



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, EMPRESARIALES Y TURISMO

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

TESIS DOCTORAL

LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES Y

LA POLARIZACIÓN SALARIAL EN ESPAÑA.

UN ANÁLISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA EDUCACIÓN.

ANA KARINA ALFARO

Directores:

DR. JOSÉ JAVIER NÚÑEZ VELÁZQUEZ
(Universidad de Alcalá)

DR. VÍCTOR JORGE ELÍAS
(Universidad Nacional de Tucumán)

Alcalá de Henares, Octubre 2013

“... un buscador es alguien que busca, no necesariamente alguien que encuentra. Tampoco es alguien que, necesariamente, sabe qué es lo que está buscando, es simplemente alguien para quien su vida es una búsqueda”

Jorge Bucay

A mis padres,
por su todo su amor, su apoyo y
por ser mi ejemplo constante en esta vida de búsqueda.

RESUMEN

El objetivo principal de esta Tesis Doctoral es el análisis de varios aspectos importantes de la realidad económica española entre 2004-2010. Como este período comprende dos etapas diferenciadas, una de expansión y otra de desaceleración económica, el desarrollo de la investigación se ha dividido en tres etapas. En la primera, se estudia un aspecto que se considera de vital importancia en las épocas de crecimiento: la productividad. En este estudio, en particular, se obtienen las productividades de los trabajadores (clasificados por nivel educativo en cualificados y no cualificados) de las distintas Comunidades Autónomas Españolas y a partir de ellas se estudian las diferencias tecnológicas entre estas regiones en 2007 (año en el que en España se alcanza la tasa de paro más baja en la época de la democracia). Asimismo, con el objetivo de esbozar un marco para el diseño de políticas públicas destinadas al crecimiento de las regiones españolas, se analiza la relación entre las productividades obtenidas y las variables que se considera que las influyen más claramente (como variables de índole tecnológica). En esta sección, se encuentra evidencia a favor de la teoría de la tecnología apropiada o endógena, es decir, acorde a la dotación de factores de cada región, tanto a nivel regional como empresarial. Así, se considera que el mejor camino para impulsar la innovación es la diferenciación de la misma, es decir, tanto las innovaciones como la tecnología deben adecuarse a la dotación de factores de cada región para sacar el mayor provecho de los mismos.

Dadas las altas tasas de desempleo que se empezaron a registrar en España a partir de 2008 y el gran descontento y tensión social que ello genera, en la segunda parte de este estudio, se analiza la evolución de la polarización salarial en España entre 2004 y 2010. Para ello, se propone una metodología, con la utilización de distribuciones mixtas, que considera a los desempleados como un grupo diferenciado del resto de trabajadores. A su vez, se obtienen índices de

polarización por grupos y de polarización explicada, con el objetivo de estudiar la relación entre las distintas características de los individuos (como la educación o el tipo de contrato laboral) y la polarización que estas características generan, en el primer caso, y cuánto de la polarización salarial se debe a estas características, en el segundo caso. En esta sección, como era de esperar, todos los índices presentan una tendencia negativa hasta 2007 y un cambio de tendencia en 2008. Si bien la metodología propuesta no muestra mayores valores de polarización, al utilizarlo en el cómputo de la polarización por grupos y la polarización explicada, los resultados que se obtienen son más coherentes con las características que se evalúan, es decir, al desagregar a los desempleados en el cálculo de la polarización, las características de los individuos explican mejor la polarización salarial existente.

Finalmente, con el objetivo de brindar nueva evidencia empírica a la literatura que analiza la relación entre la distribución de ingresos de los individuos y el crecimiento económico de las regiones, en la última sección de esta investigación, se estudia la relación entre la polarización salarial y la productividad, especialmente la de los trabajadores, en las Comunidades Autónomas españolas entre 2004 y 2010. De este análisis, se concluye que la polarización salarial afecta positivamente a los trabajadores cualificados y de manera negativa a los trabajadores no cualificados.

ABSTRACT

The principal objective of this research is to analyze the Spanish economic context between 2004 and 2010. Given that this period is made up of two different stages, one of economic expansion and one of economic downturn, the best way to study the period was by separating the analysis into three parts. In the first part, we study productivity, a key aspect in growth periods. In particular, by separating Spanish regions' workers into two groups, according to their level of education (skilled and unskilled), we can calculate their level of productivity and use these to study Spanish regions technology differences in 2007 (the year in which Spain reached its lowest level of unemployment during its democratic period). Furthermore, the relationship between these levels of productivity and other variables, such as technological variables, are studied in order to propose a framework for public policies which are designed to generate growth in the Spanish regions. In this first part of the research, supportive evidence for the theory of appropriate technology is found, that is to say, when regions and firms choose technology according to their factor endowment. That is why we think that a good way to encourage regions' innovation is to differentiate it. More specifically, technology and innovation should be chosen according to regions' resources to ensure that they are maximized.

Given the high levels of unemployment which have subsisted in Spain since 2008 and the social tensions which are thereby produced, the evolution of Spanish wage polarization between 2004 and 2010 is studied in the second section of this research. To calculate this, a methodology is proposed: Using mixed distribution; unemployed people are distinguished from the rest of the workers. In addition, group polarization and explained polarization are calculated with the objective of analyzing the role of different individual characteristics in the formation of groups in Spanish wage distribution. In this section, all calculated indexes present a negative tendency until 2007 and a changing tendency in 2008. The proposed methodology does not present higher

polarization indexes than previous existing methodologies; however, by calculating group and explained polarization, the results obtained are higher more coherent with the characteristics which are evaluated. That is to say, using the proposed methodology, the individual characteristics better explain wage polarization.

Finally, the last section of this research examines the role played by wage polarization in explaining productivity, particularly workers' productivity, in the Spanish regions between 2004 and 2010. The objective is to provide new empirical evidence for the benefit of the literature that analyzes the influence of personal wage distribution on regions' economic performance. The main conclusion of this section is that wage polarization affects skilled workers' productivity positively and unskilled worker's productivity negatively.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	15
INTRODUCCIÓN GENERAL	19
CAPÍTULO 1	27
PRODUCTIVIDAD LABORAL Y POLARIZACIÓN	27
1.- INTRODUCCIÓN	28
2.- PROGRESO TECNOLÓGICO	29
3.- FUNCIONES DE PRODUCCIÓN	32
3.1.- El modelo de Goldin y Katz	36
3.2.- La complementariedad entre la cualificación y el capital	42
3.3.- El uso de las funciones de producción en la literatura española	48
4.- LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LA FRONTERA TECNOLÓGICA	55
4.1.- El modelo de Caselli y Coleman	58
4.2.- La frontera tecnológica española	62
4.2.1- Bases de datos y estimaciones	63
5.- LA POLARIZACIÓN	68
5.1.- Los orígenes de la polarización como índice	68
5.2.- La “clase media” y el origen del concepto de polarización	70
6.- LA POLARIZACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD LABORAL	75
ANEXO CAPÍTULO 1	79

CAPÍTULO 2	83
LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LAS DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS ESPAÑOLAS. UN ANÁLISIS POR NIVEL EDUCATIVO	83
1.- INTRODUCCIÓN	84
2.- DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS ENTRE REGIONES, LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LA FRONTERA TECNOLÓGICA	86
3.- DATOS UTILIZADOS	92
3.1- Base de datos	93
3.2- Evolución de algunas variables de interés	96
4.- DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS ENTRE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS ESPAÑOLAS. RESULTADOS OBTENIDOS	102
4.1.- Las diferencias tecnológicas regionales en 2007	102
4.2.- La frontera tecnológica española y la elección tecnológica apropiada de cada Comunidad Autónoma en 2007	106
5.- ANÁLISIS DE LAS PRODUCTIVIDADES DE LOS TRABAJADORES SEGÚN SU CUALIFICACIÓN	109
5.1.- La calidad de la educación y la productividad de los trabajadores	110
5.1.1.- La educación obligatoria (secundaria de primera etapa)	110
5.1.2.- La educación universitaria	112
5.2.- Relación entre las productividades de los trabajadores y las variables tecnológicas	114
5.3.1.- Desagregación de las empresas según su uso de tecnología	125
5.3.2.- Desagregación de las patentes según su uso de tecnología	127
5.4.- Un apunte sobre el desempleo	130
6.- COMENTARIOS FINALES	133
ANEXO CAPÍTULO 2	137

CAPÍTULO 3	147
LA POLARIZACIÓN EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS TENIENDO EN CUENTA EL DESEMPLEO	147
1.- INTRODUCCIÓN	148
2.- EL CONCEPTO DE POLARIZACIÓN Y SU MEDICIÓN	150
2.1.- La medida propuesta por Esteban y Ray	153
2.2.- La extensión propuesta por Esteban, Gradín y Ray	165
2.3.- Las extensiones propuestas por Gradín	170
2.3.1.- La polarización por grupos	171
2.3.2.- La polarización explicada	172
2.4.- La extensión de Lasso de la Vega y Urrutia	176
2.5.- Distribuciones mixtas y la adaptación de las medidas <i>ER</i> y <i>LVU</i>	178
2.6.- La utilización de las medidas de polarización en la literatura	182
3.- EVIDENCIA EMPÍRICA: LA POLARIZACIÓN EN ESPAÑA	188
3.1.- Polarización económica y análisis de las distribuciones de salarios	188
3.1.1.- Resultados obtenidos a partir de la distribución completa de salarios	192
3.1.2.- Resultados obtenidos a partir de una distribución mixta para los salarios	196
3.2.- Polarización por características	199
3.3.- Determinantes de la polarización	205
3.4.- Consideraciones adicionales	206
4.- COMENTARIOS FINALES	207
ANEXO CAPÍTULO 3	211

CHAPTER 4	217
AN ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PRODUCTIVITY AND WAGE POLARIZATION IN THE SPANISH REGIONS	217
1.- INTRODUCTION	218
2.- THEORETICAL BACKGROUND	220
3.- METHODOLOGICAL ISSUES	225
3.1.- Total factor productivity	225
3.2.- Workers' productivity	227
3.3.- Statistical sources and variables used	230
4.- REGRESSIONS RESULTS	233
5.- CONCLUDING REMARKS	248
APPENDIX CHAPTER 4	251
CONCLUSIONES GENERALES Y LÍNEAS ABIERTAS DE INVESTIGACIÓN	261
GENERAL CONCLUSIONS AND FUTURE REASERCH LINES	271
BIBLIOGRAFÍA	279

AGRADECIMIENTOS

Ahora que este trabajo llega a su fin no puedo dejar de pensar en todo el esfuerzo personal que me ha demandado y en toda la colaboración que he recibido, tanto de diferentes personas como instituciones. Este pequeño espacio no llega a describir la gran ayuda que, de una u otra manera, han significado en esta etapa de mi vida, pero no quería dejar de reflejar de algún modo lo mucho que han hecho por mí. A su vez, con el paso del tiempo estas palabras no podrán borrar lo que la memoria pueda olvidar.

Particularmente quiero agradecer a mis directores, José Javier Núñez Velázquez y Víctor Jorge Elías quienes, cada uno en su campo, me han motivado a lo largo de los años en los que se ha prolongado esta investigación para seguir profundizando en el estudio de los distintos temas que este trabajo abarca. Sus consejos, reflexiones, sugerencias y ánimo a lo largo de este tiempo, sin duda han sido claves para poder culminar con éxito este proyecto. Asimismo, cada uno de ellos me ha acogido en las instituciones en las que se desempeñan, brindándome los medios necesarios para el desarrollo de mi investigación. Por este motivo, quiero hacer extensivo mi agradecimiento a la Universidad de Alcalá y, en especial, al Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas, Empresariales y Turismo y a la Universidad Nacional de Tucumán y, particularmente, al Instituto de Investigaciones Económicas (INVECO) de la Facultad de Ciencias Económicas, ya que ha sido en estos lugares donde he desarrollado gran parte de este trabajo. Igualmente, mi agradecimiento al Profesor Cordero que leyó el que, en su momento, fue el capítulo uno de esta investigación realizándome estimulantes observaciones.

El trabajo realizado a partir de distintas bases de datos en esta investigación ha sido arduo y duro. A José María Méndez y Encarnación Martín del INE les agradezco el haberme facilitado las bases de datos de la Encuesta de Continua

de Presupuesto Familiares (ECPF). La libre disponibilidad de los datos de capital humano y físico, entre otros, que proporcionan la Fundación BBVA y el IVIE también es de agradecer. Entre 2004 y 2009, las Encuestas de Condiciones de Vida (ECV) que en este trabajo se han utilizado han sido financiadas por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha¹. La ECV del año 2010 la compró el que, en su día, era el Departamento de Fundamentos e Historia Económica de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Mi gratitud profesional es hacia ellos, dado que sin estas bases de datos esta investigación no se hubiera podido llevar a cabo.

Quisiera también agradecer a los profesores de la Facultad de Ciencias Económicas, Empresariales y Turismo de la Universidad de Alcalá: Juana Domínguez Domínguez, Cecilia Albert, Justo de Jorge, Carlos Mario Gómez Gómez, Pablo Alonso González, Inmaculada Cebrián, Eva Senra, José María Arranz, Juan Muro, Javier Callealta, Antonio García Tabuena y Fernando Crecente. En todos ellos mis diferentes inquietudes han encontrado respuesta.

Mi estancia en Londres no habría sido posible sin la intermediación de Juan Ramón Cuadrado Roura, quien me puso en contacto con Andrés Rodríguez-Pose. Estoy muy agradecida con Juan Ramón por esta intermediación y a Andrés por su invitación a la London School of Economics (LSE), por el tiempo que me dedicó y por sus valiosas aportaciones al que hoy es el último capítulo de esta investigación. Asimismo, los atinados comentarios y acertadas preguntas de Francesco Caselli, con quien tuve un par de reuniones estando en la LSE, han sido de gran ayuda para el desarrollo de este capítulo. Finalmente, a Yvonne y Gordon Peel y a toda su familia, les agradezco enormemente el haberme acogido en su hogar, en Londres, como un integrante más de la familia.

¹ Dentro del proyecto titulado: “*Un prototipo para la monitorización de la dinámica de distribuciones económicas: análisis de la convergencia de las distribuciones de renta en Castilla-La Mancha*”, referencia PAI08-0249-1400.

El apoyo de mis padres ha sido fundamental en todo este proceso, toda mi gratitud es para ellos. De mi padre heredé el amor al trabajo y de mi madre el espíritu de lucha y eso es algo que llevo con orgullo. Asimismo, toda mi familia y amigos han sido un apoyo clave en el desarrollo de esta investigación. Particularmente, a Luciana le agradezco el abrirme las puerta de su hogar y dejarme usar su departamento como mi oficina personal, a Luisa Fernanda el dejarme la programación de los índices de polarización que ella había realizado para que yo aprenda a programar mis propios índices, a Toñín los interminables fines de semana que pasó “aprendiendo” y “enseñándome” a programar en Stata, a Mayte sus recomendaciones sobre el último capítulo de este trabajo y por el ánimo que me dio en la etapa final de este trayecto, que fue clave para comenzar a cerrar esta fase. A Gordon, Esther, JP y Russell les agradezco su tiempo, porque las partes que en esta investigación se han realizado en inglés llevan sus correcciones.

Finalmente, estoy inmensamente agradecida a Toñín, mi compañero en esta vida de búsqueda. Aunque él llegó cuando esta travesía ya había comenzado, su ayuda ha sido invaluable, haciendo unas veces de editor, otras de programador, y hasta de público auditor. Asimismo, su aliento y compañía han sido cruciales en los momentos difíciles que me han tocado vivir.

De todos y cada uno de ustedes es mi eterno agradecimiento.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El análisis de las causas del crecimiento económico ha estado siempre entre las principales preocupaciones de la literatura económica. Entre las motivaciones fundamentales del estudio de este tema, está el aumentar el bienestar de la población, por lo que los resultados en este campo tienen un claro impacto social. Toda la investigación realizada en esta área tiene como objetivo mejorar el conocimiento en el proceso del crecimiento, tanto desde el punto de vista teórico como empírico, para poder colaborar y dirigir de la mejor manera posible el diseño de políticas públicas destinadas a mejorar la calidad de vida de la población.

Por tanto, una de las preguntas de mayor relevancia en la literatura económica ha sido y sigue siendo: ¿qué es lo determinante en el crecimiento de las regiones? Muchos han sido los trabajos que han tratado de contestarla, entre los que pueden destacarse las aportaciones de Solow (1956, 1957), Uzawa (1965), Nordhaus (1969), Romer (1986), Mankiw, Romer, y Weil (1992), Young (1995), Klenow y Rodríguez-Clare (1997), entre otros. Los trabajos de Solow ayudaron a aclarar la relevancia en la acumulación del capital e insistieron en la importancia del progreso tecnológico en el crecimiento económico sostenido. En los años 60 y en los 70, prosperó la literatura sobre el crecimiento económico y el cambio tecnológico. Entre los muchos autores que estudiaron la teoría neoclásica están Uzawa (1961 y 1965), Nelson y Phelps (1966), Hall (1968), Nordhaus (1969), Kuznets (1973). La teoría neoclásica del crecimiento atribuye el crecimiento a largo plazo al progreso tecnológico, pero no explica los determinantes económicos de ese progreso tecnológico. Por este motivo, y ante la inquietud de determinar el origen del progreso tecnológico que subyace al crecimiento, en los años 80, trabajos como los de Romer (1986) o Lucas (1988), desviaron el interés de los macroeconomistas del crecimiento económico hacia el campo de las “ideas” y del capital humano. La teoría del crecimiento endógeno o nueva teoría del crecimiento ha tratado de resolver estas y otras cuestiones relacionadas al tema. En contraposición con la teoría neoclásica que

suponía que el progreso tecnológico era un proceso exógeno, la nueva teoría del crecimiento trata de entender las fuerzas económicas detrás del progreso tecnológico. Aunque algunos autores hablan de estas teorías como contrarias, otros, como Barro (1998), hablan de estas líneas de investigación como complementarias.

Dentro de los modelos de crecimiento endógeno se encuentra el trabajo de Caselli y Coleman (2006), quienes buscan desmontar la teoría que sostiene que para que las regiones pobres crezcan deben tener misma la tecnología que las regiones ricas. La idea central del modelo de estos autores es que las elecciones tecnológicas de las regiones están basadas en sus dotaciones de factores, capital y trabajo. Un supuesto básico en su trabajo es que los trabajadores cualificados y no cualificados son sustitutos imperfectos. Las regiones más ricas (con mayores niveles de ingreso), son más eficientes en el uso del trabajo cualificado que los territorios pobres; mientras que utilizan los trabajadores poco cualificados relativamente (y posiblemente absolutamente) menos eficientemente que las zonas con menos ingresos. Por ello, hablan de diferencias tecnológicas sesgadas hacia las habilidades. En el desarrollo de su trabajo, Caselli y Coleman (2006) calculan las productividades de los trabajadores de acuerdo al nivel educativo de los mismos, obteniendo así la productividad de los trabajadores no cualificados y la productividad de los trabajadores cualificados.

Cuando se comenzó con esta investigación, España estaba en un período de expansión y por eso el interés de indagar en el crecimiento económico, las productividades de los trabajadores, las diferencias tecnológicas regionales, etc. Así, siguiendo el planteamiento subyacente al modelo propuesto por Caselli y Coleman (2006), en el capítulo 2 de este trabajo, se analizan las diferencias tecnológicas en las Comunidades Autónomas españolas en el año 2007. Para ello, se diferencia a los trabajadores por sus niveles educativos en no cualificados (*unskilled workers*) y cualificados (*skilled workers*) y se computan sus

productividades y, con ellas, se calcula la frontera tecnológica de España. Asimismo, una idea que se desarrolla es la identificación de la componente tecnológica que diferencia a los trabajadores no cualificados y cualificados para interpretar sus respectivas productividades. Para ello, se indagan formas de identificar dichas productividades desde el punto de vista de las variables tecnológicas (patentes, I&D) y de la disponibilidad de los datos correspondientes. Se analiza, también, la relación de la productividad de cada uno de los trabajadores con respecto a la educación tanto obligatoria como universitaria. Finalmente, en este capítulo se presentan iniciativas que permitan obtener información sobre la relación entre las productividades de los trabajadores y el desempleo.

Desde el año 2008, los efectos de la crisis se empezaron a notar en la economía española. España pasó de tener la tasa de paro más baja de la democracia (8,3%) en 2007 a alcanzar el 11,3% al año siguiente, alcanzado el 20,1%, último año que se contempla en esta investigación (2010)², habiéndose superado el 26% en fechas recientes. Así, los altos índices de desempleo comenzaron a generar gran tensión social, por lo que la polarización salarial pasó a centrar el interés de nuestro estudio. Así, en el capítulo 3, se estudia cómo ha evolucionado la polarización salarial en España en el período 2004-2010. La idea es analizar la preocupante situación social que se vive en España desde que comenzaron a notarse los efectos de la crisis en el año 2008 a partir de la polarización, dado que éste es un concepto que intenta medir la tensión social. Para ello, en este trabajo, se calculan varios índices de acuerdo con los diferentes métodos propuestos en la literatura y se analiza su sensibilidad frente a la consideración de distintos valores de los parámetros implicados, con el fin de constatar la robustez de los resultados. Asimismo, dadas las elevadas tasas de desempleo que presenta España, se propone una metodología que aproxima una medida de

² Los niveles del stock de capital en España para 2011 (datos indispensables para el cálculo de las productividades de los trabajadores) recién estuvieron disponibles en junio de 2013, momento en el cual esta investigación ya estaba en etapa de cierre. Por este motivo, se determinó como último año de análisis el 2010.

polarización para que tenga en cuenta a los desempleados a través de la utilización de distribuciones mixtas. Además, para encontrar las variables socio-económicas que mejor explican este fenómeno, se calcula la polarización por grupos de acuerdo a características como el género, la educación o el tipo de contrato.

Finalmente, dado que detrás del comportamiento de los grandes agregados económicos, se encuentran un conjunto de decisiones individuales que afectan a estas variables macroeconómicas de nivel agregado, el capítulo 4 analiza cómo la polarización de los salarios afecta a las productividades de los trabajadores en las regiones españolas. La literatura sobre la relación entre la distribución de ingresos de las personas y el comportamiento económico de los países ha aumentado en los últimos años (Eicher y Turnovsky, 2003; Breen y García-Peñalosa, 2005, entre otros); sin embargo, a nivel regional de la Unión Europea (UE), esta metodología no ha recibido mucha atención (Ezcurra, 2009). Por este motivo, el capítulo 4 trata de proporcionar nueva bibliografía y más evidencia en ese campo.

