar nuevos resultados sobre el asunto. Se espera que los resultados obtenidos sirvan como una hipotética predicción sobre el futuro laboral en nuestro país y que contribuyan a continuar el debate sobre las actuaciones que se deberían adoptar en materia laboral.

En segundo lugar, se realizó un estudio del mercado laboral español; exponiendo su evolución, características, particularidades respecto a otros países y los desequilibrios que presenta a nivel regional y sectorial. Tras realizar este análisis se concluye la necesidad de alcanzar un correcto funcionamiento del mercado laboral, pues es determinante para lograr la prosperidad económica y social de cualquier región.

En tercer lugar, se valoró la necesidad del progreso tecnológico, promovido a través de la innovación empresarial. En la actualidad, la revolución 4.0 es imparable; y aunque la digitalización, IA, robotización e IoT (Internet of Things) proporcionan mayor calidad de vida, en su avance siempre habrá un colectivo afectado: los trabajadores sustitutos a la tecnología, que no será capaz de adaptarse o reintegrarse en el mercado. De ahí la importancia de anticiparse, observar, cuantificar y determinar los efectos y soluciones para minimizar las posibles crisis económicas y sociales en las que podría derivar esta Cuarta Revolución Industrial.

Para alcanzar este objetivo se realizó un análisis descriptivo, presentado en forma de matriz de correlación de todas las variables, en la que se observó grados de correlación muy dispares. Los resultados más relevantes para este estudio se centraron en analizar la correlación entre la tasa de empleo junto con la innovación empresarial y la productividad laboral, que, aunque moderada, presentan una relación directa. Destaca la gran relación que se observa entre el PIB per cápita y la tasa de empleo, lo que indica que la tasa de empleo se encuentra muy ligada al ciclo económico. Como dato interesante, la tasa de actividad es la variable que presenta un grado de correlación menor con el resto, lo que pone de manifiesto la teoría de que el mercado laboral tiene un funcionamiento muy complejo y no se rige por la ley de la oferta y la demanda.

Posteriormente, se desarrolló un análisis de correlación entre la tasa de empleo y la productividad laboral a nivel regional, en tres sectores de actividad (industria,

construcción y servicios) y comparando los datos del 2008 y 2017. Se observó que la productividad laboral por sectores no parece tener una relación muy fuerte con la tasa de empleo ni con el sector industrial (negativa) ni con el sector servicios (positiva), aunque su nivel de relación sigue una tendencia al alza con el paso del tiempo. Por el contrario, ésta presenta una correlación negativa muy fuerte (más en 2008 que en 2017) en el sector de la construcción. Estos resultados muestran que el aumento de productividad en el sector de la construcción contribuye a la destrucción de empleo, consecuencia de la precariedad laboral que presentaba el sector antes de la crisis de 2008. Su modelo laboral estaba basado en la contratación temporal, con personal poco cualificado y generando trabajos de bajo valor añadido.

El análisis a nivel regional reveló las disparidades dentro del territorio español. La zona noreste y central es la que registró mejores valores de empleo, productividad e innovación; mientras que el sur y los archipiélagos se convierten en las regiones con menor tasa de empleo, menor productividad y menor nivel de innovación.

Por último, se realizó un análisis de regresión que permitió establecer la causalidad existente entre los efectos de la intensidad de innovación y la productividad laboral sobre la tasa de empleo a nivel regional y en el periodo 2008-2017. Los resultados se presentaron en dos modelos independientes.

Con el modelo 1 se concluyó que la intensidad de innovación mantiene una relación directa con la tasa de empleo, manteniendo constantes el resto de las variables. Este resultado es muy alentador, pues refleja que la innovación no sólo no destruye empleo, sino que contribuye a aumentarlo. Aunque esto no significa que la innovación no vaya a repercutir negativamente en ciertos sectores o colectivos de trabajadores. Lo único que indica es que el efecto neto de la innovación es positivo sobre la tasa de empleo.

Con el modelo 2 se manifestó el peligro de la productividad laboral, su relación es inversa a la tasa de empleo. La interpretación del modelo concluyó que, manteniendo constantes el resto de las variables, el aumento unitario de la productividad laboral provoca una reducción en la tasa de empleo. El aumento de productividad se puede producir por varias vías. Es importante reconocer las causas de su incremento, pues no siempre van ligadas a la innovación y sí a la destrucción de empleos de bajo valor añadido.

Si se comparan estos resultados con los expuestos en la literatura reciente se observan puntos de encuentro y desencuentro. Los estudios con resultados similares son: los publicados por Gregory et al. (2016) que demostraban el efecto neto positivo de la automatización sobre el empleo en el mercado laboral europeo en el periodo 1999-2010; y, la publicación de Graetz & Michaels (2018) concluía que la productividad derivada de la innovación no perjudicaba a los niveles de empleo de 17 países entre 1993-2007.

Como puntos de desencuentro se sitúan: el estudio de Acemoglu y Restrepo (2017) sobre el mercado laboral de Estados Unidos, que concluía que el aumento de uso de robots (resultado de la introducción de innovaciones) provocaba una reducción en el nivel de empleo; y en la misma dirección, la publicación de Choi y Calero (2018) que afirmaban que en el mercado laboral español se destruían mayor número de empleos cuanto mayor era la intensidad de innovación.

Es importante mencionar que a pesar de la gran cantidad de fuentes y bases de datos que existen actualmente, en la elaboración de este trabajo se han encontrado problemas para la obtención de datos sobre la intensidad de innovación a nivel regional y por sector o rama de actividad. El INE sólo ofrece datos por sector a nivel nacional, o datos sobre el conjunto de sectores a nivel regional; esto supuso un problema a la hora de estudiar la correlación entre las variables intensidad de innovación y tasa de empleo. Además, no se pudo analizar en detalle el efecto de la introducción de robots en la industria, pues no hay estadísticas publicadas en España; y las existentes a nivel europeo se refieren a pocos periodos, por lo que el análisis resulta complicado.

Por último, tras los resultados obtenidos en este análisis parece interesante establecer una serie de recomendaciones para tener en cuenta por todas las partes implicadas: trabajadores, empresas y organismos públicos.

La primera recomendación se dirige a los trabajadores; como colectivo más vulnerable y perjudicado en los cambios que puedan ocurrir en el mercado laboral, deberían ser precavidos y anticiparse a los acontecimientos. El interés y necesidad por formarse y mejorar sus habilidades de forma continuada a lo largo de toda su vida laboral no debería ser una imposición, sino un deseo propio de progresar y crecer tanto profesional como personalmente.

La segunda recomendación se dirige a las empresas, más allá de su función de productores y generadores de valor en la economía, deben reconocer su implicación y repercusión en la sociedad. La búsqueda de aumento de productividad a cualquier precio es un arma de doble filo. De poco sirve producir más y más barato si tus potenciales clientes pierden su poder adquisitivo (por sueldos precarios) o se quedan sin trabajo. Sería recomendable hacer un estudio del impacto que la introducción de nuevas tecnologías o procesos productivos pueda tener sobre un colectivo, sector o región antes de implantarlo. Así, se podrían valorar y establecer procesos y plazos de adaptación necesarios para evitar crisis económicas y sociales. Otra recomendación a nivel empresarial es la necesidad de generar puestos de trabajo de alto valor añadido, proporcionando una formación continua a sus trabajadores, consiguiendo su complementariedad con la tecnología y no su sustitución.

La tercera recomendación se dirige a los organismos públicos. Como responsables últimos de velar por el bienestar social y económico, su deber es anticiparse a los desajustes. En primer lugar, actualizando el sistema educativo, fomentando la inversión en formación profesional y en las titulaciones STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) que actualmente son las más demandadas. En segundo lugar, exigiendo una mayor implicación social de las empresas a través de beneficios fiscales y laborales que premien el mantenimiento y creación de empleo; así como penalizaciones para las que incumplan las regulaciones laborales o destruyan empleo de forma premeditada o evitable. En último lugar, una vez producidos los desajustes, deben crear mecanismos de compensación enfocados a mejorar la situación de los colectivos afectados; ya sea a través de políticas activas (programas de recualificación, bonificaciones empresariales, fomento de la innovación...) como de políticas pasivas (apoyo mediante subsidios económicos a los colectivos más desfavorecidos).