El capítulo 1 sirve como marco introductorio de los conceptos a ser utilizados en los capítulos que le siguen. Sin ser los temas centrales de este estudio, conceptos como el cambio tecnológico, el modelo neoclásico de crecimiento, los modelos de crecimiento endógeno, la prima salarial por nivel educativo, la complementariedad entre capital y cualificación, las funciones de producción, entre otros son tratados en esta investigación. Por este motivo, el primer capítulo de este trabajo, no sólo expone el marco teórico que sirve de base al análisis principal en esta investigación, sino que busca relacionar de una manera ordenada todos los conceptos englobados en ella.

El período que abarca esta investigación va desde 2004 hasta 2010. Un período de dos etapas muy diferentes. Por una parte, el primer período que llega hasta

el año 2007, es un período de expansión económica con tasas de crecimiento positivas y en alza, disminución del desempleo y que tiene su punto sobresaliente en su final, cuando España alcanza la tasa de paro más baja de la democracia. Por otro lado, el período final muestra tasas de crecimiento decrecientes y hasta negativas en algún caso, elevadas tasas de desempleo y gran tensión social. Así, el objetivo principal de esta investigación es el análisis de este período, resaltando las principales características de la realidad española tanto a nivel nacional como regional. Con el propósito de alcanzar este objetivo general, esta investigación se desagrega en tres grandes objetivos, los cuales se resumir en:

1. Analizar el período de expansión estudiando el sesgo de las diferencias tecnológicas en las Comunidades Autónomas españolas en el año 2007, es decir, examinar si las tecnologías utilizadas en las distintas regiones españolas se han orientado hacia la utilización de trabajadores cualificados o hacia la utilización de trabajadores no cualificados. Para ello, se calculan las productividades de los trabajadores según sus niveles educativos, clasificándolos como:
 - a. no cualificados (*unskilled workers*) y
 - b. cualificados (*skilled workers*)
2. Estudiar la evolución de la polarización salarial en España en el período 2004-2010 para constatar su gran aumento a partir del año 2008, año en el que los efectos de la crisis empezaron a ser visibles. Para ello, no sólo se calculan varios índices de acuerdo a los diferentes métodos propuestos en la literatura y distintos parámetros, sino que también se propone una metodología que aproxima una medida de polarización para que tenga en cuenta a los desempleados. Además, se calcula la polarización por grupos de acuerdo a características como el género, la

educación o el tipo de contrato para encontrar las variables socio-económicas que mejor explican este fenómeno.

3. Finalmente, se investiga cómo la polarización de los salarios afecta a las productividades de los trabajadores en las regiones españolas. El objetivo de este análisis es examinar cómo el conjunto de decisiones individuales pueden afectar a variables macroeconómicas de nivel agregado.

Por último, el trabajo termina resumiendo las principales conclusiones, tanto metodológicas como aplicadas, que se han alcanzado durante la investigación y exponiendo las principales líneas de investigación que quedan abiertas para futuros análisis.

CAPÍTULO 1

PRODUCTIVIDAD LABORAL Y POLARIZACIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

La investigación que da lugar a la presente Tesis Doctoral puede desglosarse en tres grandes bloques. El primero queda enmarcado en el campo del crecimiento económico y comprende el estudio de las diferencias regionales por Comunidades Autónomas. El segundo se ubica en el análisis empírico (estadístico) que estudia la polarización salarial en España y, finalmente, un tercero que engloba a los apartados anteriores dentro del ámbito de la política económica, y que estudia la relación entre la polarización salarial y la productividad de los trabajadores.

Conceptos como cambio tecnológico, sesgo de cualificación, prima salarial o funciones de producción son tratados en esta investigación sin ser el tema principal de este estudio, por lo que la idea central de este capítulo es exponer el marco teórico en el cual se encuadra este trabajo, presentando una revisión bibliográfica que permitirá centrar los conceptos implicados y exponer las aproximaciones más habituales en la literatura. Para ello, este capítulo se estructura de la siguiente manera. En el siguiente apartado se realiza una somera revisión bibliográfica sobre los trabajos realizados en el marco de la teoría neoclásica, cómo surgió el estudio del progreso tecnológico, los inicios de este concepto y la terminología utilizada para estudiar este fenómeno. En la sección 3, se presentan las funciones de producción utilizadas en la literatura, que están relacionadas con los conceptos de cambio tecnológico y de complementariedad entre capital y cualificación. Asimismo, en esta sección se resume la literatura española en relación a estos temas con el fin de explicar por qué se elige la función de producción que se adopta en esta investigación. El apartado 4 presenta el marco teórico a partir del cual se calculan las productividades de los trabajadores y la frontera tecnológica española. En este mismo apartado, se realiza la estimación de estas productividades y la frontera tecnológica española. Los conceptos de polarización y el desarrollo inicial de la medición de este

fenómeno se presentan en la sección 5, mientras que en la sección 6 se relacionan los conceptos de la productividad laboral y la polarización.

2.- PROGRESO TECNOLÓGICO

Ante el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población, los trabajos sobre el crecimiento económico de las regiones buscaban responder la pregunta de qué era lo realmente importante para el crecimiento de las regiones. Los trabajos de Solow (1956, 1957) fueron pioneros en este campo. En ellos se pone de manifiesto la relevancia de la acumulación del capital y del progreso tecnológico en el crecimiento económico sostenido. En los años 60 y en los 70, prosperó la literatura sobre el crecimiento económico y el cambio tecnológico. Entre los muchos autores que estudiaron la teoría neoclásica pueden destacarse los de Uzawa (1961, 1965), Nelson y Phelps (1966), Hall (1968), Nordhaus (1969) o Kuznets (1973). La teoría neoclásica del crecimiento atribuye el crecimiento a largo plazo al progreso tecnológico, pero no explica los determinantes económicos de este proceso. Sin embargo, en los años 80, trabajos como los de Romer (1986) o Lucas (1988) desviaron el interés de los macroeconomistas del crecimiento económico hacia el campo de las “ideas” y del capital humano. Esta nueva teoría trataba de explicar cuáles eran los determinantes del progreso tecnológico.

El modelo de crecimiento neoclásico resalta el progreso tecnológico como el principal motor del crecimiento económico. Frente a este planteamiento, la teoría del crecimiento endógeno o nueva teoría del crecimiento ha tratado de resolver preguntas como por ejemplo: ¿De dónde viene el progreso tecnológico que subyace al crecimiento? y otras cuestiones relacionadas con el tema. En contraposición con la teoría neoclásica que suponía que el progreso tecnológico era un proceso exógeno, la nueva teoría del crecimiento trata de entender las fuerzas económicas que subyacen detrás del progreso tecnológico.

Pero, ¿qué se entiende por progreso tecnológico? Según Solow (1957), el progreso técnico es cualquier tipo de cambio en la función de producción. A su vez, el progreso tecnológico no sólo interesa por las mejoras en la eficiencia sino también por cómo afecta a la demanda y a los retornos de los factores. En otras palabras, ¿reduce el cambio técnico la demanda por trabajo más que la demanda por capital (*ceteris paribus*)?, ¿aumenta los salarios más que las tasas de interés (o viceversa)?, ¿es el progreso tecnológico sesgado o neutral? Estos y otros interrogantes han dado lugar a la nueva terminología que se expone a continuación, que, aunque no pretende ser exhaustiva, sí que cubre los temas abordados en este trabajo.

En cuanto a cómo afecta a la demanda de los factores, el cambio tecnológico se denomina no incorporado (*disembodied*) si utiliza las mismas cantidades de insumos existentes para producir más del mismo producto. Un punto de vista alternativo consistiría en que el nuevo progreso tecnológico necesita una modificación de los procesos existentes. Se puede suponer que el insumo trabajo se puede adaptar sin coste alguno pero, sin embargo, el capital no siempre se adapta fácilmente o, simplemente, no se adapta. Los nuevos procesos de producción que requieren la introducción de nuevo capital son denominados cambios tecnológicos incorporados (*embodied*) en el stock de capital.

En relación a la cuestión de la neutralidad, pueden distinguirse tres tipos de neutralidad, a saber:

- 1) Neutralidad en el sentido de Hicks: Se asocia al progreso técnico que deja los ratios de los factores inalterados si los precios de los factores permanecen constantes. Es decir, cuando $Y=AF(K,L)$, la variable tecnológica A se dice que es “neutral según Hicks”, donde como es habitual Y representa la producción, K es el coste de capital y L el de trabajo.

- 2) Neutralidad en el sentido de Harrod: Se asocia al cambio tecnológico que no afecta a los ratios de los factores, siempre que el precio del capital (tasa de interés) permanezca constante. Es decir, si $Y=F(K,AL)$, la variable tecnológica A se dice que “aumenta el trabajo” o es “neutral según Harrod”
- 3) Neutralidad en el sentido de Solow: Requiere que el cambio tecnológico deje inalterado el cociente entre factores si permanece inalterada la tasa de salarios. Es decir, si $Y=F(AK,L)$, la variable tecnológica A se dice que “aumenta el capital” o es “neutral según Solow”.

Finalmente, las discusiones sobre revoluciones tecnológicas sesgadas hacia el trabajo cualificado se enfocan en la sustitución entre trabajo cualificado y no cualificado. Por el contrario, Caselli (1999) propone centrarse en la sustitución entre tecnologías; así, este autor define las tecnologías como la combinación entre un cierto tipo de maquinaria y trabajadores con la habilidad necesaria para utilizarlas y las revoluciones tecnológicas como la introducción de un nuevo tipo de maquinaria. A su vez clasifica las revoluciones tecnológicas según dos tipos:

- ✓ Sesgadas hacia el trabajo cualificado o habilidades (*skill-biased*), que son aquellas donde las nuevas habilidades son más costosas de adquirir que las habilidades requeridas para las maquinarias preexistentes, como por ejemplo la tecnología de la información³; y
- ✓ Sesgadas hacia el trabajo no cualificado (*de-skilling*), donde las nuevas habilidades se adquieren a un coste menor que las asociadas a las viejas maquinarias, como por ejemplo la cadena de montaje.

³ El cambio tecnológico que ha tenido lugar en Estados Unidos durante el siglo XX ha sido sesgado hacia las habilidades (Goldin y Katz, 2008).

3.- FUNCIONES DE PRODUCCIÓN

El origen de la literatura moderna sobre la utilización de funciones de producción se remonta al trabajo seminal de Solow (1957). Usadas conjuntamente con la teoría de la productividad marginal, las funciones de producción aportan explicaciones acerca de la utilización y de la productividad de los factores. En consecuencia, juegan un papel central en el análisis del crecimiento y la distribución. Muchas son las cuestiones que han merecido gran atención por parte de los investigadores y que pueden ser estudiadas a partir de las funciones de producción: la sustituibilidad entre factores (Fallon y Layard, 1975; Krusell et al., 2000; Pérez-Sebastián, 2008), el progreso tecnológico (Solow, 1957; Torres, 2002; Acemoglu, 2002; Weiss y Garloff, 2005), el crecimiento económico (Mankiw et al, 1992; Caselli y Coleman, 2006; Van Beveren, 2010); la oferta y la demanda de factores y su influencia en los precios de los factores (Katz y Murphy, 1992; Hidalgo, 2010), entre otros.

El renovado interés por las funciones de producción se halla ligado a la determinación de las características tecnológicas de las actividades productivas. A dicho objetivo han contribuido dos factores de muy distinta naturaleza, pero complementarios entre sí. En primer lugar, la disponibilidad de formas funcionales flexibles que admiten una mayor riqueza de representación del cambio técnico; especialmente, la no-constancia de la tecnología a lo largo del tiempo es crucial en series largas que cubren períodos con cambios estructurales profundos. En segundo lugar, las mejores (por extensas y fiables) bases estadísticas, tanto a nivel nacional como territorial y sectorial, posibilitan mayores garantías para el análisis. Pese a ello, aún la disponibilidad de datos hoy en día restringe mucho los estudios empíricos y así, por ejemplo, la falta de datos microeconómicos es la principal razón por la que se sabe muy poco de la

distribución salarial en España⁴. Aunque la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) trata de suplir esta carencia en cuanto a las estadísticas de distribución salarial en España, esta comenzó a realizarse en 2004, por lo que todavía no se cuenta con series lo suficientemente amplias como para realizar un análisis de largo plazo. La ECV es una encuesta anual dirigida a hogares, que tuvo su antecesora en el Panel de Hogares de la Unión Europea (PHOGUE), realizado durante el periodo 1994-2001.

Una de las funciones de producción más sencillas y, probablemente, la más utilizada en la literatura es la de Cobb-Douglas. La función de Cobb-Douglas es una forma de función de producción ampliamente usada para representar las relaciones entre un producto y las variaciones de los insumos (trabajo, capital y tecnología).

La propuesta de esta función partió de la observación empírica de la distribución de la renta nacional total de Estados Unidos entre los factores capital y trabajo. Los datos mostraban que se mantenía más o menos constante a lo largo del tiempo y, a medida que crecía la producción, la renta del total de los trabajadores crecía en la misma proporción que la renta del conjunto de los empresarios propietarios del capital. Douglas (Economista y Senador de Estados Unidos) solicitó a Cobb (Matemático) establecer una función que resultara en participación constante de los dos factores si ganaban en su producto marginal. Así, Cobb demostró que la función de producción que cumplía esta característica era:

$$(1) \quad Y = AK^\alpha L^\beta$$

donde A es un parámetro de eficiencia mayor que cero que mide la productividad de la tecnología existente, mientras que α y β son las elasticidades de la producción asociadas al capital y al trabajo, respectivamente.

⁴ Bover et al. (2001) o Pijoan-Mas y Sánchez Marcos (2009).

Esta es una función homogénea de grado $(\alpha + \beta)$, por cuanto presentará rendimientos a escala constantes, crecientes o decrecientes, según que la suma de ambos parámetros sea igual, superior o inferior a la unidad, respectivamente. Es decir, la suma de los valores de α y β determinan las economías de escala, o rendimientos, de la función de producción:

- ❖ Si $\alpha + \beta = 1$, se dice que la función de producción tiene economías de escala constantes,
- ❖ Si $\alpha + \beta < 1$, la función tiene rendimientos de escala descendentes, y
- ❖ Si $\alpha + \beta > 1$, los rendimientos de escala de la función son crecientes.

Si se supone un planteamiento de competencia perfecta, α y β son constantes que miden la participación tanto del capital como del trabajo en el producto. Esta es la función que hoy en día se conoce como función de Cobb-Douglas y puede generalizarse para la utilización de más factores como, por ejemplo:

$$(2) \quad Y = AK_e^\gamma K_s^\alpha L^\beta H^\delta$$

En este caso en particular, se supone que para producir se utilizan 4 insumos: dos tipos de capital, K_e y K_s (equipo y estructural), trabajo, L (el total de trabajadores de una economía) y capital humano, H (los trabajadores con un determinado nivel de estudios terminado).

Arrow, Chenery, Minhas y Solow (1961) desarrollaron la función de producción de elasticidad de sustitución constante (CES, de ahora en adelante) como una generalización de la función de Cobb-Douglas. Estos autores trataban de comprobar si la recompensa de los factores se mantenía constante, como suponía la función de Cobb-Douglas, o si una función más general se ajustaba mejor a los datos. Así, derivaron una función matemática que tenía las propiedades de:

- (a) Homogeneidad,
- (b) Elasticidad de sustitución constante entre el capital y el trabajo, y
- (c) La posibilidad de permitir la existencia de distintas elasticidades para diferentes industrias.

La función que propusieron presenta la forma:

$$(3) \quad Y = A[\delta K^\rho + (1 - \delta)L^\rho]^{1/\rho}$$

donde $A > 0$, $0 < \delta < 1$ y $\rho \geq -1$. Siendo δ la participación relativa del capital y $1/(1-\rho)$ la elasticidad sustitución entre los factores, es decir, el capital y el trabajo.

También puede ser generalizada para utilizar más de dos insumos, como por ejemplo:

$$(4) \quad Y = A(\delta_1 K_e^\rho + \delta_2 K_s^\rho + \delta_3 L^\rho)^{1/\rho}$$

donde $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 1$, siendo las variables las reseñadas anteriormente al tratar la generalización de la función de Cobb-Douglas inicial.

Un paso más allá de las funciones de Cobb-Douglas y CES se sitúa la función Trascendental Logarítmica (translog, de ahora en adelante), que es una función que permite que la elasticidad de sustitución cambie con las proporciones del producto y/o del factor. El término trascendental quiere decir que no es algebraica y las funciones logarítmicas son un tipo de funciones trascendentales. Para el caso de dos insumos, esta función tomaría la siguiente forma:

$$(5) \quad \log Y = \log A_1 + \alpha_1 \log K + \beta_1 \log L + \alpha_2 (\log K)^2 + \beta_2 (\log L)^2 + A_2 \log K \log L$$

En general, para más de dos insumos ($I_i, i=1,2, \dots$) la función tomaría la forma:

$$(6) \quad \log Y = \log A + \sum_i \alpha_i \log I_i + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{i,j} \log I_i \log I_j$$

Donde $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ para todo i, j .

Esta función se hizo muy popular a partir del trabajo publicado por Christensen et al (1973). Sin embargo, son las funciones Cobb-Douglas y las CES las más utilizadas por su facilidad de manejo. A su vez, una importante cuestión que no se puede analizar con la función translog es el caso en que no se cuente con alguno de los factores, o sea que tome el valor cero, por lo que no se pueden estudiar las soluciones de esquina.

Para dar un marco conceptual a la utilización de las distintas funciones de producción en el campo que nos ocupa, se presenta a continuación cómo ha evolucionado su uso en la literatura económica sobre los temas relacionados con esta investigación. Más precisamente, se desarrollarán brevemente los modelos propuestos por Goldin y Katz (1998) y Fallon y Layard (1975). En el primero se investigan los orígenes de la complementariedad entre el capital y la cualificación⁵, y en el segundo se estudia la relación entre la complementariedad del capital y las habilidades, la distribución del ingreso y la contabilidad del crecimiento. De esta manera, se justifica la forma concreta de las funciones de producción que se utilizan en esta investigación.

3.1.- El modelo de Goldin y Katz

Con la motivación de evaluar el impacto de las nuevas tecnologías en la estructura salarial, el trabajo de Goldin y Katz (1998) encuentra evidencia de complementariedad entre las habilidades y la tecnología o entre las habilidades y

⁵ En este trabajo se utilizarán de forma indistinta los términos educación, habilidad y cualificación.

el capital en las industrias manufactureras a comienzos del siglo XX⁶. Asimismo, estos autores sostienen que estos hallazgos están relacionados con la adopción de métodos de producción específicos, como la utilización de motores eléctricos. Es decir, que esta complementariedad no existía en el pasado y que se produjo con la propagación de ciertos procesos de manufactura a comienzos del siglo XX (métodos de producción en lote y de proceso continuo). El cambio de las fuentes de energía del vapor y el agua a la electricidad reforzó este proceso de complementariedad al reducir la demanda de trabajadores manuales poco cualificados en las tareas de transporte y ensamblaje.

Goldin y Katz (1998) consideran que la industria manufacturera tiene dos etapas distintas: una de instalación y mantenimiento de maquinaria y otra de producción o ensamblaje. Las dos juntas comprenden la industria manufacturera (industria central en su análisis). Estos autores argumentan que el capital y la mano de obra cualificada siempre son complementarios en la etapa de instalación-mantenimiento de la industria manufacturera para cualquier tipo de tecnología. Las máquinas con las que los trabajadores no cualificados elaboran el producto final en la etapa de producción o ensamblaje son diseñadas e instaladas por los trabajadores cualificados con capital bruto.

El capital por producto puede aumentar o disminuir de acuerdo con la adopción de una tecnología en particular. A su vez, el que esta adopción aumente o disminuya la demanda relativa de trabajadores con más estudios dependerá del grado en el que la demanda de trabajadores cualificados en la etapa de instalación-mantenimiento es contrarrestada por la demanda de trabajo no cualificado en la etapa de producción.

⁶ El término complementariedad entre las habilidades y la tecnología o complementariedad entre las habilidades y el capital, se utiliza cuando los trabajadores más cualificados resultan más adecuados a la nueva tecnología o al capital físico que los trabajadores menos cualificados.

Este trabajo plantea tres tipos de tecnologías (una de las cuales incluye dos fases):

- 1) La “tienda artesanal” o la “producción a mano” (H),
- 2) La fábrica (F), que consta de:
 - a. Línea de ensamblaje (A), que es una etapa tecnológicamente más avanzada y
 - b. Producción por lotes⁷ (C).

Se consideran tres insumos: el capital físico (K), el trabajo cualificado (L_s) y el trabajo no cualificado (L_u) con sus correspondientes precios: r , w_s y w_u . A su vez, el proceso de manufactura contiene dos segmentos diferenciados:

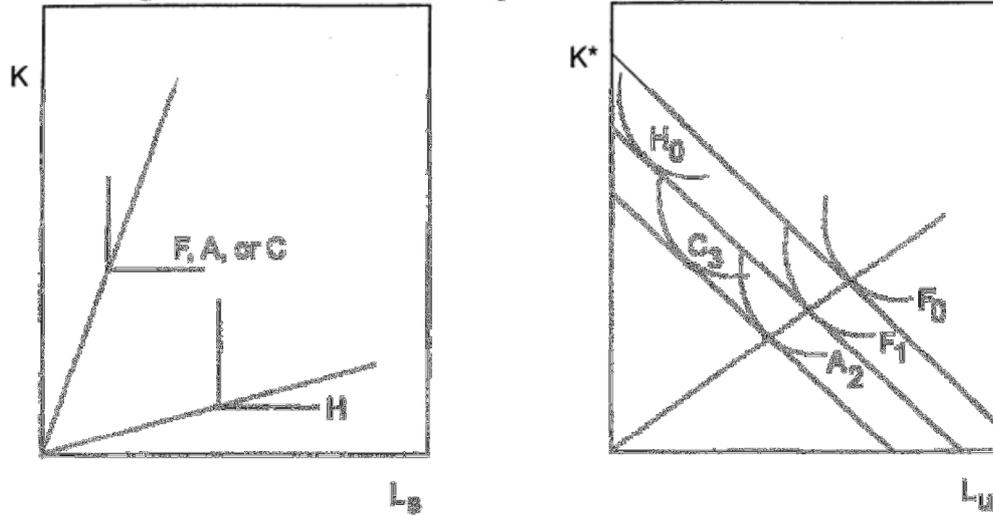
- 1) El capital físico debe ser instalado y mantenido, y
- 2) Los bienes deben ser creados (“producción”).