Bibliografía

- Acemoglu, D., y Restrepo, P. (10/04/2017). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *VOX EU, CEPR*. <https://voxeu.org/article/robots-and-jobs-evidence-us>
- Arntz, M.; Gregory, T., Y U. Zierahn (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis, OECD Social, Employment and Migration Working Papers* (n. ° 189). <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30. doi: 10.1257/jep.29.3.3
- Avent, R. (2017). *The Wealth of Humans. Work and Its Absence in the Twenty-first Century*. Penguin
- Banco de España, (2019). Recuadro 9. Relación entre el crecimiento del PIB y el del empleo en la economía española. *Boletín económico/Banco de España*, (4/2019). 41-42.
- Berg, A., Buffie, E. F., & Zanna, L. F. (2018). Should we fear the robot revolution? (The correct answer is yes). *Journal of Monetary Economics*, 97, 117-148.
- Bote Álvarez-Carrasco, V. (2017). Digitalización y déficit de talento: Su impacto en el mercado laboral desde una perspectiva de recursos humanos. *Economistas*, (156-157), 133-142.
- Bueno, J. L. C., Ruiz, C., Martín, D., Soler, D. C., & Fonseca, C. R. (2000). El mercado de trabajo y su medición en España. *Estadística española*, 42 (146), 189-204.
- Buesa Blanco, M., Heijs, J., Baumert, T., & Gutiérrez Rojas, C. (2018). Medición sintética de tres lustros de innovación regional en España, 2000-2015. *Cuadernos de Información económica*, (262), 59-76.
- Choi, Á., & Calero, J. (2018). El capital humano en los procesos de automatización: una primera aproximación al caso español. *Cuadernos Económicos de ICE*, (95), 13-32.
- Chui, M. (2017). *Artificial intelligence the next digital frontier? McKinsey and Company Global Institute*, (47). <https://www.calpers.ca.gov/docs/boardagendas/201801/full/day1/06-technology-background.pdf>
- Doménech, R., García, J. R., Montañez, M., & Neut, A. (2018). *¿Cuán vulnerable es el empleo en España a la revolución digital? Research: Observatorio Económico*. <https://www.bbvaesearch.com/wp-content/uploads/2018/03/Cuan-vulnerable-es-el-empleo-en-Espana-a-la-revolucion-digital.pdf>

- Doménech, R., García, J. R., Montañez, M., & Neut, A. (2018). Afectados por la revolución digital: el caso de España. *Papeles de Economía Española*, (156), 128-145.
- Eurostat (2020). *Labour Force Survey. Serie 1997-2018*.
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/t2020_10/default/table?lang=en
- Frey, C y Osborne, M.A. (2017). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?, *Technological Forecasting and Social Change*, 114(C), 254-280.
- Frey, C. B., & Osborne, M. (2013). *The future of employment*.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516302244?casa_token=n=353snjNjMbAAAAAA:hYOeP8tBtHrfW60yEmmDzMCfuFBRcXle13orMnTnWoQ4TkK0XSMQONTA1TYoEQ2IPWlyknU7g
- Furió Blasco, E., & Alonso Pérez, M. (2015). Desempleo y reforma laboral en España durante la Gran Recesión. *Cahiers de civilisation espagnole contemporaine*. De 1808 au temps présent, (14). <https://doi.org/10.4000/ccec.5721>
- García y Sanromà (2017). Mercado de trabajo. En J.L. García, y R. Myro, (Dir.), *Lecciones de Economía Española* (13ª ed., pp. 235-258). Thomson Reuters.
- García, J. R. (2011). Desempleo juvenil en España. Causas y soluciones (Working Papers No. 1130). <https://ideas.repec.org/p/bbv/wpaper/1130.html>
- Gibbs, M. (2017). How is new technology changing job design?. *IZA World of Labor*, 2017:344. Doi 10.15185/izawol.344
- Gómez García, F., & Prieto Rodríguez, M. (2003). Factores explicativos del diferencial del desempleo andaluz. *Revista del ministerio de trabajo y asuntos sociales*, (46) 143-167.
- Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at work. *Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753-768.
- Gregory, T., Salomons, A. y Zierahn, U. (2016). *Racing with or Against the Machine? Evidence from Europe*. ZEW Centre for European Economic Research, Discussion Paper (No. 16-053). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2815469
- Heijs, J. (2012). *Impacto de la innovación sobre el empleo y el mercado laboral: Efectos cualitativos y cuantitativos* (Documento de trabajo n. 86). <https://eprints.ucm.es/33236/>
- INE (2019). *Contabilidad regional de España. Serie 2000-2018*.
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736167628&menu=ultiDatos&idp=1254735576581
- INE (2019). *Encuesta sobre innovación en las empresas. Serie 1998-2018*.
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736167655&menu=resultados&idp=1254735576669#!tabs-1254736194796