Todos los trabajadores en la fase de producción son no cualificados, mientras que todos los trabajadores que instalan y mantienen la maquinaria son cualificados. Como se supone que el capital físico y el humano son estrictamente complementarios en la instalación de las máquinas que se utilizan para producir, cualquiera sea la tecnología (Artesanal, fábrica y línea de ensamblaje o por procesos), la parte de instalación y mantenimiento se produce a través de una función de Leontief. Supóngase que K^* representa las máquinas para producir⁸. Asimismo, se supone que el producto final, Y , se produce separadamente de K^* . La producción en la industria manufacturera utiliza una función de Cobb-Douglas, en la que se combinan K^* y L_u para fabricar Y .

⁷ Este tipo de producción es una técnica de fabricación en la cual se crea un componente determinado antes de continuar con el siguiente paso en el proceso de producción. Las panaderías, las fábricas de calzado deportivo o la industria farmacéutica, son algunos ejemplos de sectores en donde se emplea este método de producción.

⁸ Se supone que K^* no se puede mover de una tecnología a otra dado que es específica de la tecnología para la cual fue creada.

Figura 1: Relaciones entre capital, tecnología y habilidades.



Parte A: Instalación y Mantenimiento de K^*

Parte B: Producción de Y

En la obtención de K^* , los métodos basados en las líneas de ensamblaje y en lotes no requieren necesariamente diferentes ratios de trabajo cualificado con respecto al capital para instalar máquinas para producir, pero en la “tienda artesanal” el ratio es mayor, puesto que los artesanos mantienen sus propias herramientas. Así, se asume que las mismas proporciones de factores son necesarias para obtener K^* en las tecnologías A y C , pero las tecnologías H requieren una cantidad mayor de L_s en relación con K (

Figura 1, Parte A). Sin embargo, en la producción de Y , los ratios de trabajo no cualificado y capital utilizados por cada tecnología es distinto. El mayor es en la línea de ensamblaje, el siguiente es para los métodos basados en procesos y el menor es en la tienda artesanal, la cual usa poco trabajo no cualificado. Así, la producción de Y usando la tecnología H es la más intensiva en K^* , luego sigue C , y finalmente A , como en la

Figura 1, Parte B.

Más formalmente, asumen que K^* es generada por:

$$(7) \quad K^* = \min(\lambda_i^l L_s, \lambda_i^k K) \quad i = H, F, A, C$$

Tal que $\lambda_{F,A,C}^l > \lambda_H^l$ y $\lambda_{F,A,C}^k > \lambda_H^k$, donde $1/\lambda_i^l$ es la unidad de trabajo cualificado requerida para la creación de K^* en el proceso de producción i . La producción de Y obtenida mediante la tecnología i (Y_i) está dada por:

$$(8) \quad Y_i = \gamma_i(L_u)^{\alpha_i}(K^*)^{(1-\alpha_i)} \quad i = H, F, A, C$$

teniendo en cuentas además que $\alpha_H < \alpha_C < \alpha_{F,A}$.

En la fase inicial, se considera que el proceso continuo todavía no existe y la elaboración artesanal es el modo de producción dominante. Por lo tanto, el punto H_0 (Figura 1, parte B) es el punto de partida, donde la producción sólo tiene elaboración artesanal. Nótese que sólo porque K^* sea relativamente alto en H_0 , esto no significa que se utilice mucho capital físico por unidad de producto. Como se puede ver en la parte A de la Figura 1, y en la ecuación (7), la tecnología H usa relativamente más L_s que la que utilizan otras tecnologías en la producción de K^* .

Cuando se produce el cambio tecnológico, la fábrica se convierte eventualmente en un método dominante para producir Y . Esto puede ser visto como un cambio tecnológico neutral en el sentido de Hicks, ya que la consecuencia de un aumento en γ_F , es que F_0 se desplaza a F_1 . Mientras este tipo de cambio tecnológico tenga lugar, las firmas, cambiarán paulatinamente de la tecnología H a la F . El cambio de la elaboración artesanal a las fábricas inicialmente causa un aumento en (K/Y) , en (K/L_s) , probablemente también en $K/(L_u+L_s)$ y una disminución en $L_s/(L_u+L_s)$.

Los posteriores cambios tecnológicos neutrales en el sentido de Hicks desplazan la isocuanta F_1 a A_2 posiblemente a través de una nueva innovación organizacional: La línea de ensamblaje. Esto provoca una disminución del ratio capital-producto, permaneciendo constantes el ratio capital-trabajo y la demanda relativa por trabajo cualificado.

Los métodos de producción por lotes están determinados por la isocuanta C_3 . El cambio de A a C puede resultar de un avance tecnológico exógeno (un

aumento en γ_C en relación a $\gamma_{A,F}$) o de un aumento en el precio relativo del trabajo no cualificado (w_u) con respecto al coste medio de K^* (r^*).⁹ Aunque la tecnología de la maquinaria es idéntica a la de los procesos A o F , los métodos de producción por lote tienen una elasticidad de producción mayor con respecto a K^* que la que tienen los procesos A o F ($\alpha_C < \alpha_{F,A}$). Esto es, C conserva el trabajo (no cualificado) en el segmento de producción y así usa K^* más intensivamente. El cambio de las tecnologías A o F a C aumenta (K/Y) , $K/(L_u+L_s)$, y $L_s/(L_u+L_s)$. Con la adopción de C se observa complementariedad tanto capital-habilidades como tecnología-habilidades, a los precios de factores dados, en el sentido que un cambio a una tecnología más avanzada se asocia con aumentos tanto en la intensidad de capital como en el empleo relativo de trabajadores cualificados.

La creciente dependencia de la electricidad y la introducción de motores electrónicos separados para cada máquina parecen haber tenido efectos similares al desplazamiento hacia los métodos de producción por lotes. Los mecanismos de transportes de materiales disminuyeron la demanda relativa de trabajo no cualificado y aumentaron la intensidad de capital y, conforme más veloz era el funcionamiento de la maquinaria que operaba mediante motores eléctricos, más personal de mantenimiento se requería.

En resumen, en la etapa de maquinaria-mantenimiento, el capital y el trabajo cualificado son complementos relativos dentro de cualquier proceso de producción en la industria manufacturera. Pero, dependiendo de la naturaleza del cambio tecnológico, el capital y el trabajo cualificado pueden ser complementos relativos o sustitutos en los cambios entre los distintos procesos de manufactura. Así, la evolución de la producción artesanal a las fábricas en el siglo XIX supuso la sustitución de capital y trabajo no cualificado por trabajo cualificado (artesanal). Mientras que la adopción de procesos de producción por

⁹ Que puede darse por la expansión de los graduados de secundaria o por la reducción de la inmigración (Goldin y Katz, 1998).

lote en el siglo XX significó la sustitución de capital y trabajo cualificado (educado) por trabajo no cualificado.

Así es como estos autores enfatizan y diferencian la naturaleza del sesgo de las innovaciones tecnológicas hacia las habilidades o no habilidades. Asimismo, muestran los comienzos de la complementariedad entre el capital y el trabajo cualificado. Este marco brinda resultados cualitativamente muy similares a los obtenidos con una función de producción más general tal como la CES a dos niveles, de la forma:

$$(9) \quad Y_i = A_i [\alpha_i (K^*)^{\rho_i} + (1 - \alpha_i) L_u^{\rho_i}]^{1/\rho_i} \quad \rho_i \leq 1$$

donde

$$(10) \quad K^* = [\beta_i (K)^{\theta_i} + (1 - \beta_i) L_s^{\theta_i}]^{1/\theta_i} \quad \theta_i \leq 1$$

siendo $\rho_i > \theta_i$ para $i = H, F, A, C$.

Estos autores encuentran evidencia de que los datos históricos de largo plazo respaldan su especificación. A su vez, esta especificación también es consistente con las especificaciones de otros modelos como el de Fallon y Layard (1975) o Krusell et al (2000).

3.2.- La complementariedad entre la cualificación y el capital

La idea de la complementariedad entre la cualificación y el capital, desarrollada a partir funciones de producción CES a dos niveles, ha sido investigada por otros

autores. Para examinar la hipótesis de complementariedad capital-habilidades se necesita usar una forma de función que permita que se confirme o rechace la hipótesis. La Cobb-Douglas no lo permite, y la forma más simple que lo hace es la función CES de dos niveles:

$$(11) \quad Y = A[\alpha Q^\rho + (1 - \alpha)X_1^\rho]^{1/\rho} \quad \rho \leq 1$$

donde:

$$(12) \quad Q = [\beta X_2^\theta + (1 - \beta)X_3^\theta]^{1/\theta} \quad \theta \leq 1$$

donde X_1 , X_2 y X_3 son cualquier permutación de K , L_s y L_u .¹⁰ Y donde, p_1 , p_2 y p_3 , son los precios de esos factores. Sólo si L_u o L_s juega el rol de X_1 el capital podría ser más (o menos) complementario con respecto a los trabajadores cualificados que o a los otros.

La consideración del trabajo como un factor homogéneo era algo que ya inquietaba a autores como Bowles (1970) o Dougherty (1972). Así, la desagregación de este factor se veía muy provechosa para el entendimiento de la relación entre la educación y productividad. Sin embargo, estos trabajos encuentran una fácil sustitución de trabajadores educados por trabajadores menos cualificados. Según Fallon y Layard (1975), estas elasticidades de sustitución entre los distintos tipos de trabajadores (cualificados y no cualificados) son elevadas ya que no tienen en cuenta la relación entre capital y trabajo cualificado. Así, preocupados por una correcta planificación educacional, el objetivo principal del trabajo de estos autores es demostrar que el capital físico es más complementario con respecto al trabajo cualificado que al no cualificado. A tal fin, utilizan una función CES de dos etapas.

¹⁰ Otra forma funcional que lo permite es la log-cuadrática, pero no permite tomar ventaja de los datos sobre precios relativos.

Las tres formas alternativas de formar una función de producción usando K , L_u y L_s son:

$$(13) \quad Y = A[\alpha Q^\rho + (1 - \alpha)L_u^\rho]^{1/\rho} \text{ con } Q = [\beta K^\theta + (1 - \beta)L_s^\theta]^{1/\theta}$$

$$(14) \quad Y = A[\alpha Q^\rho + (1 - \alpha)K^\rho]^{1/\rho} \text{ con } Q = [\beta L_u^\theta + (1 - \beta)L_s^\theta]^{1/\theta}$$

$$(15) \quad Y = A[\alpha Q^\rho + (1 - \alpha)L_s^\rho]^{1/\rho} \text{ con } Q = [\beta K^\theta + (1 - \beta)L_u^\theta]^{1/\theta}$$

Fallon y Layard (1975) prueban las tres permutaciones de las funciones de dos niveles y encuentran que las estimaciones de la función de producción donde L_u juega el rol de X_1 fueron las más satisfactorias según ciertos criterios¹¹. Así, la forma de referencia para estos autores también es la representada por las ecuaciones (11) y (12).

Si la hipótesis de complementariedad del capital es cierta, entonces $\rho > \theta$ y viceversa. En otras palabras, la elasticidad directa de sustitución entre L_u y K^* , es decir $1/(1 - \rho)$, debe ser mayor que la elasticidad directa de sustitución, dentro de la estructura, entre K y L_s , o sea, $1/(1 - \theta)$.

3.3.- El cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades y las funciones de producción propuestas por Krusell, Ohanian, Ríos Rull y Violante

¹¹ Estos criterios son: el ajuste de la función al producto, la estabilidad de la estimación del efecto de X_2/X_3 en p_2/p_3 cuando también X_1 puede influenciar a p_2/p_3 y, finalmente, la estabilidad de la estimación de $(\theta-1)$ y $(\rho-1)$ y su consistencia entre países pobres y ricos.

El cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades es otro tema de la literatura en el que se han utilizado las funciones CES de dos etapas. Dado que se atribuye al cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades el aumento en la prima por habilidades en Estados Unidos (Bound y Johnson, 1992; Berman, Bound y Griliches, 1994; Johnson, 1997; Krusell et al, 2000; entre otros); Krusell et al (2000) desarrollan un marco para explicar este concepto a través de variables observables. Para ello utilizan una función de producción agregada neoclásica cuya característica es la complementariedad entre el capital y las habilidades. Esto es, tal y como se mencionó anteriormente, que la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo no cualificado es mayor que entre el capital y el trabajo cualificado. Cabe indicar que una implicación clave de esta complementariedad es que el crecimiento en el stock del capital aumenta la productividad marginal del trabajador cualificado, pero disminuye la del no cualificado.

En estas condiciones, los autores desarrollan una función de producción que incluye cuatro factores: capital equipo (K_q), estructuras de capital (K_e)¹², volumen de trabajo cualificado (L_c) y el volumen de trabajo no cualificado (L_n).

Por otra parte, asumen que la función de producción es de tipo Cobb-Douglas sobre las estructuras de capital, y una función CES para los tres insumos restantes. Eligen la función CES porque es simple, tiene pocos parámetros y restringe las elasticidades de sustitución de modo que sean constantes. Teniendo en cuenta estos aspectos, existen tres formas de relacionar el capital equipo, el trabajo cualificado y el no cualificado en términos de una función CES:

$$(16) \quad Y_0 = F_1(K_e, F_2(L_u, L_s)),$$

$$(17) \quad Y_1 = F_1(L_s, F_2(K_e, L_u)), \text{ y}$$

¹² Diferencian entre dos tipos de capital y lo justifican explicando que éstos han crecido a distintas tasas en los últimos 30 años.

$$(18) \quad Y_2 = F_1(L_u, F_2(K_e, L_s)),$$

donde F_1 y F_2 son funciones agregadas CES, siendo las dos últimas las que permiten la complementariedad capital-cualificación. La forma funcional CES impone restricciones de simetría en las elasticidades de sustitución. En Y_1 se restringe la elasticidad de sustitución entre L_s y K_e para que se iguale con la existente entre L_s y L_u . Sin embargo, esta restricción discrepa con las elasticidades estimadas anteriormente, que sugieren que la elasticidad de sustitución entre el trabajo cualificado y el no cualificado debe ser mayor que la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo cualificado (Hamermesh, 1993).

Para Y_2 , la función CES restringe la elasticidad de sustitución entre el trabajo cualificado y el no cualificado obligándola a coincidir con la elasticidad de sustitución entre el trabajo no cualificado y el capital equipo. Esta restricción, sin embargo, no parece contradecir ninguna de las elasticidades estimadas anteriormente. Más aún, estos autores encuentran que la primera especificación no es tan consistente con los datos como la segunda. Por todo ello, la especificación que utilizan en su estudio es:

$$(19) \quad Y_t = K_{s,t}^\alpha \left\{ \mu L_{u,t}^\sigma + (1 - \mu) [\lambda K_{e,t}^\rho + (1 - \lambda) L_{s,t}^\rho]^\sigma \right\}^{(1-\alpha)/\sigma}$$

En esta expresión, μ y λ son los parámetros tecnológicos que controlan el reparto de las influencias de los factores sobre las actividades productivas, mientras que σ y ρ ($\sigma, \rho < 1$) establecen las elasticidades de sustitución entre el capital equipo y el trabajo no cualificado y cualificado, respectivamente. La elasticidad de sustitución entre el capital equipo (o, de su complemento, el trabajo cualificado) y el trabajo no cualificado es $1/(1-\sigma)$ y la elasticidad de sustitución entre el equipo y el trabajo cualificado es $1/(1-\rho)$. La complementariedad capital-cualificación requiere que $\sigma > \rho$. Si alguno de estos

parámetros es igual a cero, la correspondiente formulación queda de tipo Cobb-Douglas.

Para entender la importancia de la complementariedad entre el capital y la cualificación en la predicción del modelo, estos autores calculan una prima por cualificación sin complementariedad. En tal caso, obtienen 1,67 como la elasticidad de sustitución entre trabajadores cualificados y no cualificados, pero restringiendo la elasticidad de sustitución entre el capital equipo y los dos tipos de trabajadores para que sea la misma. Además, se obtiene que la prima por habilidades debería haberse reducido en un 40% en el período, mientras que su modelo de predicción muestra un aumento del 20%, lo que implicaría una contradicción con la suposición de no complementariedad (Krusell et al, 2000).

Otros trabajos que utilizan la función CES en dos etapas son Caselli y Coleman (2002), que calculan la frontera tecnológica para Estados Unidos o Torres (2002), que estudia la dispersión salarial en la industria española. Mientras que Krusell et al (2000) utilizan la segunda especificación y Caselli y Coleman (2002) utilizan la especificación propuesta por Krusell et al (2000) para calcular la frontera tecnológica de Estados Unidos, Torres (2002) utiliza la primera especificación, es decir, supone que la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo cualificado es la misma que la que existe entre los dos tipos de trabajadores¹³.

Aunque un gran número de trabajos encuentran evidencia a favor de la complementariedad entre el capital y las habilidades, como los de Griliches (1969), Berman, Bound y Griliches (1994), Krusell et al (2000), Dunne, Haltiwanger y Troske (1997), Doms, Dunne y Troske (1997), Caselli (1999) o Flug y Hercowitz (2000), entre otros; existen otras investigaciones cuyos

¹³ Una posible interpretación de esta forma funcional es que los procesos de producción se realizan utilizando capital y trabajo no cualificado, mientras que el trabajo cualificado se encarga de la organización y supervisión de esos procesos (Bentolila y Saint-Paul, 1999).

resultados no son consistentes con esta suposición. Por ejemplo, las estimaciones de ρ y σ en el trabajo de Caselli y Coleman (2002) son muy parecidas (0,24 y 0,25), lo que no es consistente con el supuesto de complementariedad de capital y educación. Asimismo la evidencia empírica no es concluyente en cuanto a cuál de las dos primeras especificaciones es la más adecuada (Hamermesh, 1993; Torres, 2002). Es por esta razón, por la que Caselli y Coleman (2006) utilizan una función CES en la cual no se supone ningún tipo de complementariedad entre el capital y las cualificaciones. Por esta razón, en este trabajo se trabaja con la especificación propuesta por Caselli y Coleman (2006).

3.3.- El uso de las funciones de producción en la literatura española

Los temas de actualidad van cambiando con el transcurso del tiempo, pero la utilización de las funciones de producción CES o Cobb-Douglas están presentes en muchos de los trabajos de la literatura española. En España se dispone de varias estimaciones de funciones de producción agregadas para la economía nacional (Segura, 1969 y 1973; Segura y Martín, 1989, Bajo y Sosvilla-Rivero, 1995; Serrano, 1996; Torres, 2002; Carrasco, 2004; y Sosvilla-Rivero y Alonso, 2005; entre otras). Sin embargo, las estimaciones correspondientes a las economías regionales son más infrecuentes (Más *et al*, 1994a y 1994b; Esteban y Vives, 1994; Cuadrado y García, 1995; Raymond y García, 1999; Serrano, 2000; Escribá y Murgui, 2001; etc.).

Así, el objetivo de este apartado es presentar un resumen de algunas de las investigaciones españolas que utilizan funciones de producción en sus estudios, no pretendiendo en ningún momento ser exhaustivos en este análisis.

El notable crecimiento que se dio en la economía española entre los años 1960 y 1990 no había sido claramente relacionado con el uso eficiente de los factores de

producción. Algunos autores consideraban que se debía a la escasez de información, en particular la relativa al stock de capital¹⁴. Por este motivo, Mas y Pérez (1990) estudian la evolución de la productividad total de los factores en España entre 1964-1987 utilizando la siguiente función de producción:

$$(20) \quad Y = Ae^{\lambda t} L^{\alpha} K^{\beta}$$

Donde Y es el producto, L es el trabajo, K es el stock de capital, α y β son las elasticidades del trabajo y el capital con respecto a la producción y $Ae^{\lambda t}$ es la eficiencia técnica o productividad, siendo λ la tasa de progreso técnico no incorporado o desincorporado (*desembodied*).

Estos autores encuentran evidencia que la economía española en el período estudiado no muestra unas ventajas claras en la productividad total de los factores cuando se compara con los resultados de otros países.

Otro tema también estudiado a partir de las funciones de producción es la sustitución entre factores. El trabajo de Picazo y Reig (1990), por ejemplo, estudia la mecanización en la agricultura valenciana empleando un modelo basado en la función de producción CES para estimar la elasticidad de sustitución entre el trabajo humano y la energía mecánica entre 1961 y 1988. Estos autores encuentran que la mecanización libera de trabajo al agricultor y le permite optar por una dedicación parcial a su explotación.

Rojas (1998) realiza una evaluación cuantitativa del sistema de pensiones y las proyecciones de población en España. Utilizando un modelo de generaciones solapadas tiene en cuenta la interacción entre las edades de la población y las ganancias laborales por edades. Este autor obtiene que el efecto del envejecimiento sobre el sistema de pensiones depende de la elasticidad de

¹⁴ Mas y Pérez (1990), Pérez González (1999).

sustitución del trabajo con distintos niveles de experiencia, por lo que concluye que el grado de sustitución es crucial para evaluar el sistema de pensiones español, así también como la economía en general. En este trabajo la tecnología se representa con una función de Cobb-Douglas de rendimientos constantes a escala que convierte el capital y el trabajo en producto, a saber:

$$(21) \quad Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}$$

$$\text{con } L_t = [\gamma L_{u,t}^{1-\rho} + (1-\gamma)L_{s,t}^{1-\rho}]^{\frac{1}{1-\rho}}$$

donde, $L_{u,t}$ y $L_{s,t}$ representan la cantidad de trabajo con menor y mayor nivel de experiencia respectivamente. Y, por otra parte, L_t toma la forma funcional CES.

Las funciones de producción también se utilizan en estudios relacionados con el capital humano. Así, Serrano (1996) analiza el modo de incluir el capital humano como factor productivo en el caso español. Utilizando tanto directamente la distribución del nivel de estudios de la población como transformando los datos en medias de años de escolarización, comprueba que esta última aproximación no es una variable proxy adecuada del capital humano. Al investigar los indicadores de capital humano y productividad aproxima una función de producción del tipo Cobb-Douglas con la forma:

$$(22) \quad Y = AK^{\alpha_K} H^{\alpha_H} L^{1-\alpha_K-\alpha_H}$$

donde Y es la producción, K es el capital físico, H es el stock de capital humano, L es la cantidad de factor trabajo y A es la productividad total de los factores.

Al dividir la población ocupada en dos grupos, uno cualificado (caracterizado por haber alcanzado un determinado nivel mínimo de estudios) y otro no cualificado (caracterizado por no haber alcanzado ese nivel de estudios),

encuentran que la población ocupada con título universitario no es significativa a la hora de aproximar el capital humano.

Para estudiar el efecto del capital humano sobre el crecimiento de la economía española entre 1910 y 1995, Sosvilla-Rivero y Alonso (2005) parten del modelo de Solow ampliado con capital humano, y utilizan una función de producción de Cobb-Douglas de la forma:

$$(23) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha H_t^\beta L_t^\gamma$$

donde Y_t , K_t , H_t y L_t representan el producto, el capital físico, el capital humano y el trabajo en el momento t , mientras que $A_t = A_0 e^{\lambda t}$ constituye un índice del nivel de la tecnología o productividad total de los factores, que varía con el tiempo. En este caso, $\alpha + \beta + \gamma$ los rendimientos de escala de los factores productivos.

Los resultados muestran que el capital humano es significativo y positivo para el período 1965-1995, pero no para el período completo de análisis (1910-1995). Estos autores justifican sus hallazgos argumentando que el capital humano necesita de un determinado nivel para ejercer su influencia y, que para el caso español, este nivel se alcanza en 1964.

A comienzos del siglo XXI, en la literatura española aparecía un nuevo interrogante: la evolución de los salarios relativos de los trabajadores cualificados respecto de los no cualificados (Torres, 2002; Carrasco, 2004; Pérez-Sebastián, 2008; entre otros).

Torres (2002) estudia la dispersión salarial y el cambio tecnológico en la industria española entre 1980 y 1992, para lo cual utiliza una función de producción de la forma:

$$(24) \quad Y = F_1(L_s, F_2(K, L_u))$$

Es decir, como ya se ha mencionado en la sección anterior, imponiendo una restricción de simetría: la elasticidad de sustitución entre el capital y el trabajo cualificado es igual a la elasticidad de sustitución entre el trabajo cualificado y el no cualificado. Asimismo, explica que la elección de la forma funcional se debe a que los procesos de producción se realizan utilizando capital y trabajo no cualificado, mientras que el trabajo cualificado se encarga de la organización y la supervisión de estos procesos. Con estas restricciones, la función de producción que propone adopta la forma:

$$(25) \quad Y_t = \left\{ \alpha_t [\lambda_t K_t^\sigma + (1 - \lambda_t) L_{u,t}^\sigma]^{\rho/\sigma} + (1 - \alpha_t) L_{s,t}^\rho \right\}^{1/\rho}$$

donde Y_t , K_t , $L_{u,t}$ y $L_{s,t}$ representan el nivel de producción, el capital, el trabajo no cualificado y el trabajo cualificado respectivamente en el año t , α_t y λ_t son los parámetros tecnológicos, que se pueden interpretar como las proporciones de las actividades productivas que realiza cada factor. Los parámetros σ y ρ definen las elasticidades de sustitución entre el capital, el trabajo cualificado y el trabajo no cualificado.

Al analizar los datos, este autor obtiene un aumento tanto en la oferta del trabajo cualificado como en el salario relativo de dicho factor. Asimismo, entre sus resultados, encuentra evidencia a favor de la hipótesis de complementariedad capital-educación, no siendo tan clara la evidencia a favor del cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades.

Carrasco (2004) describe las dos corrientes más difundidas que tratan de explicar la evolución de los salarios relativos de los trabajadores cualificados respecto de los no cualificados en las distintas ramas de actividad de la economía española entre 1989 y 1998: la laboral y la comercial. A su vez, analiza ambas corrientes

para determinar cuál explica mejor el caso español. En su análisis, considera una función de producción de la forma:

$$(26) \quad Y_i = A_i \left[\alpha_i (\delta_i L_{s,i})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha_i) (\lambda_i L_{u,i})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

Donde Y_i , $L_{u,i}$, $L_{s,i}$ representan la producción, el trabajo no cualificado y el trabajo cualificado del sector i . A su vez, α_i representa el progreso tecnológico generalizado sesgado a favor de los cualificados, δ_i es el progreso tecnológico específico (intensivo) sesgado a favor de los cualificados, λ_i es el progreso tecnológico específico (intensivo) sesgado a favor de los trabajadores no cualificados, A_i es el avance tecnológico neutral en el sentido de Hicks y σ es la elasticidad de sustitución entre el trabajo cualificado y el no cualificado, que suponemos que es la misma para todos los sectores, mayor que uno y constante.

Carrasco (2004) obtiene que, en el sector manufacturero entre 1989 y 1998, el salario relativo (de los trabajadores cualificados sobre los no cualificados) ha variado un -0,23%, es decir, ha permanecido casi sin variación. Sin embargo, encuentra evidencia de que dentro del sector manufacturero algunas ramas han experimentado aumentos del 7,5% y otras disminuciones del 9,7%. La principal conclusión de este trabajo es que el progreso tecnológico exógeno sesgado a favor de los trabajadores cualificados dentro de un modelo comercial es lo que mejor explica la evolución de la prima salarial por habilidades en la industria manufacturera española. El modelo comercial se refiere a que se deben tener en cuenta los comportamientos de las diferentes ramas y de sus sesgos.

El trabajo de Pérez-Sebastián (2008) analiza la complementariedad capital-habilidades en las regiones españolas entre 1986 y 1995. Para tal motivo, utiliza la siguiente función de producción:

$$(27) \quad Y_{i,t} = A_{i,0} e^{\lambda t + \varepsilon_{it}} \left[b K_{i,t}^\theta + (1 - b) L_{u,i,t}^\theta \right]^{1/\theta} L_{s,i,t}^{1-\gamma}$$

donde i y t son la región i y el momento t , respectivamente. Así, $Y_{i,t}$, $K_{i,t}$, $L_{n,i,t}$, $L_{s,i,t}$ representan la producción, el capital, el trabajo no cualificado y el trabajo cualificado de la región i en el año t , siendo $A_{i,0}e^{\lambda t + \varepsilon_{i,t}}$ un índice del nivel de la tecnología.

Este autor comprueba que la hipótesis de la complementariedad capital-habilidades en las regiones españolas se verifica sólo en el sector de servicios no comerciales, por lo que concluye que se trata de un fenómeno asociado a un sector específico, pero no a toda la economía en su conjunto. Así, sugiere que el aumento en la desigualdad puede ser una consecuencia del cambio tecnológico hacia las habilidades y no de la complementariedad capital-educación.

Con el objetivo de analizar la prima salarial por habilidades entre 1980 y 2000, Hidalgo (2010) calcula la elasticidad de sustitución entre trabajadores cualificados y no cualificados para el caso español. El modelo más simple de demanda relativa se basa en una función de producción CES a nivel de la empresa. En su modelo, este autor supone que las firmas tienen acceso a la siguiente función de producción:

$$(28) \quad Y = (A_u L_u^\rho + A_s L_s^\rho)^{1/\rho}$$

Donde A_u y A_s denotan los niveles de tecnología a los cuales las firmas tienen acceso al trabajo no cualificado y cualificado, respectivamente. El parámetro ρ de la función de producción determina la elasticidad de sustitución entre los factores, $\eta = 1/(1-\rho)$ (obsérvese que cuando $\rho=1$, los dos tipos de trabajo son sustitutos perfectos, mientras que si $\rho \rightarrow \infty$ no existe sustitución posible entre los trabajadores con distintos niveles de cualificación).

De este modo, este autor concluye que la tendencia de la prima salarial por educación en España se puede explicar a partir de un análisis de oferta y demanda, es decir, a través de las fuerzas del mercado.

Dada la heterogeneidad en los resultados encontrados, es opinión generalizada que una explicación se debe a la base de datos que se utilice. Así, Torres (2002) encuentra que, entre 1980-1992, aumenta el salario relativo de la industria en España. Según Carrasco (2004), el salario relativo de la industria manufacturera en España durante 1989-1998 permanece casi igual (disminuye un 0,23% en promedio). Hidalgo (2010) utiliza una encuesta de hogares, por lo que ya la muestra es distinta y los datos de 1980, 1990 y 2000, para obtener una tendencia negativa. Sin embargo, también hay un amplio acuerdo en que la especificación de la función de producción es clave en los resultados obtenidos y dado que, para el caso español, no se encuentra evidencia consistente de la complementariedad capital-cualificación, el estudio que se realizará en el presente trabajo de las productividades de los distintos trabajadores en España y su frontera tecnológica se llevará a cabo a partir de la función propuesta por Caselli y Coleman (2006), cuyo modelo se describe a continuación.

4.- LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LA FRONTERA TECNOLÓGICA

Analizando la literatura económica sobre las diferencias regionales, una de las principales conclusiones que puede extraerse es que la diferencia de crecimiento entre los países es debida al nivel de productividad total de factores (PTF) y que todo lo que se necesita para que las zonas más pobres crezcan más es que se les transfiera la tecnología de los países más ricos¹⁵. Sin embargo, Caselli y Coleman (2006) argumentan que esta idea es excesivamente simple y desarrollan un

¹⁵ Caselli (2005) presenta una amplia revisión sobre el tema.

modelo más realista, en donde la adopción de tecnología depende de la dotación de factores de cada región.

En su trabajo del año 2006, Caselli y Coleman tienen como objetivo principal obtener evidencia sobre la influencia del sesgo hacia las habilidades en las diferencias tecnológicas entre países. Asimismo, esbozan una posible explicación teórica para sus hallazgos empíricos y desarrollan un marco que identifica de manera independiente las productividades del trabajo cualificado, el trabajo no cualificado y el capital en una función de producción agregada por país. Al aplicar este modelo a datos de corte transversal, muestran que los países donde el trabajo no cualificado es relativamente abundante son aquellos en los que hay trabajadores no cualificados más eficientes, mientras que los países donde el capital y los trabajadores cualificados son abundantes resultan más eficientes en el uso de estos insumos. Estos autores interpretan sus hallazgos como adopción de tecnología apropiada, es decir, diferentes tecnologías implican diferentes combinaciones de valores para las productividades de los tres factores de producción que utilizan. Así, en cada país, la tecnología se elige de tal manera que extraiga lo mejor del factor abundante.

La idea básica que subyace al modelo propuesto por Caselli y Coleman (2006) es que, en cada país, las empresas eligen a partir de un menú de distintos métodos de producción, cuyas diferencias radican en el modo en que los países combinan el trabajo cualificado y el no cualificado. Cada uno de estos métodos determina una función de producción diferente. Para capturar la idea de que las distintas funciones de producción usan insumos diferentes más o menos eficientemente, se asume que las funciones de producción dependen de los parámetros A_n y A_s , que representan las productividades del trabajo no cualificado y cualificado respectivamente. Así, el menú posible de funciones de producción se puede representar por un conjunto de posibles pares (A_n, A_s) . Es de esperar que ningún país elija una función de producción caracterizada por el par (A_n, A_s) ,

cuando exista otra función de producción en la que A_s y A_n sean mayores, de modo que sólo los pares no dominados son los relevantes. Este par no dominado, (A_s, A_n) , genera la denominada “frontera tecnológica”.

Estos autores encuentran sesgo hacia las habilidades en las diferencias tecnológicas entre países. Es decir, que los países ricos (aquellos con mayores niveles de ingresos) utilizan el trabajo cualificado más eficientemente que los países pobres, mientras que utilizan el trabajo no cualificado menos eficientemente, desde un punto de vista relativo e, incluso posiblemente, también absoluto. La explicación en la que basan sus hallazgos es que los países ricos, que tienen abundante trabajo cualificado, eligen las tecnologías que mejor se adapten a este trabajo; y los países pobres, que tienen más trabajo no cualificado, eligen tecnologías más apropiados a ellos. Así, especifican que las diferencias tecnológicas entre países favorecen el trabajo cualificado (no cualificado) si A_s (A_n) tiende a ser mayor en los países con mayores niveles de PIB, es decir, los países ricos suelen usar el trabajo cualificado (no cualificado) más eficientemente que los países pobres. Además, llaman neutrales en habilidades a las diferencias tecnológicas entre países si poseen el mismo ratio A_s/A_n . Las diferencias tecnológicas entre países serán sesgadas hacia las habilidades (el trabajo cualificado) si la razón A_s/A_n tiende a ser mayor (menor) en los países con mayores niveles de PIB. Así, se refieren a la tendencia de A_s/A_n a ser mayor en los países ricos como sesgo relativo hacia las habilidades y a la tendencia de A_s a ser mayor que A_n en los países ricos como sesgo absoluto hacia las habilidades.

En un contexto de series de tiempo, el cambio tecnológico se dice que es sesgado hacia las habilidades si éste aumenta la productividad marginal del trabajo cualificado en relación a la del no cualificado de un período de tiempo a otro. En un contexto de corte transversal, las diferencias tecnológicas entre

países son sesgadas hacia las habilidades si la productividad marginal del trabajo cualificado en relación a la del no cualificado es mayor en los países ricos.

El punto de partida de este trabajo consiste en definir una función de producción para estimar las productividades de los dos tipos de trabajo (cualificado y no cualificado). A su vez, a través de la especificación de esta función de producción, se miden las diferencias tecnológicas entre las distintas Comunidades Autónomas de España en el año 2007¹⁶. Si bien pueden utilizarse distintos métodos para la medición de las diferencias tecnológicas dependiendo de qué es lo que se quiera estudiar¹⁷, en este trabajo se hace uso del método paramétrico, considerando una función de producción en donde el insumo trabajo se presenta en una función del tipo CES, entre el trabajo cualificado y el no cualificado, en el que la elasticidad de sustitución entre ellos es $1/(1-\sigma)$.

4.1.- El modelo de Caselli y Coleman

Se considera una economía en la cual existen gran cantidad de empresas competitivas, cada una de las cuales genera su producto usando una función de producción como la siguiente:

$$(29) \quad y = k^\alpha [(A_u L_u)^\sigma + (A_s L_s)^\sigma]^{\frac{1-\alpha}{\sigma}}$$

Donde y y k son el producto y el capital por trabajador. A su vez, las empresas contratan dos tipos de trabajo: L_s y L_u , (cualificado y no cualificado), y capital a precios conocidos (w_s , w_u y r)¹⁸. Se elige óptimamente, además de los insumos, la función de producción. Las funciones de producción posibles difieren en los parámetros A_s y A_u y el menú de elecciones tecnológicas posibles está dado por:

¹⁶ En 2007 España alcanza el nivel más bajo de desempleo desde los años 70, por eso la elección de este año para el análisis.

¹⁷ Véase Gowiec (2009) para más detalle.

¹⁸ Es decir, los salarios del trabajo cualificado, del trabajo no cualificado y el tipo de interés.

$$(30) \quad (A_s)^\omega + \gamma(A_u)^\omega \leq B$$

donde ω , γ y B son parámetros positivos y exógenos. De esta restricción, se deduce que cambiar la ecuación tecnológica (30) envuelve un *trade-off* entre la eficiencia del trabajo cualificado y la eficiencia del trabajo no cualificado. Este *trade-off* está determinado por los parámetros ω y γ , mientras que B determina la altura de la frontera tecnológica. La forma funcional de (30) es así por conveniencia técnica, ya que es flexible y sirve a la idea central de que existen *trade-off* asociados a la elección tecnológica.

En síntesis, en cada país, la empresa representativa maximiza beneficios, a través de la función $(y - w_s L_s - w_u L_u - r k)$, con respecto a L_s , L_u , k , A_s y A_u , sujeto a las restricciones (29) y (30), la última con igualdad, para que las productividades implicadas rindan a su mayor nivel. Se asume que las dotaciones de la economía de L_s , L_u , k se ofertan inelásticamente¹⁹. Un equilibrio es una situación donde todas las empresas maximizan beneficios y todos los insumos son empleados totalmente. En su trabajo, estos autores demuestran que el equilibrio existe y es único. Además, prueban que si:

- 1) $\omega > [\sigma / (1 - \sigma)]$, el equilibrio es simétrico: todas las firmas eligen la misma tecnología (A_u , A_s) y las mismas proporciones de factores L_s / K y L_u / K .
- 2) $\omega < [\sigma / (1 - \sigma)]$, el equilibrio es asimétrico: algunas firmas trabajan solo con trabajadores cualificados ($A_u = 0$) y otras sólo con trabajadores no cualificados ($A_s = 0$).

La condición $\omega > [\sigma / (1 - \sigma)]$ es necesaria para descartar las soluciones de esquina, donde las firmas eligen distintas tecnologías. Su significado es intuitivo: Cuando

¹⁹ Ninguno de los resultados que interesan cambiarían si se supone la libre circulación de capital dentro y fuera del país a algunos costos dados de capital mundial, r .

σ es bajo, los trabajadores de distinta cualificación no son buenos sustitutos y las firmas prefieren operar con ambos insumos, L_s y L_u . Si se utilizan ambos insumos el mejor caso se da cuando las unidades de eficiencia, A_u y A_s , son estrictamente positivas. Cuanto más grande sea σ , mejores sustitutos serán los trabajadores, por lo que tiene más sentido usar un solo insumo y maximizar la eficiencia de ese insumo. La condición establece que esto pasará cuando σ sea lo suficientemente grande con respecto a ω . Además ω regula la concavidad de la frontera tecnológica (cuanto más grande sea ω , más lejos estará la frontera del origen, haciendo las elecciones tecnológicas interiores más atractivas que las de esquina). La condición para un equilibrio simétrico siempre se cumple si $\sigma < 0$.

Las condiciones de primer orden de las empresas incluyen:

$$(31) \quad \left(\frac{L_s}{L_u}\right)^{1-\sigma} = \left(\frac{A_s}{A_u}\right)^\sigma / \frac{w_s}{w_u}$$

$$(32) \quad \left(\frac{A_s}{A_u}\right)^{\omega-\sigma} = \gamma \left(\frac{L_s}{L_u}\right)^\sigma$$

La ecuación (31) combina las condiciones de primer orden para L_s y L_u y muestra la relación decreciente entre L_s/L_u y w_s/w_u . Para $\sigma > 0$ (buena sustitución entre los dos tipos de trabajo), establece que cuanto mayor sea la eficiencia relativa de L_s , mayor es el deseo de emplear ese factor. Para $\sigma < 0$ (poca sustitución), L_s/L_u decrece en A_s/A_u , mientras que la empresa trata de estimular el uso del insumo ineficiente (y, por lo tanto, efectivamente escaso).

La ecuación de primer orden con respecto a A_u , (32), describe como la elección tecnológica depende de las cantidades de insumos empleados. Para $\sigma > 0$, la condición de equilibrio simétrico, $\omega > [\sigma/(1-\sigma)]$, implica que $(\omega-\sigma) > 0$ y, por lo tanto, las empresas que usan mucho trabajo cualificado tienden a elegir tecnologías que aprovechan mejor el trabajo cualificado en relación con el no

cualificado. Inversamente, si $\sigma < 0$, las empresas tienden a elegir tecnología orientada hacia el insumo escaso.

Desplazarse de la problemática de la empresa al del equilibrio general de la economía es sencillo. Dado que el equilibrio es simétrico, la ecuación (32) se mantiene para (L_s/L_u) igual a la dotación de la economía. Así, para $\sigma > 0$, los países con abundante trabajo no cualificado elegirán tecnologías que aumenten relativamente el trabajo no cualificado, mientras que, con $\sigma < 0$, los países con abundante trabajo no cualificado tratarán de aumentar la productividad del trabajo cualificado. En otras palabras, cuando los insumos son buenos sustitutos, los países aprovechan al máximo el trabajo más abundante, mientras que, cuando no son buenos sustitutos, lo óptimo es aumentar la oferta efectiva del factor escaso. Recuérdese que, empíricamente, la elasticidad sustitución entre trabajo cualificado y no cualificado, $[1/(1-\sigma)]$, es mayor que 1, por lo que $\sigma > 0$. Por lo tanto, la ecuación (32), junto con el hecho de que (L_u/L_s) es mayor en los países pobres, supone la racionalización de la aportación básica de estos autores, es decir, la existencia de un sesgo relativo hacia las habilidades.

Dado que el marco del trabajo de Caselli y Coleman permite obtener las productividades de los trabajadores de acuerdo a su nivel educativo y las fronteras tecnológicas que estas productividades determinan, este será el primer cálculo de este trabajo. Para ello se utilizan los datos de España entre 2004 y 2010.

Las incógnitas A_s y A_u para obtener los pares tecnológicos (A_u, A_s) se resuelven a partir de (29) y (31). Al combinar ambas ecuaciones se alcanza:

$$(33) \quad A_u = \frac{y^{1(1-\alpha)} k^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{L_u} \left(\frac{w_u L_u}{w_u L_u + w_s L_s} \right)^{\frac{1}{\sigma}}$$

$$(34) \quad A_s = \frac{y^{1(1-\alpha)} k^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{L_s} \left(\frac{w_s L_s}{w_u L_u + w_s L_s} \right)^{\frac{1}{\sigma}}$$

Para calcular los valores de estas productividades, se necesitan los datos de Y , K , L_s , L_u , y w_s/w_u , así como también los valores de α y σ . De acuerdo con lo utilizado en la mayoría de los trabajos y para facilitar comparaciones con otras investigaciones, se supone que la proporción del capital en el PIB es $1/3$, es decir $\alpha=1/3$ ²⁰. En cuanto a σ , al ser un parámetro relacionado con la elasticidad sustitución entre trabajadores, $[1/(1-\sigma)]$, en el análisis inicial se hacen cálculos para distintos valores de dicha elasticidad, aunque como caso de referencia se utilizará en este trabajo que la elasticidad sustitución entre trabajadores es de 1,3 para el caso español²¹. En los apartados siguientes se muestran los datos utilizados y los resultados obtenidos y, aunque los resultados presentados en esta investigación se basarán en una función CES agregada de dos tipos de trabajo, los resultados no son consecuencia de la forma funcional utilizada²².

4.2.- La frontera tecnológica española

Dado que el marco del trabajo de Caselli y Coleman define implícitamente una frontera tecnológica, en base a este modelo, se investiga la evolución de la frontera tecnológica en España. Así, en este apartado se presentan las bases de datos utilizadas como las estimaciones realizadas.

²⁰ Mankiw et al (1992), Caselli y Coleman (2006).

²¹ Cálculo obtenido de Hidalgo (2010).

²² Para más información véase Caselli y Coleman (2006).