- INE (2019). *Encuestas de estructura salarial. Serie 2008-2017*.
https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177025&menu=resultados&idp=1254735976596#ltab-1254736061996
- INE (2019). *EPA. Serie 2006-2019*.
<https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=811&capsel=814>
- Keynes, J. M. (1930). *Treatise on money*.
<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.45480/page/n1/mode/2up>
- Leon-Llorente, C. (2020). Robotización, ¿sólo cambiará el empleo? *Revista Empresa y Humanismo*, (VOL XXIII), Nº 1, 9-33. <https://doi.org/10.15581/015.XXIII.1.9-33>
- Melchor, E. (2013), El mercado de trabajo español. En González, M. (Dir.), *Temas de economía española* (5ª ed., pp. 255-286). Tirant lo Blanch.
- Meliá, J. M. (2020). *La Innovación y la I+D españolas en 2018 y su comparación internacional. Una visión basada en las estadísticas del INE para 2018 informes internacionales(eee2020-05)* FEDEA <https://ideas.repec.org/p/fda/fdaeee/eee2020-05.html>
- Molero, J., & López, S. (2016). La industria española en las últimas cuatro décadas: cambio estructural e innovación tecnológica. *ICE, Revista de Economía*, (889). 121-138.
- Moretti, E. (2010). Local Multipliers, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 100(2), 373-77.
- OCDE (2019). Labour productivity. *Serie 1996-2019*.
<https://data.oecd.org/lprdy/labour-productivity-and-utilisation.htm>
- OCDE (2019). Unemployment rate. *Serie 1991-2019*.
<https://data.oecd.org/unemp/unemployment-rate.htm>
- OECD. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, (3rd Ed.). OECD.
- Piketty, T., & Zucman, G. (2014). Capital is back: Wealth-income ratios in rich countries 1700–2010. *The Quarterly Journal of Economics*, 129(3), 1255-1310.
- PwC. (2013). *Trabajar en el 2033*. <https://www.pwc.es/es/publicaciones/espana-2033/assets/trabajar-en-2033.pdf>
- Rifkin, J. (1996). *El fin del trabajo*. Paidós.
- Ruesga Benito, S. M., Viñas Apaolaza, A. I., & Pérez Trujillo, M. (2014). *El mercado de trabajo y las relaciones laborales*. En J. M. García de la Cruz, & S. M. Ruesga Benito, *Economía española. Estructura y regulación* (pp. 61-96). Paraninfo.
- Ruesga Benito, S.M. (2014). *Economía del trabajo y política laboral* (2ª Ed.). Pirámide.
- Torres, V. X. (2002). Dispersión salarial y cambio tecnológico en la industria española. *Investigaciones económicas*, 26(3), 551-571.
- World Economic Forum. (2018). *The Future of Jobs Report 2018*.
<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018>