4.2.1- Bases de datos y estimaciones

Los datos del PIB se obtienen de la base de datos de Penn World Table²³ versión 8.0. Las estimaciones de los trabajadores españoles se obtienen de las series de capital humano del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE). El *stock* de capital se ha obtenido de las estimaciones realizadas conjuntamente por la Fundación BBVA y el IVIE. En este trabajo, se utiliza el stock de este capital productivo para valorar la contribución del capital al crecimiento de la producción dado que este tipo de capital es el más apropiado para los estudios de productividad.²⁴

Tanto las proporciones de la fuerza laboral por nivel educativo (L_u y L_s) como los salarios de los trabajadores (w_s y w_u), se obtienen del Panel de Hogares de la Unión Europea (PHOGUE) entre los años 1994 y 2001, y de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) entre los años 2004 y 2010. Para calcular los salarios y las proporciones de la fuerza laboral se utiliza la muestra que se obtiene al filtrar los empleados asalariados de entre 16 y 64 años que declaran sus salarios brutos, las horas que trabajan y su mayor nivel de estudios alcanzados.

En 2002 y 2003, se trató de utilizar datos de la Encuesta Continua de Presupuestos Familiares (ECPF), pero los resultados no eran comparables ya que sólo se dispone de información del cabeza de familia. Por este motivo se optó por realizar una interpolación lineal en esos años.

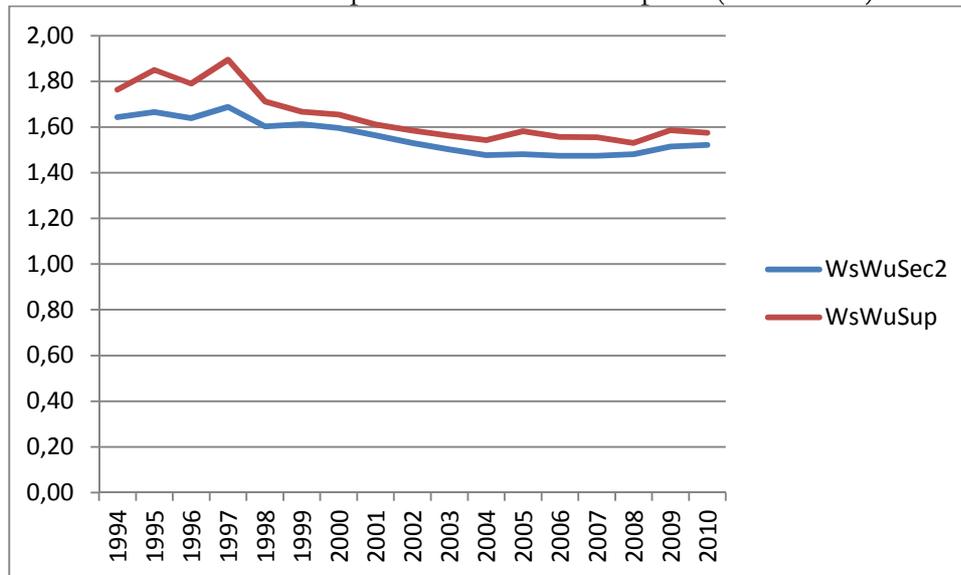
Tanto en Serrano (1996) como en Gumbau y Maudos (2006) el capital humano se aproxima como el porcentaje de la población ocupada con al menos estudios medios. Así, a pesar de que el caso de referencia es el propuesto por Serrano (1996) y Gumbau y Maudos (2006), es decir, se considera que un trabajador es

²³ Feenstra, R.C., Inklaar, R. y Timmer, M.P. (2013): “The Next Generation of the Penn World Table”. Disponible en: www.ggd.net/pwt

²⁴ Más *et al.* (2008).

cualificado si posee al menos estudios medios, se presentan también los resultados cuando se consideran cualificadas a las personas con estudios superiores a la enseñanza secundaria de segunda etapa. Todos los datos se presentan en el anexo (Tabla 2).

Gráfico 1: Prima por habilidades en España (1994-2010)

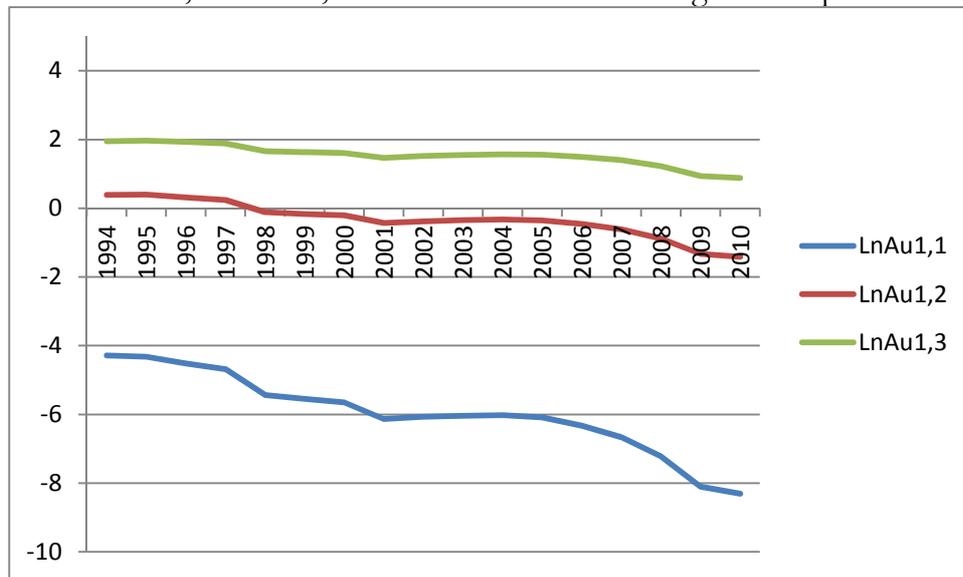


Fuente: Elaboración propia en base a datos del PHOGUE y de la ECV.

En la primera etapa de este análisis se considera interesante mostrar la evolución de la prima por habilidad en España. Como se observa en el Gráfico 1, el salario relativo de los cualificados con respecto a los no cualificados ha presentado una tendencia negativa hasta el año 2008 (año en el que se empezaron a notar las consecuencias de la crisis económica). Y, aunque presenta una tendencia al alza en 2009 y 2010 esta no es muy pronunciada. Esta tendencia es la misma, tanto si el límite de cualificación se establece en la enseñanza secundaria de segunda etapa como si el límite son los estudios superiores²⁵. Ante esta evidencia, se puede concluir que la tendencia alcista que la prima por habilidades presenta en países como Estados Unidos o Reino Unido no se da en el caso de España.

²⁵ Se consideran estudios superiores todos aquellos que siguen a la secundaria de segunda etapa, es decir, formación profesional superior, estudios universitarios o estudios de postgrado.

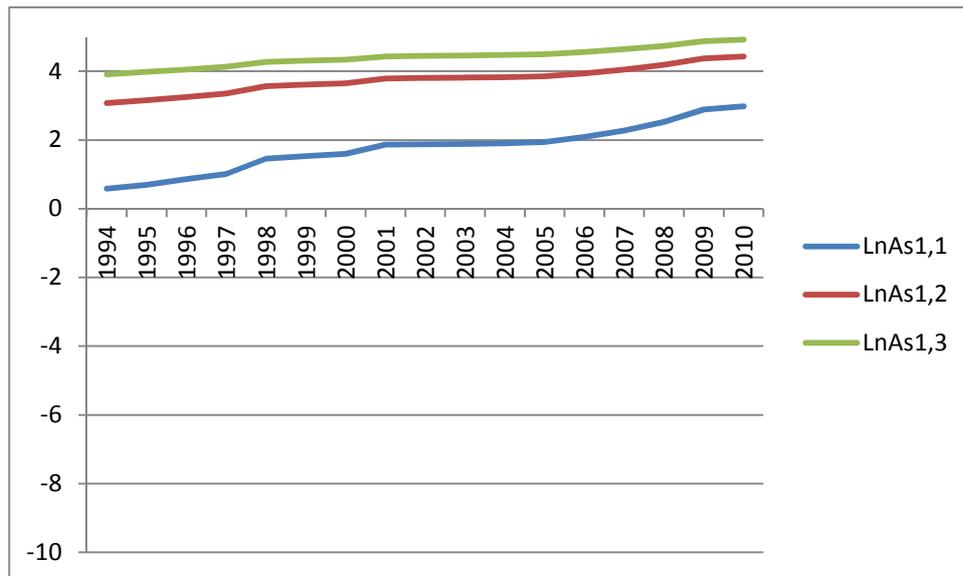
Gráfico 2: Productividad de los trabajadores no cualificados en España considerando distintas elasticidades cuando son cualificados los trabajadores con, al menos, estudios secundarios de segunda etapa



Fuente: Elaboración propia.

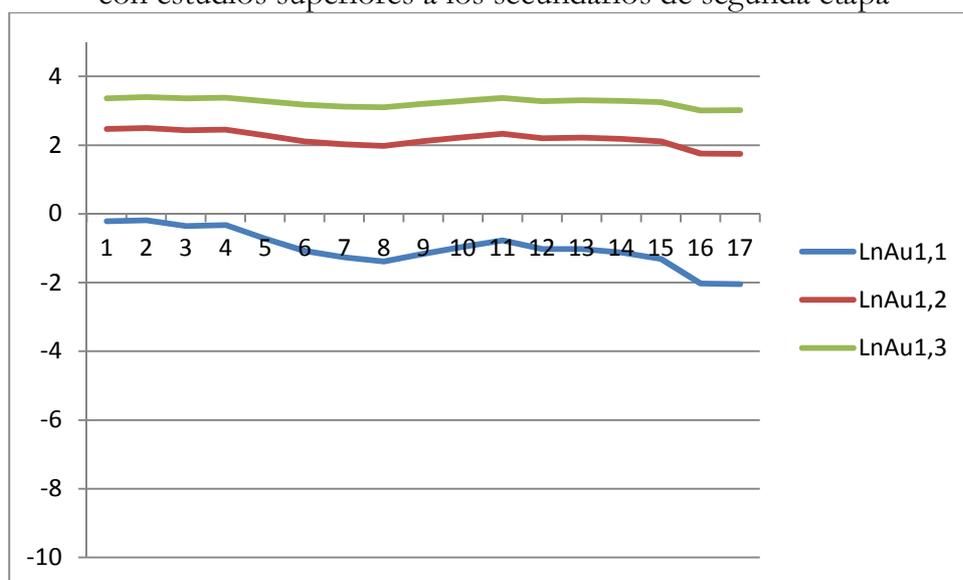
En el Gráfico 2 y el Gráfico 3 se presentan las productividades de los trabajadores no cualificados y cualificados, respectivamente, considerando distintas elasticidades de sustitución entre los trabajadores cuando el límite de cualificación es la enseñanza secundaria de segunda etapa. En estos gráficos, se observa cómo la productividad de los trabajadores no cualificados ha ido disminuyendo en el período analizado para todas las elasticidades consideradas, mientras que la productividad de los trabajadores cualificados ha experimentado una tendencia al alza. Para un mejor detalle de estos resultados se pueden consultar en el Anexo los valores de todas las productividades calculadas (Tabla 3).

Gráfico 3: Productividad de los trabajadores cualificados en España considerando distintas elasticidades cuando son cualificados los trabajadores con, al menos, estudios secundarios de segunda etapa



Fuente: Elaboración propia.

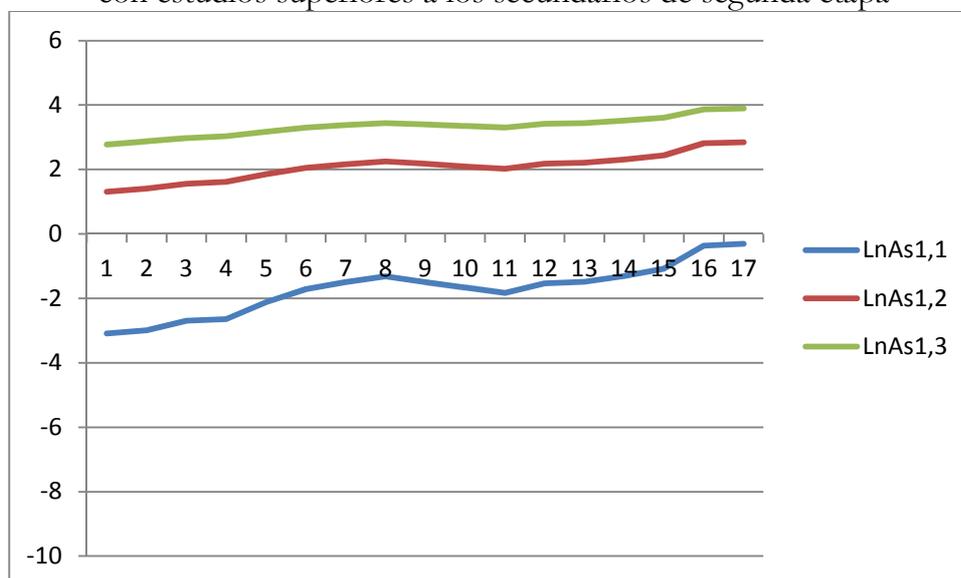
Gráfico 4: Productividad de los trabajadores no cualificados en España considerando distintas elasticidades, cuando son cualificados los trabajadores con estudios superiores a los secundarios de segunda etapa



Fuente: Elaboración propia.

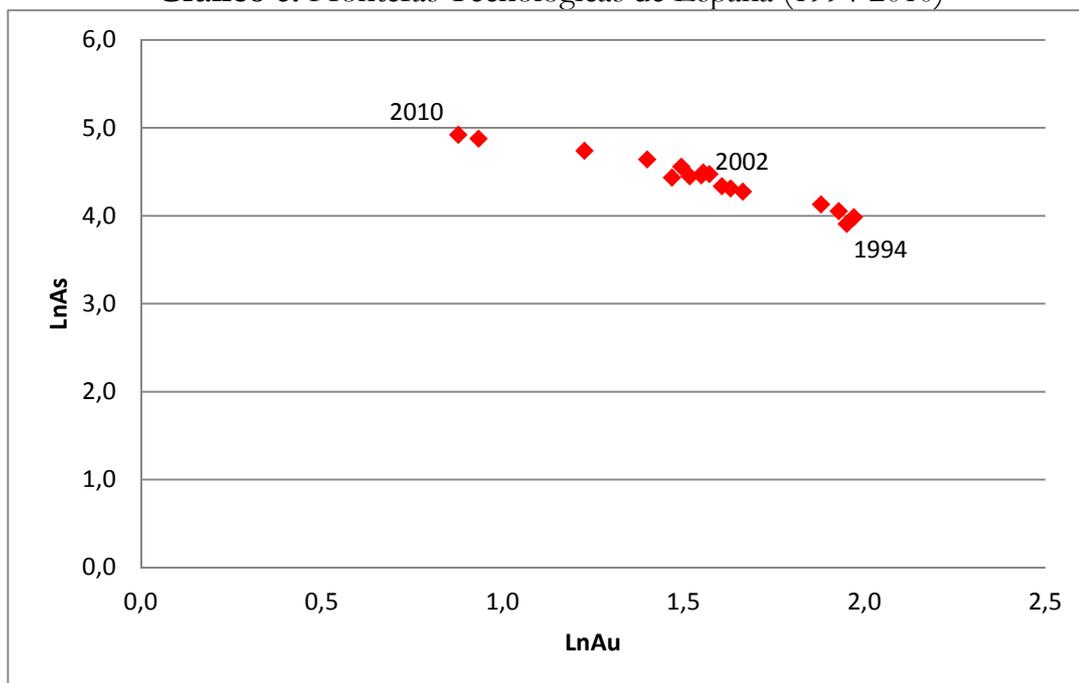
En el Gráfico 4 y el Gráfico 5 se presenta la misma información que en los dos gráficos anteriores, pero la diferencia está en la consideración de cualificación, es decir, en estos gráficos un trabajador se considera cualificado si posee estudios superiores. Así, aunque las tendencias generales con las mismas, a la baja en la productividad de los trabajadores no cualificados y al alza en la productividad de los trabajadores cualificados, estas pendientes no son tan pronunciadas.

Gráfico 5: Productividad de los trabajadores cualificados en España considerando distintas elasticidades, cuando son cualificados los trabajadores con estudios superiores a los secundarios de segunda etapa



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Fronteras Tecnológicas de España (1994-2010)



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en el Gráfico 6, se presentan las fronteras tecnológicas para España considerando el caso de referencia, es decir, cuando un trabajador se considera cualificado si al menos tiene estudios medios (enseñanza secundaria de segunda

etapa) y la elasticidad sustitución entre trabajadores es 1,3. En este gráfico, se observa una información similar a la mostrada en los gráficos anteriores. Esto es, como la productividad de los trabajadores cualificados ha aumentado en el período analizado, mientras que la de los no cualificados ha disminuido. Así, con el transcurso del tiempo la frontera tecnológica de España se ha ido moviendo tanto hacia la izquierda (al disminuir la productividad de los trabajadores no cualificados) como hacia arriba (al aumentar la productividad de los trabajadores cualificados). Esto nos estaría mostrando evidencia de un cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades en el caso español para el período analizado.

5.- LA POLARIZACIÓN

En esta sección se realiza un breve resumen explicando los inicios de la utilización del concepto de polarización y cómo se ha ido desarrollado la medición de este fenómeno.

5.1.- Los orígenes de la polarización como índice

El análisis de los cambios experimentados por la distribución de ingresos en Estados Unidos, Reino Unido y algunos países de la OCDE fue un tema que motivó un gran debate a partir de los años 80 siendo, en particular, la hipótesis de la disminución de la clase media una de las cuestiones más investigadas (Kuttner, 1983; Thurow, 1984; entre muchos otros).

Se apreciaba la existencia de gran consenso en cuanto a la presencia de cambios en las distribuciones de ingresos en países como Estados Unidos o Reino Unido (Levy y Murnane, 1992; Gottschalk y Smeeding, 1997); sin embargo, la discrepancia se producía al tratar de extraer conclusiones sobre la dirección de estos cambios. Asimismo, algunos estudios constataban la disminución de la

clase media, mientras que otros no lo hacían. Tanto la definición como la medición de este fenómeno presentaban grandes controversias. En este sentido, muchos estudios obtenían conclusiones contradictorias al contrastar la sensibilidad de sus resultados frente a especificaciones alternativas de la clase media o según el uso de diferentes técnicas para medir su tamaño. En los trabajos sobre Economía Laboral de esa década, el estudio de la desaparición de la clase media se basaba en la utilización de indicadores de desigualdad (Levy y Murnane, 1992; Horrigan y Haugen, 1988; Blackburn y Bloom, 1986). Horrigan y Haugen (1988), por ejemplo, usaban ratios sobre cuantiles de la distribución de los salarios para realizar un análisis de sensibilidad. Aunque estos autores constatan la disminución de la clase media en su trabajo, también encuentran que, dependiendo del método que utilizan la clase media se dirigía hacia la clase rica o hacia la pobre. Así, trabajos como los de Bluestone y Harrison (1988), Bradbury (1986) o Horrigan y Haugen (1988) mostraban evidencia a favor del estrechamiento de la clase media, mientras que estudios como los de Levy (1987) o Rosenthal (1985) evidenciaban lo contrario. Levy (1987), por ejemplo, mostraba que la proporción de los ingresos correspondientes a las familias medias había permanecido marcadamente constante desde 1945, situándose al alrededor del 52% del total poblacional, y entendiendo por familias medias las que se sitúan en el intervalo que comprende al 60% central de la distribución.

En un principio, la disminución de la clase media se relacionaba con una mayor desigualdad, sin embargo, trabajos como el de Wolfson (1994) demostraron que lo que estaba ocurriendo estaba más ligado a un fenómeno denominado polarización que a la desigualdad. Es decir, se observaba un proceso de debilitamiento de los grupos medios de renta y de crecimiento de los grupos extremos, tanto pobres como ricos. Dos trabajos pioneros en estas investigaciones fueron los de Wolfson (1994) y de Esteban y Ray (1994), que propusieron sendas medidas para cuantificar este concepto. La medida *ER* (Esteban y Ray, 1994) se obtiene a partir de un conjunto de axiomas y de un

modelo de actitudes individuales, de manera que la polarización es el resultado de agregar los sentimientos de alienación entre individuos de diferentes grupos y de identificación entre individuos del mismo grupo. A su vez, la medida W (Wolfson, 1994) es un caso particular de la medida ER . Con el paso del tiempo, estas medidas fueron extendidas por otras investigaciones. Así, Esteban, Gradín y Ray (1999) hicieron operativo el cálculo de la medida ER para los casos en los que los datos no estuvieran agrupados, mientras que Gradín (2000) la extendió para investigar sus variables explicativas.

5.2.- La “clase media” y el origen del concepto de polarización

El origen del concepto de “clase media” puede trazarse a partir de los estudios centrados en la estratificación social. Se ha utilizado extensamente en Economía, Sociología y en análisis históricos de las sociedades modernas. Las regiones con pocos ingresos, como Latinoamérica, se caracterizan por un nivel relativamente alto de desigualdad del ingreso. Así, entre los potenciales beneficios sociales de la clase media y su expansión, destaca la reducción de la polarización entre ricos y pobres, produciendo una mejora en la cohesión social y reduciendo las fuentes de conflicto.

Los cambios que se produjeron en la distribución de ingresos de Estados Unidos a partir de los años 60 se estudiaban a partir de las medidas convencionales de desigualdad. Trabajos como los de Blackburn y Bloom (1986) o Grubb y Wilson (1989) utilizaban medidas de desigualdad del ingreso como el coeficiente de Gini o la varianza de los logaritmos del ingreso, encontrando evidencia de una mayor desigualdad del ingreso desde la década de los 60. Asimismo, algunos estudios señalaban que las mayores proporciones de personas en las clases bajas y altas eran una evidencia de esa tendencia, o sea, de la disminución de la clase media (Levy & Murnane, 1992).

Una primera tendencia en los trabajos aplicados definía las clases sociales como una función de los cuantiles de las distribuciones de ingreso. Cada autor adoptaba una definición particular, pero el límite inferior era usualmente el segundo o tercer decil de la distribución, mientras que el superior estaba identificado por los dos últimos deciles o el último decil. El razonamiento implícito para esta partición es, por una parte, que la población en los deciles inferiores es pobre para la mayoría de las medidas absolutas y relativas de pobreza, por lo que no pertenece a la clase media. Por otro lado, la explicación de por qué la clase alta se define tan arriba se basa en el hecho que la distribución del ingreso es notablemente asimétrica de derecha y, por tanto, sólo una pequeña fracción de la población está claramente por encima de la fuertemente comprimida clase media. Entre los autores que utilizaron esta aproximación están Levy (1987), Alesina y Perotti (1996), Barro (1999) o Easterly (2001).

Esta aproximación plantea, principalmente, dos problemas. Por una parte, la definición de los límites es arbitraria, de manera que es difícil justificar el establecimiento del límite inferior en el percentil 10 o el 20 y el del superior en el 80 o 90. Y, aunque esta arbitrariedad es común en la mayoría de las identificaciones de clase media, el segundo problema con esta familia de definiciones es que, por construcción, los tres grupos de ingresos no cambian nunca su tamaño. Así, es posible estudiar la evolución de las proporciones de ingresos entre las distintas clases sociales a lo largo del tiempo, pero no la evolución en sus tamaños, y deducir por lo tanto el aumento o disminución del tamaño de la clase media.

Una segunda familia de definiciones está basada en las medidas de tendencia central, como la media o la mediana. Ambos límites, el inferior y el superior, se definen como una fracción de la media o la mediana del ingreso, de manera similar a las definiciones de las líneas de pobreza relativa. Thurow (1984),

Blackburn y Bloom (1986), Davis y Huston (1992) o Birdsall et al. (2000), siguieron esta línea de investigación.

Una ventaja de esta definición de las medidas es que el tamaño de cada grupo es sensible al cambio en la distribución del ingreso, tanto en términos de crecimiento como en términos la dispersión subyacente de la distribución. Así, estas aproximaciones permiten comparaciones de las proporciones de ingreso y del tamaño de cada grupo a lo largo del tiempo y entre distintas sociedades. Sin embargo, las justificaciones para estas definiciones siguen siendo arbitrarias.

Una tercera aproximación en las definiciones de clase media es cercana conceptualmente a las medidas de pobreza basadas en umbrales absolutos. De esta manera, se utilizan las medidas de pobreza absolutas internacionales, como las desarrolladas por el banco mundial (World Bank, 2000). Dichos umbrales son valores expresados en unidades de paridad de poder de compra (PPC), por ejemplo, en dólares PPC por día. Análogamente, el umbral que separa la clase media de la clase alta se define también en términos de las mismas unidades de medida. Nuevamente, la arbitrariedad juega en contra de estas medidas. Banerjee y Duflo (2008) o Ravallion (2009) utilizaron esta aproximación en sus trabajos. En la Tabla 1 se presentan algunas de las definiciones estadísticas utilizadas en la literatura para cuantificar la clase media.

Sin embargo, en estos estudios se encuentran distintas conclusiones sobre cuánto ha disminuido la clase media y cómo se ha dividido la población que la ha abandonado entre las clases baja y alta. El principal motivo de este desacuerdo es que, al no existir consenso para definir la clase media, los estudios utilizan diferentes aproximaciones de la misma, y distintos métodos para analizarla. Por esto, trabajos como los de Thurow (1984), Blackburn & Bloom (1986) y Horrigan & Haugen (1988) muestran evidencia de la disminución de la

clase media, mientras que estudios como los de Levy (1987) o Rosenthal (1985) evidencian lo contrario.

Tabla 1: Algunas de las aproximaciones estadísticas utilizadas para cuantificar la clase media

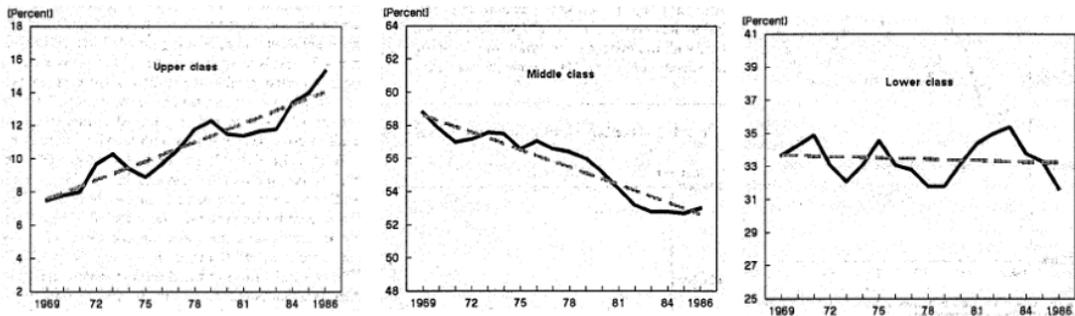
Aproximaciones	Autores	Intervalo que define la clase media
Basadas en los percentiles de la distribución del ingreso	Levy (1987)	$[P_{21}, P_{80}]$
	Horrigan & Haugen (1988)	$[P_{31}, P_{70}]$
	Rosenthal (1985)	$[P_{34}, P_{66}]$
Basadas en el ingreso mediano	Davis & Huston (1992)	$[0.50P_{50}, 1.50P_{50}]$
	Blackburn & Bloom (1985)	$[0.60P_{50}, 2.25P_{50}]$
	Thurow (1984)	$[0.75P_{50}, 1.25P_{50}]$
Basadas en umbrales absolutos	Banerjee & Duflo (2008)	$[2\$US, 10\$US]$
	Ravallion (2009)	$[2\$US, 13\$US]$

En el Gráfico 7, se muestra como Horrigan & Haugen (1988), al utilizar dos aproximaciones diferentes, encuentran evidencia de la disminución de la clase media, pero no es concluyente sobre los movimientos de las personas que abandonan la clase media. Así, con el enfoque de la división en intervalos se observa una disminución en la clase baja, mientras que, con el enfoque del porcentaje fijo de la mediana, se evidencia un aumento de la clase alta.

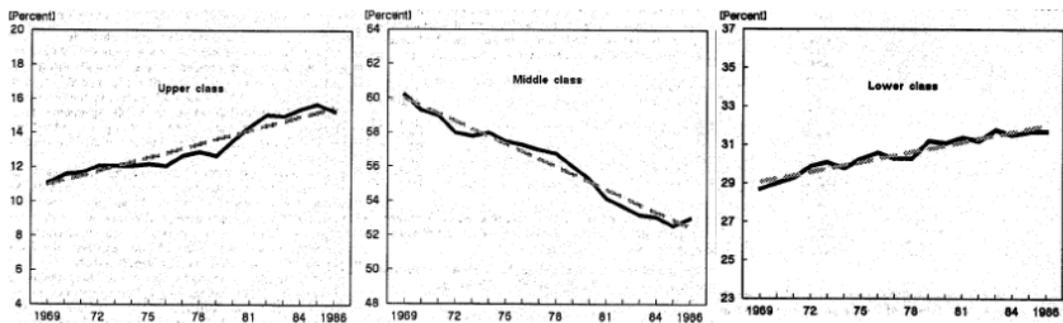
Por otro lado, con estos cambios en las distribuciones de ingresos, surgió una literatura paralela a la de la medición de la clase media: la relacionada con el concepto de polarización. Wolfson (1994), que también estaba interesado en el estudio de la desaparición de la clase media, se mostraba en desacuerdo con los trabajos que utilizaban medidas de desigualdad o con las investigaciones que definían previamente de forma *ad hoc* el tamaño del grupo medio de renta. Este autor argumentaba que el principio de transferencias de Pigou-Dalton era inconsistente con el concepto de polarización o con la binomialidad que se encuentra en el centro de este fenómeno. Así, distingue entre los conceptos de polarización y desigualdad.

Gráfico 7: Métodos utilizados por Horrigan & Haugen (1988) para medir la disminución de la clase media

Enfoque proporción fija de población



Enfoque porcentaje fijo mediana



Fuente: Horrigan & Haugen (1988)

Wolfson construye una curva de polarización, asignando valores para cada proporción de la población y generando una ordenación parcial que su índice hace completa. Sin embargo, el trabajo de Wolfson sólo considera distribuciones bimodales.

En este contexto, Esteban y Ray (1994) presentan una noción más general y exponen formalmente el fenómeno de la polarización, presentando su concepto y la derivación de su medida. Estos autores conciben la polarización como un factor determinante de situaciones de conflicto, revueltas y descontento social general y, en especial, cuando la variable subyacente es el ingreso o la riqueza. Además, la consideran como una medida alternativa a las medidas de

desigualdad económica, dado que la polarización considera la cohesión que se forma al agrupar la población, según determinadas características, alrededor de un número dado de polos situados a cierta distancia, mientras que las medidas de desigualdad utilizan un solo polo, una medida de posición central, como por ejemplo, la media. Esteban y Ray (1994) definen a la población polarizada como la población agrupada en *clusters* de tamaño significativo, de tal manera que sus integrantes poseen atributos semejantes y distintos a los de los demás *clusters*. Se piensa en cada sociedad como una amalgama de grupos, donde dos individuos de un mismo grupo son “similares” y los de grupos diferentes son “distintos” en relación a un conjunto de atributos o características.

Los trabajos de Wolfson (1994) y Esteban y Ray (1994) fueron pioneros en este campo de investigación y presentaron sendas medidas para cuantificar dicha polarización. A partir de entonces, se han sucedido diferentes aportaciones completando o ampliando la definición y la explicación del fenómeno de la polarización, teniendo en cuenta la influencia ejercida por otros factores. Así, Esteban, Gradín y Ray (1999), por ejemplo, hicieron operativo el cálculo de la medida de *ER* para los casos en los que los datos no estuvieran agrupados, mientras que Gradín (2000) la extendió para investigar sus variables explicativas.

6.- LA POLARIZACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD LABORAL

En los últimos años, se ha producido una gran expansión de la literatura que relaciona la distribución del ingreso y el comportamiento macroeconómico de las regiones (Breen y García-Peñalosa, 2005; Ezcurra, 2009). La idea fundamental que desarrollan estos estudios es que las distribuciones de ingresos pueden afectar las decisiones de inversión en capital físico y humano, los cuales son factores determinantes de la tasa de crecimiento de las economías.

El impacto de la desigualdad del ingreso en el crecimiento económico ha sido investigado por distintos autores a través de diferentes mecanismos (Osberg, 1995, Benabou, 1996; Barro, 2000; entre otros). En los años 70, la disyuntiva (trade-off) entre la equidad y el crecimiento era el punto de vista más aceptado (Osberg, 1995). Según este enfoque, las políticas redistributivas producen disminuciones en la productividad y/o en su crecimiento al distorsionar los incentivos. Por ejemplo, un sistema de impuestos progresivos, que reduce la desigualdad, reduce los retornos después de impuestos si se adquieren mayores niveles educativos, lo que podría disminuir los incentivos a ir a la Universidad. Así, reducir la desigualdad puede ser razonable desde el punto de vista del bienestar, pero el coste de alcanzar este objetivo podría ser un menor crecimiento.

Sin embargo, a comienzos de los años 90, esta idea fue objetada. Trabajos como los de Alesina y Rodrik (1994), Persson y Tabellini (1994), Clarke (1995), Benabou (1996), encontraron una relación negativa entre la desigualdad del ingreso y el crecimiento económico. Sin embargo, Lloyd-Ellis (2003) ilustra la importancia de distinguir entre el largo plazo y el corto plazo. Es decir, entre los efectos causales de la persistente desigualdad en el crecimiento y la relación inducida entre estas variables.

Aunque la literatura en este campo es basta, la evidencia que se ha encontrado todavía no es concluyente y se necesita realizar todavía mucho trabajo para identificar los mecanismos que relacionan los cambios en las distribuciones de ingresos y el crecimiento. Por ejemplo, los trabajos que relacionan la desigualdad con el crecimiento no tienen en cuenta que existen varios aspectos de la distribución del ingreso que no pueden ser capturados por las medidas convencionales de desigualdad. Una de las cuestiones que no contiene la desigualdad es la tensión social relacionada con una distribución específica (Esteban and Ray, 1994), pero la polarización sí lo hace. En un contexto como

el actual en España, existe bastante consenso en mantener que la polarización puede ser más relevante que la desigualdad para analizar el crecimiento económico.

Ezcurra (2009) estudia la relación entre la polarización y el crecimiento económico a nivel general. La base de la idea que desarrolla es que las decisiones de inversión de los individuos están relacionadas con el grado de incertidumbre tanto política como social, y que esta inestabilidad interfiere en las actividades del mercado y en las relaciones laborales, pudiendo llegar a tener repercusiones negativas en la productividad agregada. Dentro de esta línea de investigación se encuadra este trabajo. Así, se analiza cómo la polarización afecta a diferentes productividades, que son: la productividad total de los factores, considerando dos enfoques para su medición y la productividad de los trabajadores, desagregando los trabajadores por niveles educativos en cualificados y no cualificados, según su máximo nivel de educación alcanzado.

La idea basada en la polarización de los trabajadores, pobres frente a ricos, ha sido también estudiada en la literatura (Morris y Western, 1999; Kim y Sakamoto, 2008). Por una parte, algunos trabajos afirman que los trabajadores que están en la parte más baja de la distribución de los ingresos tienen una movilidad salarial muy reducida (Morris y Western, 1999). Por otra parte, estudios como los de Autor et al (2006) analizan la tendencia creciente de los ingresos de los trabajadores que se encuentran en la cola superior de la distribución de ingresos. Asimismo, algunas investigaciones como la de Kim y Sakamoto (2008) hablan de polarización, aunque utilizan índices de desigualdad para medir este fenómeno. Mientras este concepto ha sido analizado con medidas de desigualdad como el índice de Gini (Kim y Sakamoto, 2008) o los ratios de los deciles superiores de la distribución con respecto a los inferiores (Atkinson, 1999), en el presente trabajo se utilizan los índices genuinos de polarización.

En definitiva, la identificación de los factores determinantes del crecimiento de la productividad en las regiones españolas es esencial para el crecimiento regional, así también como para la estrategia de crecimiento nacional. Si bien la literatura apunta a la inversión en infraestructura, el capital humano y el capital tecnológico como los principales factores de la productividad (Bengoa y Pérez, 2009), trabajos como los de Barro (1991), Breen y García-Peñalosa (2005), o Ezcurra (2009) plantean la importancia de tener en cuenta la distribución de los ingresos en el comportamiento macroeconómico de las distintas economías. En base a todo lo anteriormente expuesto en el último capítulo de esta Tesis se estudia la relación entre la polarización salarial y las productividades de las regiones españolas.

ANEXO CAPÍTULO 1

Tabla 2: Datos del producto y de los factores productivos de España (1994-2010)

	PIB (1)	Trabajadores (2)	Capital Productivo (3)	Con secundaria segunda etapa se es cualificado				Con estudios superiores se es cualificado			
				LuSec2	LsSec2	WuSec2 (4)	WsSec2 (4)	LuSup	LsSup	WuSup (4)	WsSup (4)
1994	414.769	12.208	1.098.564.341	51,48	48,52	7,18	11,81	71,34	28,66	7,74	13,64
1995	447.205	12.512	1.176.495.877	51,50	48,50	9,08	15,12	72,24	27,76	9,72	17,98
1996	473.855	12.872	1.237.584.356	50,15	49,85	9,15	15,00	70,56	29,44	9,79	17,52
1997	503.921	13.346	1.306.228.962	50,15	49,85	7,13	12,03	71,80	28,20	7,65	14,48
1998	539.493	13.904	1.371.696.147	45,76	54,24	7,10	11,38	67,49	32,51	7,65	13,10
1999	579.942	14.690	1.487.395.075	45,44	54,56	6,71	10,82	65,12	34,88	7,26	12,10
2000	630.263	15.506	1.673.173.202	44,74	55,26	5,21	8,31	64,04	35,96	5,60	9,27
2001	680.678	16.146	1.822.451.603	42,36	57,64	5,11	8,00	62,66	37,34	5,52	8,89
2002	729.206	16.630	1.999.833.484	41,91	58,09	5,62	8,60	63,16	36,84	6,05	9,58
2003	782.929	17.296	2.200.566.857	41,47	58,53	6,13	9,20	63,67	36,33	6,58	10,28
2004	841.042	17.971	2.437.761.747	41,02	58,98	6,63	9,80	64,17	35,83	7,12	10,98
2005	908.792	18.973	2.713.969.372	40,84	59,16	6,92	10,25	63,53	36,47	7,33	11,60
2006	984.284	19.748	3.009.135.021	39,79	60,21	7,89	11,62	63,02	36,98	8,40	13,08
2007	1.053.537	20.356	3.243.146.941	38,54	61,46	8,15	12,01	62,33	37,67	8,71	13,53
2008	1.088.124	20.258	3.423.648.417	36,77	63,23	8,54	12,64	60,92	39,08	9,22	14,11
2009	1.053.914	18.888	3.372.446.193	34,47	65,53	8,74	13,24	58,45	41,55	9,40	14,91
2010	1.062.591	18.477	3.470.375.546	33,93	66,07	8,80	13,38	58,07	41,93	9,53	15,01

(1) En millones de euros corrientes. Fuente WPT 7.1

(2) En miles. Fuente IVIE.

(3) En miles de euros corrientes. Fuente Fundación BBVA e IVIE

(4) En euros corrientes

(5) Las estimaciones de salarios y proporción de trabajadores según cualificación se obtienen del PHOGUE (1994-2001) y de la ECV (2004-2010)

(6) Para 2002 y 2003 se trató de utilizar datos de la ECPF, pero los resultados no era comparables ya que sólo se obtiene información del cabeza de familia. Por este motivo se optó por realizar una interpolación lineal en esos años.

Tabla 3: Productividades de los trabajadores por nivel de educación

	Con secundaria segunda etapa se es cualificado						Con educación superior se es cualificado					
	1/(1- σ)						1/(1- σ)					
	1,1		1,2		1,3		1,1		1,2		1,3	
	LnAu	LnAs	LnAu	LnAs	LnAu	LnAs	LnAu	LnAs	LnAu	LnAs	LnAu	LnAs
1994	-4,286	0,584	0,392	3,075	1,951	3,906	-0,211	-3,094	2,466	1,308	3,359	2,776
1995	-4,318	0,694	0,399	3,160	1,971	3,982	-0,185	-2,986	2,499	1,406	3,394	2,870
1996	-4,516	0,861	0,318	3,253	1,929	4,051	-0,357	-2,697	2,431	1,552	3,361	2,969
1997	-4,686	1,010	0,239	3,348	1,880	4,128	-0,330	-2,647	2,451	1,612	3,379	3,032
1998	-5,432	1,453	-0,110	3,568	1,664	4,273	-0,727	-2,118	2,279	1,853	3,282	3,177
1999	-5,549	1,532	-0,165	3,614	1,630	4,308	-1,080	-1,708	2,109	2,050	3,172	3,303
2000	-5,651	1,597	-0,208	3,649	1,606	4,334	-1,262	-1,495	2,023	2,158	3,118	3,376
2001	-6,135	1,866	-0,433	3,792	1,468	4,434	-1,383	-1,315	1,981	2,254	3,103	3,444
2002	-6,069	1,872	-0,379	3,804	1,517	4,448	-1,159	-1,492	2,113	2,176	3,203	3,399
2003	-6,036	1,883	-0,347	3,815	1,549	4,459	-0,959	-1,666	2,227	2,096	3,289	3,350
2004	-6,023	1,901	-0,327	3,830	1,571	4,473	-0,773	-1,835	2,333	2,018	3,368	3,303
2005	-6,084	1,940	-0,355	3,854	1,555	4,491	-1,028	-1,535	2,202	2,178	3,279	3,415
2006	-6,322	2,084	-0,460	3,937	1,494	4,554	-1,022	-1,488	2,222	2,210	3,303	3,443
2007	-6,663	2,276	-0,616	4,048	1,400	4,638	-1,127	-1,310	2,185	2,314	3,289	3,522
2008	-7,215	2,529	-0,884	4,185	1,226	4,737	-1,312	-1,076	2,106	2,437	3,246	3,608
2009	-8,105	2,887	-1,327	4,377	0,933	4,874	-2,026	-0,362	1,750	2,812	3,008	3,870
2010	-8,302	2,978	-1,418	4,432	0,877	4,917	-2,048	-0,308	1,749	2,846	3,015	3,898

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Tabla 2.

CAPÍTULO 2

LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LAS DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS EN LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS ESPAÑOLAS. UN ANÁLISIS POR NIVEL EDUCATIVO

1.- INTRODUCCIÓN

Entre las principales motivaciones del estudio de las causas del crecimiento económico, está el aumentar el bienestar de la población, por lo que los resultados en este campo tienen un claro impacto social. Así, la pregunta: ¿qué es lo importante para el crecimiento de las regiones? es uno de los interrogantes de mayor relevancia en la literatura económica y muchos han sido los trabajos que han tratado de contestarla.

En la mayoría de los trabajos que intentan explicar las diferencias de ingresos entre países, la principal conclusión que se esgrime es que algunos países tienen un mayor nivel de eficiencia técnica que otros (Caselli, 2005), es decir, que los países ricos tienen un mayor nivel de Productividad Total de los Factores (PTF) que los pobres. Así, Caselli y Coleman (2006) proponen un modelo que trata de enriquecer esta línea de investigación, teniendo en cuenta el hecho de que los países pobres pueden utilizar algunos factores relativamente, y tal vez absolutamente, más eficientemente que los ricos. Estos autores proponen un modelo de elección tecnológica endógena, cuya idea principal es que las elecciones tecnológicas de las distintas regiones están orientadas por las dotaciones de factores de cada zona, es decir, las regiones con diferentes dotaciones de factores elegirán diferentes tecnologías.

Así, en este trabajo se busca analizar las diferencias tecnológicas en las Comunidades Autónomas españolas en el año 2007, calculando la frontera tecnológica para España a partir del modelo propuesto por Caselli y Coleman (2006). La idea central del modelo propuesto por estos autores es que las elecciones tecnológicas de las regiones están basadas en sus dotaciones de factores y un supuesto básico en su trabajo es que los trabajadores cualificados y no cualificados son sustitutos imperfectos. Las regiones más ricas (con mayores niveles de ingreso) son más eficientes en el uso de del trabajo cualificado que los

territorios pobres, mientras que utilizan los trabajadores poco cualificados relativamente (y posiblemente absolutamente) menos eficientemente que las zonas con menos ingresos. Por ello, hablan de diferencias tecnológicas sesgadas hacia las habilidades (las zonas ricas, que poseen más trabajadores cualificados elegirán la tecnología que mejor se adapte a ellos; mientras que las zonas pobres, al poseer más cantidad de trabajadores poco cualificados, elegirán las maquinarias más apropiadas para ellos).

Asimismo, una idea que se desarrolla es la de la identificación de la componente tecnológica que diferencia a los trabajadores cualificados y no cualificados (A_s y A_u , respectivamente), ya que puede ser muy útil para interpretar sus productividades. Del estudio de la relación entre estas variables, se podrían obtener consideraciones interesantes para el análisis de política económica. Así, se analiza la relación de la productividad de cada uno de los trabajadores con respecto a la educación tanto obligatoria como universitaria. Igualmente, se buscan formas de identificar A_u y A_s desde el punto de vista de variables tecnológicas (patentes, I&D). Se podría decir que el desarrollo de estas ideas se enmarcan dentro de un enfoque shumpeteriano que completa el enfoque del análisis de fronteras. Asimismo, este análisis de calidad educacional y nivel tecnológico complementa en cierta medida el enfoque de Eric Hanushek, quien enfatiza el rol de la calidad educacional.

Aunque se trata de un estudio macroeconómico, algunas variables como el salario se obtienen a nivel de micro-datos (Encuesta de Condiciones de Vida), lo que añade un importante valor agregado al trabajo.

Para el caso de España, las preguntas que se quieren responder son: ¿Qué Comunidad Autónoma determina la frontera tecnológica española? ¿Es la región con mayor PIB? ¿Qué influencia la productividad de los distintos tipos de trabajadores? ¿Cómo influyen las variables tecnológicas a las productividades

de los trabajadores? ¿Son influenciadas las eficiencias de los trabajadores de la misma manera por las variables tecnológicas? En un principio se espera que la región más rica en 2007 sea la que determine la frontera tecnológica española. Asimismo, se cree que las variables tecnológicas afectan de diferente manera a la eficiencia de cada uno de los grupos de trabajadores. Con el propósito de responder a estas preguntas, comprobar estas premisas y aportar nueva evidencia empírica en el campo del crecimiento económico regional, este trabajo se estructura como se detalla a continuación. En el siguiente apartado, se realiza una revisión bibliográfica, en la que se incluye una breve descripción del modelo de Caselli y Coleman (2006). La base de datos se describe, presenta y analiza en la sección tres. En la sección cuatro se realizan las estimaciones de las diferencias tecnológicas y los cálculos de la frontera tecnológica para España en 2007. En el apartado cinco se realiza un estudio de las productividades de los trabajadores (cualificados y no cualificados), en el que se analiza su relación con la calidad²⁶ de la educación, por una parte, y la influencia de algunas variables tecnológicas sobre ellas, por otra. En este mismo apartado se realiza una pequeña reflexión sobre el desempleo. Finalmente, las conclusiones se presentan en la sección seis, seguidas del anexo de este capítulo.

2.- DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS ENTRE REGIONES, LA PRODUCTIVIDAD DE LOS TRABAJADORES Y LA FRONTERA TECNOLÓGICA

El análisis de las causas del crecimiento económico ha estado siempre entre las principales preocupaciones de la literatura económica. Entre las principales motivaciones del estudio de este tema está la de aumentar el bienestar de la población, por lo que los resultados en este campo tienen un claro impacto social. Toda la investigación realizada en este campo tiene como objetivo mejorar el

²⁶ Se utiliza el término calidad en el sentido de la metodología de las enseñanzas, no para referirse realmente al nivel máximo de estudios.

conocimiento en el proceso del crecimiento, tanto desde el punto de vista teórico como empírico, para poder colaborar y dirigir de la mejor manera posible el diseño de políticas públicas destinadas a mejorar la calidad de vida de la población.

Así, la delimitación de las causas más importantes que propician el crecimiento económico se configura como un objetivo de gran relevancia en la literatura económica y muchos han sido los trabajos que han tratado de afrontarlo (Mankiw, Romer, and Weil, 1992; Young, 1995; Klenow y Rodríguez-Clare, 1997; etc.). Alrededor de esta incógnita se han desarrollado dos enfoques claramente diferenciados. Por un lado, la llamada escuela neoclásica, considerada como la primera que trató de encontrar las causas subyacentes al crecimiento económico. Por otro, los modelos de crecimiento endógeno (Romer, 1990; o Grossman y Helpman, 1991), que han surgido principalmente ante las críticas que se derivan del primero.

Los modelos neoclásicos, que tienen su origen en el trabajo de Solow (1957), enfatizan como motor del crecimiento a la acumulación del capital más que al progreso tecnológico, ya que la innovación es tratada como un proceso exógeno o como lo que se logra con la inversión en maquinaria y equipo. En cambio, los modelos de crecimiento endógeno buscan relajar el supuesto de cambio tecnológico exógeno. Así, las nuevas teorías del crecimiento económico consideran que el progreso técnico debe ser entendido como un proceso endógeno producido por las decisiones conscientes de los agentes económicos. Esto es, el crecimiento económico se logra por el cambio tecnológico obtenido de la inversión en Investigación y Desarrollo I&D y en capital humano que realizan todos los agentes económicos (tanto las políticas del gobierno como las mejoras en infraestructuras son ejemplos de este tipo de acciones). Aunque en la literatura se adoptan estos enfoques por separado, estas dos teorías son

consideradas como complementarias por algunos autores (Romer, 1994; Barro, 1998).

Klenow y Rodríguez-Clare (1997), expresan la disyuntiva de estos dos enfoques en términos de una simple función de producción, $Y = AX$, donde A es la productividad y X son las cantidades de capital y trabajo, es decir, el debate se centra en la importancia relativa de A y X . Así, los dos candidatos principales para explicar el crecimiento de las regiones son las cantidades de factores utilizados en la producción o la productividad de los mismos.

Por un lado, trabajos como Mankiw, Romer, and Weil (1992) y Young (1995) encuentran evidencia de que las diferencias en el crecimiento de las regiones se deben a las dotaciones de capital y trabajo y no a las productividades de los factores. Mientras que Klenow y Rodríguez-Clare, 1997, aunque observan en la literatura un *revival neoclásico*, apuntan a que la causa dominante de las pronunciadas diferencias internacionales en el producto y el crecimiento es la productividad multifactorial.

En esta línea de investigación se enmarca el trabajo de Caselli y Coleman (2006). Estos autores proponen un modelo de elección tecnológica endógena, relacionado con la literatura sobre tecnología apropiada (Atkinson y Stiglitz, 1969; Basu y Weil, 1998; Acemoglu y Zilibotti, 2001). La idea principal que subyace en estos modelos es que las elecciones tecnológicas de las distintas regiones están orientadas por las dotaciones de factores de cada zona, es decir, las regiones con diferentes dotaciones de factores elegirán diferentes tecnologías. Trabajos como Caselli y Coleman (2001a) y Caselli y Wilson (2004) han encontrado evidencias de que las diferencias en las tecnologías intensivas en I&D entre distintos países está fuertemente influenciada por la dotación de factores de cada región.

La literatura sobre diferencias regionales por Comunidades Autónomas en España se ha centrado principalmente en el análisis de convergencia (Raymond y García, 1999; Álvarez de Toledo et al, 2000; Cuadrado, 2006). En el tema del crecimiento y los desequilibrios regionales en España, la convergencia es un amplio campo que ocupó y sigue ocupando una posición muy destacada (Cuadrado, 2006). Sin embargo, en la década de los noventa comienzan a aparecer algunos estudios que relacionan la innovación tecnológica con el desarrollo regional (Castillo y Jimeno, 1998; Coronado y Acosta, 1999; Calvo, 2000a y 2000b). El motivo fundamental del desarrollo de esta rama radica en la idea de que una de las carencias básicas de las regiones más atrasadas es la insuficiencia tecnológica. El impulso a la innovación técnica para fomentar el crecimiento de las regiones industriales en declive y de las menos favorecidas se encuentra entre las premisas de esta rama de la literatura. Sin embargo, ¿cómo impulsar esta innovación? Es esta una cuestión que genera un intenso debate y que pretende tratarse en la presente investigación.

Así, en este trabajo se trata de analizar las diferencias tecnológicas en las Comunidades Autónomas españolas en el año 2007, utilizando el modelo propuesto por Caselli y Coleman (2006). La idea central del modelo de estos autores es que las elecciones tecnológicas de las regiones están basadas en sus dotaciones de factores. Es decir, las regiones elegirán las tecnologías que mejor se complementen con su factor abundante. Así, las zonas ricas (con mayores niveles de ingreso), que poseen más trabajadores cualificados elegirán la tecnología que mejor se adapte a ellos; mientras que los países pobres (con menores niveles de ingresos), poseen más cantidad de trabajadores poco cualificados por lo que elegirán las maquinarias más apropiadas para ellos. Dado que se encuentra evidencia de que las regiones ricas, son más eficientes en el uso del trabajo cualificado que los territorios pobres; mientras que utilizan menos eficientemente los trabajadores poco cualificados que las zonas con menos ingresos, estos autores hablan de diferencias tecnológicas sesgadas hacia las habilidades. Con este

modelo, buscan desmontar la teoría de que para que las regiones pobres crezcan deben tener la tecnología de las regiones ricas.

Igualmente, estos autores calculan la frontera tecnológica mundial y, en este trabajo, se calcula la frontera tecnológica para España en 2007. El caso de la frontera tecnológica para el caso español ha sido investigado por Gombau (2012), quien realiza, por una parte, una comparación entre nueve países (entre los que se encuentra España) y, por otra, un estudio microeconómico con datos de empresas españolas. Así, la contribución de este trabajo es la realización del desarrollo de este tema a nivel macroeconómico por Comunidades Autónomas, lo que permitirá tener una idea más específica para el caso español, pero a nivel regional.

Una parte de la literatura sobre el cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades, entendiéndose como tal a los avances técnicos que afectan a la productividad relativa del trabajo cualificado (Katz y Murphy, 1992; Katz y Autor, 1999; Ruiz-Arranz, 2002), tiene su origen en la búsqueda de los factores determinantes del creciente incremento de la prima por habilidades que los trabajadores cualificados de países como Estados Unidos o Reino Unido han experimentado en las décadas de los años ochenta y los noventa.

La estructura de los salarios y el empleo ha cambiado considerablemente en muchos países en estas dos décadas. En países como Estados Unidos o Reino Unido se ha producido un importante incremento en la desigualdad salarial, mientras que en otros (especialmente en los de la Europa Continental) la estructura salarial ha permanecido relativamente estable. Por el contrario, en estos países se ha incrementado el desempleo, principalmente en lo que respecta a los trabajadores poco cualificados. Muchos analistas sitúan la causa de los cambios producidos en Estados Unidos en el impacto de una nueva tecnología. Autores como Bound y Johnson (1992); Berman, Bound y Griliches (1994), o Johnson

(1997), argumentan que los cambios tecnológicos sesgados hacia las habilidades, han favorecido las perspectivas salariales y de empleo de los trabajadores cualificados, mientras que han dañado los salarios y el empleo de los poco cualificados.

La evidencia empírica muestra una correlación positiva entre la prima salarial de los trabajadores cualificados y distintas variables relacionadas con el cambio tecnológico, como la intensidad en el uso del capital, la inversión en I&D y la propagación del uso de ordenadores en los centros de trabajo (Autor, Katz y Krueger, 1998; Machin y Van Reenen, 1998). En España, la prima salarial ha sido estudiada intensamente (Bover et al, 2001; Torres, 2002; Martínez-Ros, 2001; y Hidalgo, 2010, entre otros).

Los datos analizados por Torres (2002) muestran que tanto la composición del empleo como la prima salarial a favor de los trabajadores cualificados han tenido en España una evolución muy similar a la de otros países desarrollados, caracterizada por la coincidencia de aumentos en la oferta de trabajo cualificado e incrementos en el salario relativo de este factor. En este trabajo, si bien, la evidencia de cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades no es concluyente, tanto la tendencia de la remuneración relativa a largo plazo como la variación implícita en el parámetro tecnológico son coherentes con la existencia de cambios en este sentido. Por su parte, Martínez-Ros (2001) concluye que los empleados sólo capturan una prima salarial cuando una empresa introduce algún proceso nuevo o nuevos productos y un nuevo proceso simultáneamente. Hidalgo (2010) estudia la evolución de la prima salarial entre 1980 y 2000 en España en el contexto de un análisis de oferta y demanda, encontrando evidencia de que la evolución de la oferta relativa es la fuerza principal que motiva los cambios en esta prima, dado que la demanda por educación aumentó a un ritmo similar en las décadas estudiadas. Al estudiar la distribución de salarios en España en los 80 Bover et al (2001) encuentran un resultado similar, dado que concluyen que la

evolución de esta distribución está relacionada con las fuerzas de la oferta de trabajo y con las características de las negociaciones colectivas.

En esta Tesis Doctoral, al aplicar el tratamiento de Caselli y Coleman (2006), se estudian las diferencias tecnológicas entre las Comunidades Autónomas españolas a través de la relación entre los niveles de la producción de las regiones y la productividad de sus dos tipos de trabajadores (cualificados y no cualificados). Además, en este trabajo también se analiza la relación de la productividad de cada uno de los trabajadores con respecto a la educación. Igualmente, se buscan formas de identificar estas productividades desde el punto de vista de algunas variables tecnológicas como patentes o distintos tipos de inversiones en I&D (como gastos totales o trabajadores en los sectores de I&D). Dado que el enfoque de Shumpeter estudia la economía y el cambio social, centrándose particularmente en el rol jugado por la innovación y los factores que la influyen, el desarrollo de estas ideas de carácter shumpeteriano busca completar el enfoque de fronteras. Asimismo, este análisis del nivel educacional y nivel tecnológico complementa en cierta medida el enfoque de Eric Hanushek, quien enfatiza el rol de la calidad educacional.

3.- DATOS UTILIZADOS

En este apartado, se presentan tanto la base de datos utilizada para la obtención de las variables estudiadas como una breve descripción de las mismas.

3.1- Base de datos

Los datos del PIB y los relativos a los trabajadores se obtienen de la base de datos de Penn World Table,²⁷ versión 6.3. El *stock* de capital se ha obtenido de las estimaciones realizadas por la Fundación BBVA y el IVIE²⁸. La metodología utilizada para las estimaciones distingue entre tres tipos de capitales: El bruto, el neto (o capital-riqueza) y el productivo. Este último es más apropiado para los estudios de productividad, mientras que los dos primeros, especialmente el segundo, son magnitudes más adecuadas para medir la riqueza de la que disponen las economías²⁹. Así, en este trabajo, se utiliza el stock de capital productivo, para valorar la contribución del capital al crecimiento de la producción.

Tanto las proporciones de la fuerza laboral por nivel educativo (L_u y L_s) como los salarios de los trabajadores (w_s y w_u), se obtienen de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV, EU-SILC) del año 2007. El pleno empleo es uno de los supuestos del modelo que se aplica en este capítulo y, en 2007, España alcanzó la tasa de desempleo más baja en la época de la democracia. La muestra que se utiliza para calcular los salarios y las proporciones de la fuerza laboral es la integrada por los empleados asalariados de entre 16 y 64 años que declaran sus salarios, las horas que trabajan y su mayor nivel de estudios alcanzados. Así, se calcula el salario por hora antes de impuestos, al dividir el salario bruto mensual bruto por las horas trabajadas al mes, que a su vez se calcula al multiplicar por 4 las horas trabajadas a la semana.

Puesto que no existe una manera unánime de establecer a priori qué tipo de educación se debe considerar cualificada y cual no, se considerarán, en un principio, dos tipos de umbrales para la diferenciación de los trabajadores por nivel educativo. Así, el primer umbral considera que un trabajador es cualificado

²⁷ La descripción puede verse en Summers & Heston (1991). El acceso a los datos es libre a través de la dirección <http://pwt.econ.upenn.edu/>.

²⁸ Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE)

²⁹ Mas *et al.* (2008).

si tiene completos, al menos, los estudios secundarios de segunda etapa. El segundo umbral considera cualificados a los trabajadores cuyo nivel de estudios es superior al secundario de segunda etapa (formaciones profesionales que precisan de título de secundaria de segunda etapa, diplomados, licenciados o estudios superiores). El caso de referencia en este trabajo vendrá dado por el que los trabajadores cualificados sean aquellos que tienen completos los estudios secundarios. La elección de dicho umbral tiene su fundamentación en el hecho de que son las nuevas cohortes que se han incorporado al mercado de trabajo las que han aumentado el nivel educativo de la fuerza laboral española³⁰.

Tabla 4: Proporción de fuerza laboral por tramos de edad en España. 2007

Tramos de Edad	Frecuencia	Porcentaje
17-24	1019	9,02
25-39	4603	40,76
40-54	4444	39,35
55-64	1228	10,87
Total	11294	100

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV 2007.

En la Tabla 4 se presenta la proporción de fuerza laboral por tramos de edad para el año 2007 para el total de España. Puede observarse que los menores de 40 años (las nuevas cohortes de edad de la fuerza laboral) suponen casi el 50% de los trabajadores y que los mayores de 40 años, la fuerza laboral con menos estudios, supera ligeramente el 50%.

Si se analizan los tramos de edad por nivel de cualificación, en la Tabla 5 y la Tabla 6, se observa cómo, usando el primer umbral, el nivel de educación es más homogéneo entre los tramos de edad. Dado que en el primer tramo es difícil encontrar gente con estudios superiores completos, no sorprende la gran diferencia entre éste y el segundo tramo con el segundo umbral.

³⁰ Jimeno *et al.* (2001).

Tabla 5: Proporción de fuerza laboral por tramos de edad y nivel de cualificación (Primer umbral) en España. 2007

Tramos de Edad	Recuento		Porcentaje por filas	
	No cualificados	Cualificados	No cualificados	Cualificados
17-24	550	469	53,97	46,03
25-39	1446	3157	31,41	68,59
40-54	1879	2565	42,28	57,72
55-64	695	533	56,60	43,40
Total	4570	6724		

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV 2007.

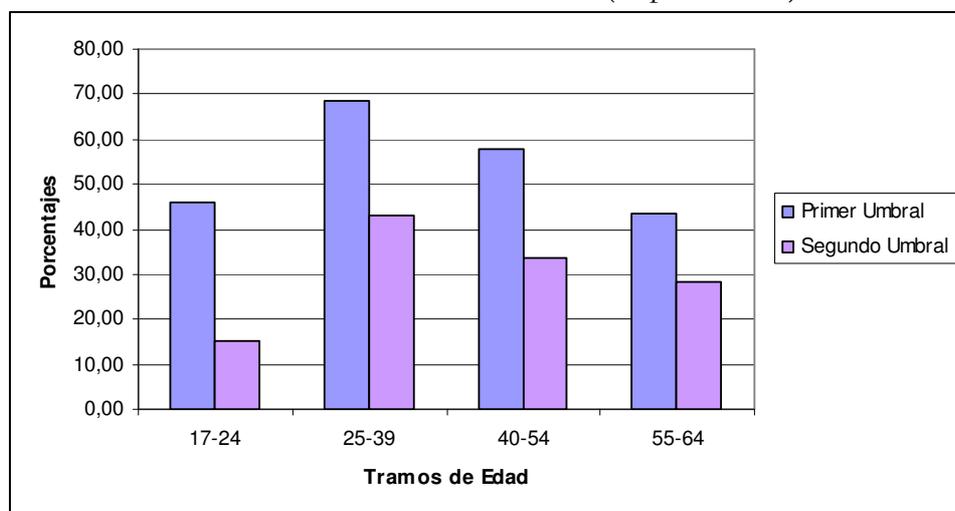
Tabla 6: Proporción de fuerza laboral por tramos de edad y nivel de cualificación (Segundo umbral) en España. 2007

Tramos de Edad	Recuento		Porcentaje por filas	
	No cualificados	Cualificados	No cualificados	Cualificados
17-24	866	153	84,99	15,01
25-39	2621	1982	56,94	43,06
40-54	2955	1489	66,49	33,51
55-64	878	350	71,50	28,50
Total	7320	3974		

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV 2007.

En el Gráfico 8, se comparan los porcentajes de cualificados para ambos umbrales para una mayor claridad visual comparativa.

Gráfico 8: Proporción de la fuerza laboral cualificada por tramos de edad considerando los dos umbrales (España-2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV 2007.

3.2- Evolución de algunas variables de interés

Con el objetivo de mostrar someramente la realidad española del año 2007, se presenta en este apartado una breve descripción de algunas variables relevantes para contextualizar este trabajo. La incorporación de España a la UE en el año 1986 ha sido de gran importancia por los grandes avances que se han registrado merced a la inversión de fondos que ha recibido dentro del marco de la Política Regional Comunitaria (PCR). La política de cohesión europea representa la fuente más importante de apoyo financiero a nivel comunitario para invertir en pos del crecimiento y el empleo, y está diseñada para conseguir que las regiones puedan competir de manera eficaz en el mercado interno. Así, esta política invierte en proyectos en todas las regiones europeas para conseguir su propósito fundamental: fomentar la cohesión económica y social mediante la reducción de las disparidades entre los Estados y las regiones miembros.

Las intervenciones de la política regional para reducir las disparidades y promover la convergencia económica se realizan actualmente a través de 3 fondos:

1. FEDER, Fondo Europeo de Desarrollo Regional
2. FSE, Fondo Social Europeo, y
3. Fondo de Cohesión

Esta política se desarrolla por objetivos, para los cuales se especifica un período de tiempo para su alcance. Así, el primer período de programación fue el de 1989-1993. El segundo período fue 1994-1999, que comenzó con la reforma de los fondos estructurales y la incorporación de los Fondos de Cohesión, siendo un momento donde adquirieron importancia los mecanismos de evaluación, pilar básico de la PRC en la actualidad. El tercer período que comprendió entre 2000-2006 fue un punto de inflexión en la tendencia a asignar un mayor protagonismo al objetivo de la cohesión económica y social. El cuarto periodo de programación corresponde a 2007-2013.

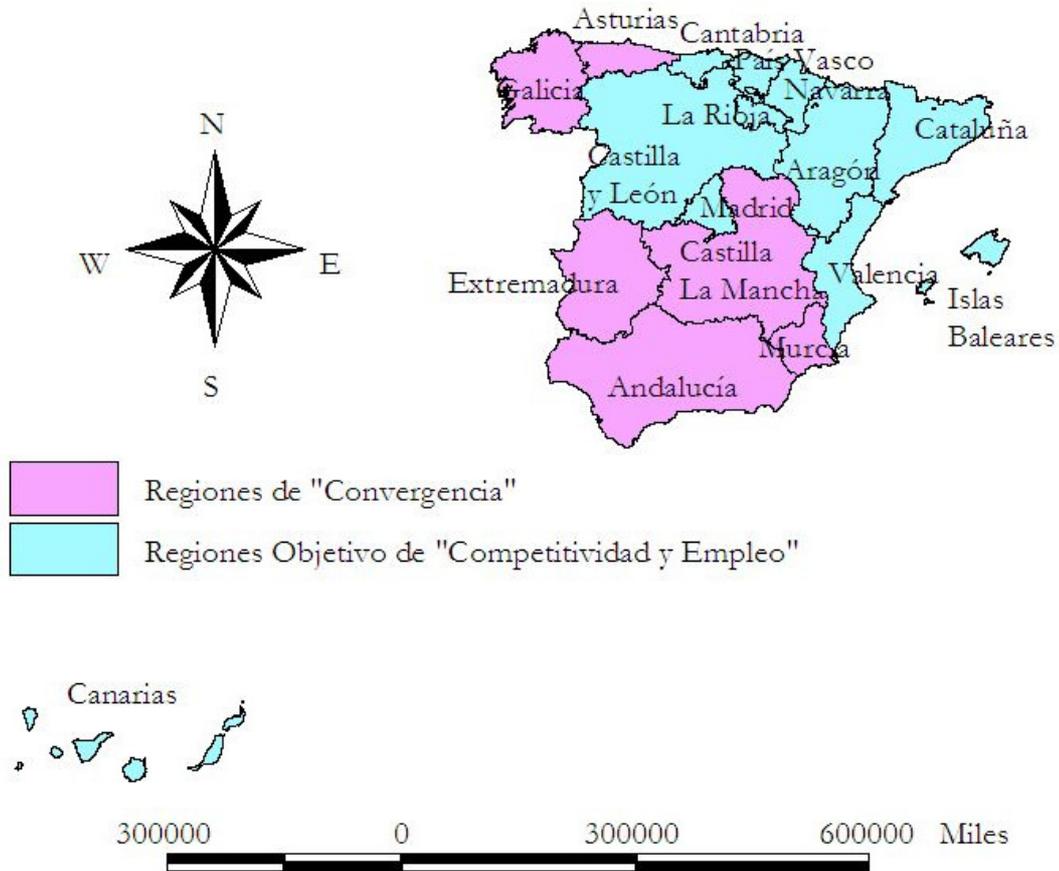
Para la asignación de fondos en esta política, se dividen los territorios en “Regiones de Convergencia” y “Regiones Objetivo de Competitividad Regional y Empleo”. Las primeras son zonas caracterizadas por bajos niveles de PIB y empleo, en las que el PIB per cápita es inferior al 75% de la media comunitaria europea entre 2000 y 2002, y su objetivo es fomentar las condiciones que generen crecimiento y conduzcan a una convergencia en tiempo real de los Estados y regiones menos desarrolladas. Las “regiones objetivo de competitividad regional y empleo” son las restantes y su propósito principal es mejorar la competitividad y el atractivo de estas regiones, así como aumentar sus niveles de empleo.

Las Comunidades Autónomas que se encuentran dentro del objetivo de convergencia son Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura, Asturias, Ceuta, Melilla, Murcia y Galicia, mientras que Aragón, Baleares, Cantabria, Cataluña, Madrid, Navarra, País Vasco, Canarias, Castilla y León, Comunidad Valenciana y La Rioja se encuadran dentro del objetivo de competitividad y empleo. Así, se presentan dos mapas de España por Comunidades Autónomas³¹. En el primero, Gráfico 9, se muestra la política de cohesión europea para España entre los años 2007 y 2013.

Teniendo en mente un análisis de competitividad como el presentado por la política de cohesión europea, se presenta el Gráfico 10, que muestra algunas de las variables objeto de estudio en este trabajo. Concretamente, el PIB por trabajador (en euros corrientes de 2007) en cada Comunidad Autónoma, así también como la proporción de fuerza laboral por nivel de estudios (se considera que una persona es cualificada si tiene los estudios secundarios de segunda etapa completos). Los valores de las principales variables calculadas en este trabajo se presentan en la Tabla 14 del anexo.

³¹ En este estudio no se trabajan los datos de Ceuta y Melilla dado que no se dispone de un tamaño de muestra representativo.

Gráfico 9: Política de Cohesión Europea 2007-2013 (España)



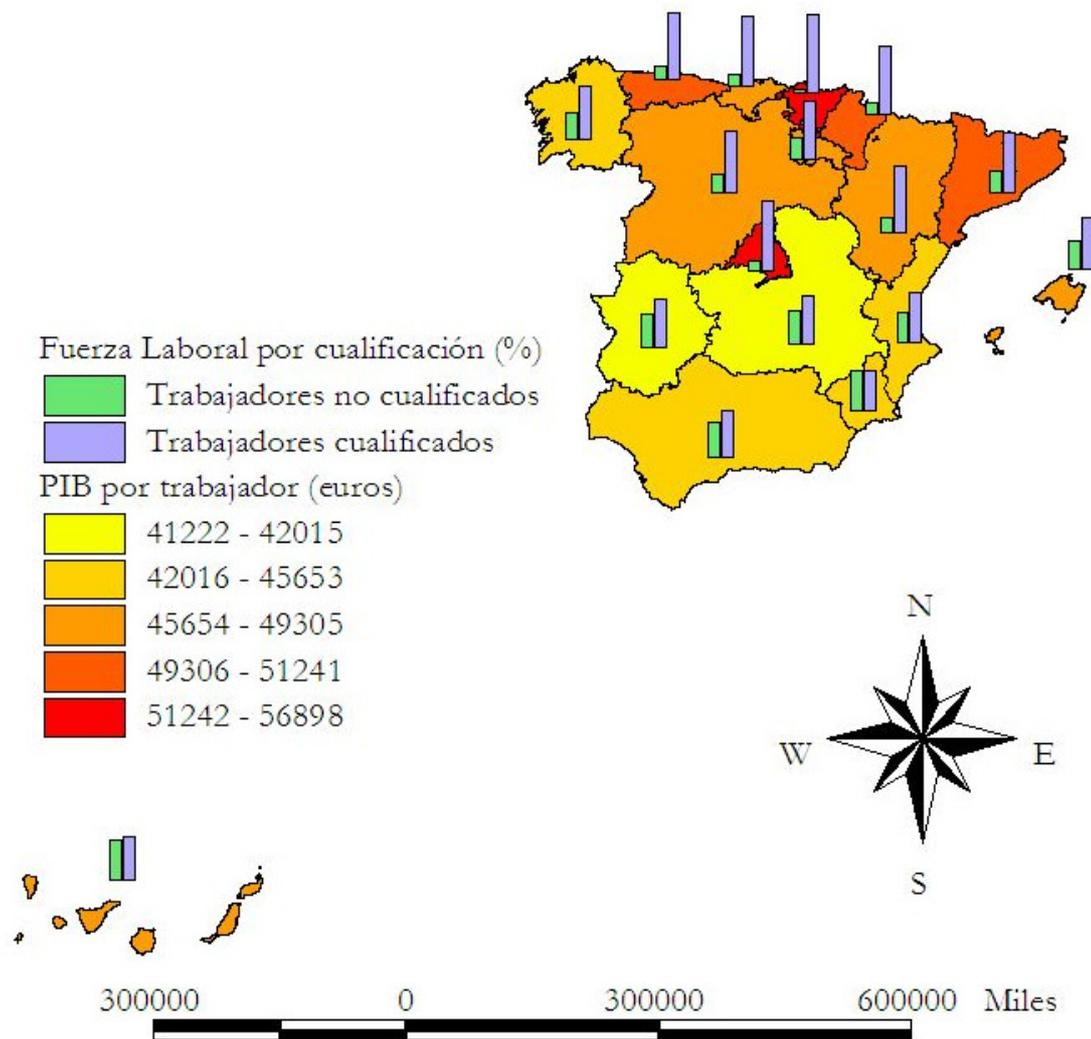
Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 10, se colorean gradualmente las regiones por sus niveles de producto, observando como las regiones con mayor PIB por trabajador (País Vasco y Madrid) son regiones con elevado porcentaje de trabajadores cualificados. Asimismo, las regiones con menores niveles de PIB son las que presentan mayores porcentajes de trabajadores no cualificados (Murcia, Canarias, Andalucía o Castilla-La Mancha). Como era de esperar, coinciden, respectivamente, con las regiones objetivo de competitividad y empleo y las regiones de convergencia de la política de cohesión europea.

A continuación, se presenta un resumen de las principales variables consideradas para las Comunidades Autónomas. Para el caso de referencia de este trabajo, se presenta en la Tabla 7 una breve descripción de las principales variables utilizadas

para el año 2007. Ahí, se observa que las diferencias en el producto por trabajador (y) entre regiones no es elevada, la tasa de variación³² entre la región más rica (con mayor PIB por trabajador) y la más pobre es del 38%, mientras que la del capital por trabajador (k) es mucho mayor, del 73%, lo que se manifiesta más adelante en el Gráfico 11, donde se presentará esta información por Comunidades Autónomas.

Gráfico 10: Variables descriptivas por Comunidades Autónomas (2007)



Fuente: Elaboración propia.

³² Coeficiente de apertura (Max/Min).

Tabla 7: Principales características de las variables de interés (Se considera cualificados a los trabajadores con secundaria segunda etapa o más estudios)

	Media	Desv. Típ.	Min.	Máx.
y	47.976	4.028	41.222	56.898
k	129.100	20.395	91.465	157.918
L_M	38,06	7,66	24,19	49,66
L_S	61,94	7,66	50,34	75,81
W_S/W_U	1,45	0,13	1,20	1,78

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE, el IVIE y de la ECV 2007.

En la Tabla 7, se observa como la proporción de trabajadores no cualificados varía entre el 24% y el 50%, y la de los cualificados entre un 50 en y un 76%. En la Tabla 14 del anexo se muestra esta información detallada por Comunidades Autónomas, donde se constata que ambos mínimos corresponden a la región de Murcia, mientras que ambos máximos corresponden al País Vasco. A su vez, en la Tabla 7, se aprecia como la prima por habilidades varía entre el 20% y el 78%, mientras que en la Tabla 14 se detecta que el mínimo corresponde a la región de La Rioja y el máximo a Extremadura.

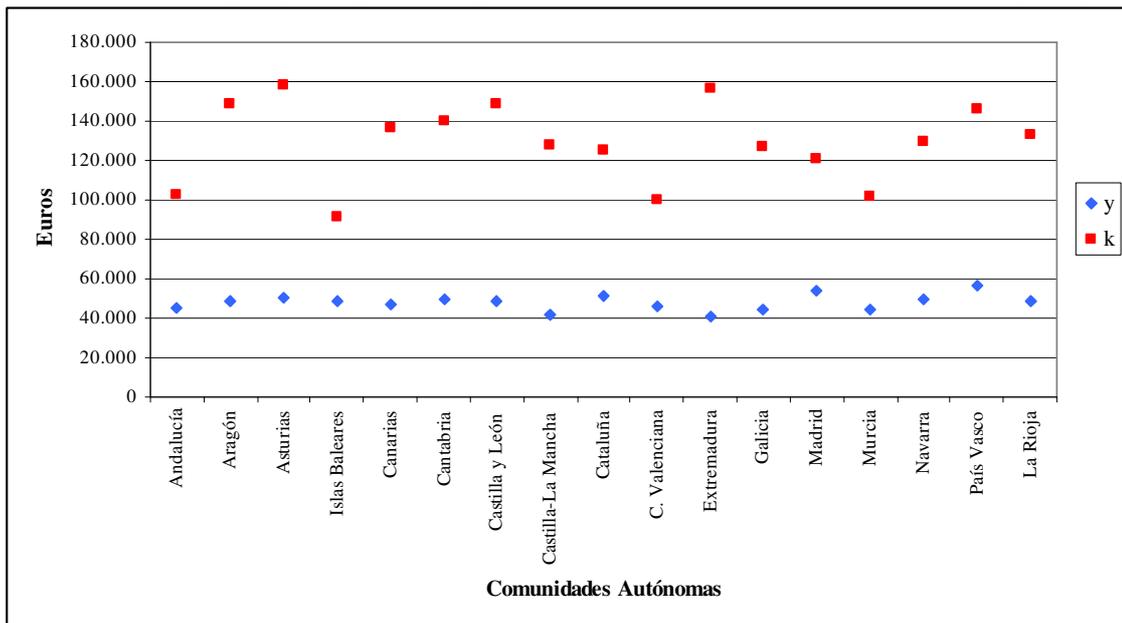
En la Tabla 8, se muestran los coeficientes de correlación entre las principales variables de interés. El PIB por trabajador está positivamente relacionado con el capital, pero en mayor intensidad con la oferta de trabajo cualificado. Mientras, que la relación entre el PIB con el trabajo cualificado y con la prima por habilidades es la inversa³³ (y mucho más negativa con la oferta de trabajo no cualificado). La relación positiva del capital con la oferta de trabajo cualificado y negativa con la oferta de trabajo no cualificado podría estar alertando de una complementariedad entre el capital y las habilidades. Como era de esperarse, se advierte una correlación negativa entre la prima por habilidades y la oferta de trabajo no cualificado. Sin embargo, la relación entre la prima por habilidades y la oferta de trabajo cualificado es positiva.

³³ Esta relación negativa entre la producción y la prima por habilidades también es encontrada por Bils y Klenow (2000) y Caselli y Coleman (2006).

Tabla 8: Matriz de correlaciones entre las variables estudiadas

	$Ln(y)$	$Ln(k)$	$Ln(Ls)$	$Ln(Lu)$	$Ln(Ws/Wu)$
$Ln(y)$	1,000				
$Ln(k)$	0,178	1,000			
$Ln(Ls)$	0,810	0,474	1,000		
$Ln(Lu)$	-0,836	-0,473	-0,999	1,000	
$Ln(Ws/Wu)$	-0,380	0,012	0,253	-0,246	1,000

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11: PIB y capital, por trabajador, en las Comunidades Autónomas (2007)

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE, el IVIE y de la ECV 2007.

En el Gráfico 11, se puede establecer una comparación transversal al presentarse el PIB y el capital, por trabajador, en 2007, por Comunidades Autónomas. Se aprecia claramente cómo el producto por trabajador tiene poca variación entre Comunidades Autónomas, ya que se sitúa en una franja de 15.000 euros, mientras que estas regiones presentan grandes diferencias en el capital por trabajador, ya que el rango de variación supera los 66.000 euros. También se observa que las regiones con más capital no son necesariamente las que mayor producto por trabajador muestran, como es el caso de Extremadura o Castilla-La Mancha. Madrid y Cataluña están entre las que más producto por trabajador generan y las que menos capital poseen. Así pues, cabría interpretar que las regiones más ricas

son las más productivas. Nuevamente, se observa la escasa relación entre el PIB y el capital que mostraba el coeficiente de correlación presentado en la Tabla 8.

4.- DIFERENCIAS TECNOLÓGICAS ENTRE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS ESPAÑOLAS. RESULTADOS OBTENIDOS

En esta sección, se estudian las diferencias tecnológicas por Comunidades Autónomas en el año 2007 para poder determinar cuál de ellas determina la Frontera Tecnológica de España.

4.1.- Las diferencias tecnológicas regionales en 2007

Los cálculos de las productividades de los trabajadores, A_s y A_n , se realizan a partir de las ecuaciones (33) y (34) del capítulo 1. Una vez calculados estos valores a nivel regional, para cada proporción de fuerza laboral y para los distintos valores de elasticidad sustitución, se llevan a cabo las regresiones lineales simples de $\ln(A_s)$, $\ln(A_n)$, así también como de la diferencia, $\ln(A_s/A_n)$, todos con respecto a $\ln(Y)$. Los coeficientes de estas regresiones, así como su significación, se muestran en la Tabla 9. Al regresar las productividades de los trabajadores en el PIB se pretende estudiar las diferencias tecnológicas entre las distintas Comunidades Autónomas en España, es decir cómo el aumento en el PIB afecta a la productividad de los distintos trabajadores. Se dice que las diferencias tecnológicas entre regiones son sesgadas hacia el trabajo cualificado (trabajo no cualificado) si A_s (A_n) tiende a ser mayor en las regiones ricas, es decir, si las regiones con mayor producción utilizan más eficientemente el trabajo cualificado (trabajo no cualificado) que las regiones con menores ingresos, y también se habla, en estos casos, de que las diferencias tecnológicas favorecen el trabajo cualificado (no cualificado).

Tabla 9: Coeficientes de las regresiones de A_u y A_s en el PIB por trabajador (2007).

1/(1- σ)	Skilled=Secundaria o más estudios						Skilled=Más estudios que secundaria					
	A_u		A_s		Dif		A_u		A_s		Dif	
1,1	-19,16	***	9,27	***	28,43	***	-9,97	**	11,90	***	21,87	***
1,2	-8,90	***	5,11	***	14,01	***	-4,35	**	6,38	***	10,73	***
1,3	-5,48	***	3,72	***	9,20	***	-2,48	*	4,54	***	7,019	***
1,4	-3,77	**	3,03	***	6,80	***	-1,54		3,62	***	5,163	**
1,5	-2,74	**	2,61	***	5,35	***	-0,98		3,07	***	4,049	**

*,** y *** significativas al 10, 5 y 1% respectivamente.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV 2007.

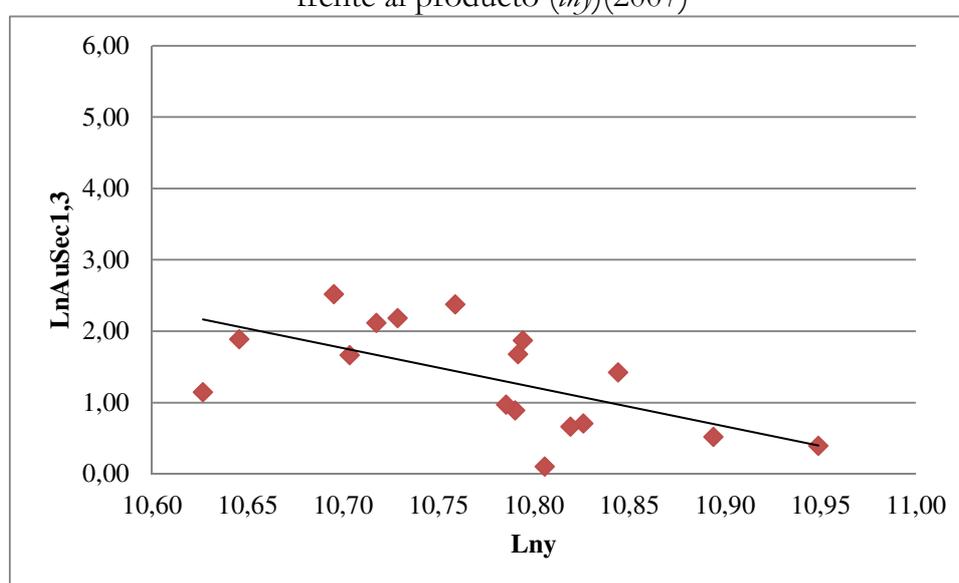
De acuerdo con la Tabla 9, en los diez casos presentados (para los dos umbrales de educación se consideran cinco elasticidades sustitución entre trabajadores), un aumento de un 1% de y (PIB por trabajador) es acompañado tanto por aumentos en A_s como por disminuciones en A_u , por lo que estaríamos hablando de un sesgo absoluto en las diferencias tecnológicas entre regiones españolas, es decir, las regiones más ricas presentan no sólo mayores productividades en el trabajo cualificado, sino también menores productividades en el trabajo no cualificado. Todos los coeficientes de A_s son significativamente distintos de cero, no siendo este el caso de los coeficientes de A_u , ya que, para el caso de los trabajadores cualificados con educación superior, este coeficiente no es significativo cuando la elasticidad sustitución es igual a 1,4 o a 1,5. Así pues, los coeficientes del caso de referencia de este trabajo (un trabajador es cualificado si tiene como mínimo completa la educación secundaria de segunda etapa y la elasticidad sustitución entre los trabajadores es de 1,3³⁴) son significativos. En la columna de las diferencias, también se observa que, en todos los casos, los coeficientes son estadísticamente significativos.

Una técnica gráfica muy útil para analizar los datos es la matriz de diagramas de dispersión dado que, además de ser una herramienta de diagnóstico para localizar no-linealidad o valores atípicos en los datos, revela información de las

³⁴ Más adelante se calcula el valor de ω . Para el caso en que la elasticidad es 1,3 se cumple la condición de equilibrio simétrico para descartar soluciones de esquina: $\omega > [\sigma/(1-\sigma)]$.

distribuciones conjuntas de las variables, que pueden no aparecer al examinar distribuciones univariantes. En el anexo, el Gráfico 47 presenta dichas matrices para las variables utilizadas en las regresiones realizadas. En particular, se presentan las eficiencias de los dos tipos de trabajadores para el caso de referencia por Comunidades Autónomas en el Gráfico 12 y el Gráfico 13, que figuran a continuación, donde puede comprobarse la pendiente negativa entre A_u e y , y la positiva entre A_s e y .

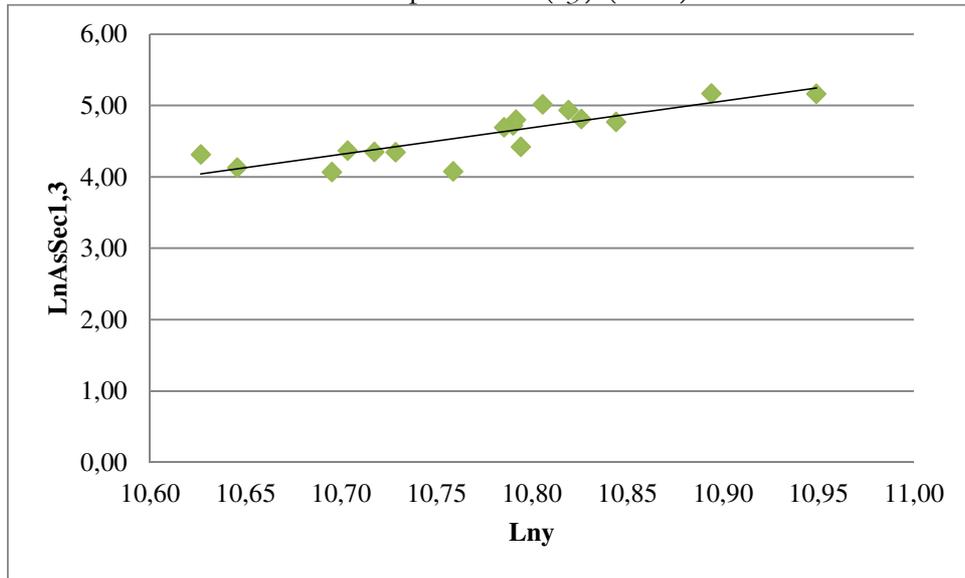
Gráfico 12: Eficiencia del trabajo no cualificado ($LnAuSec1,3$) frente al producto (lny)(2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV 2007.

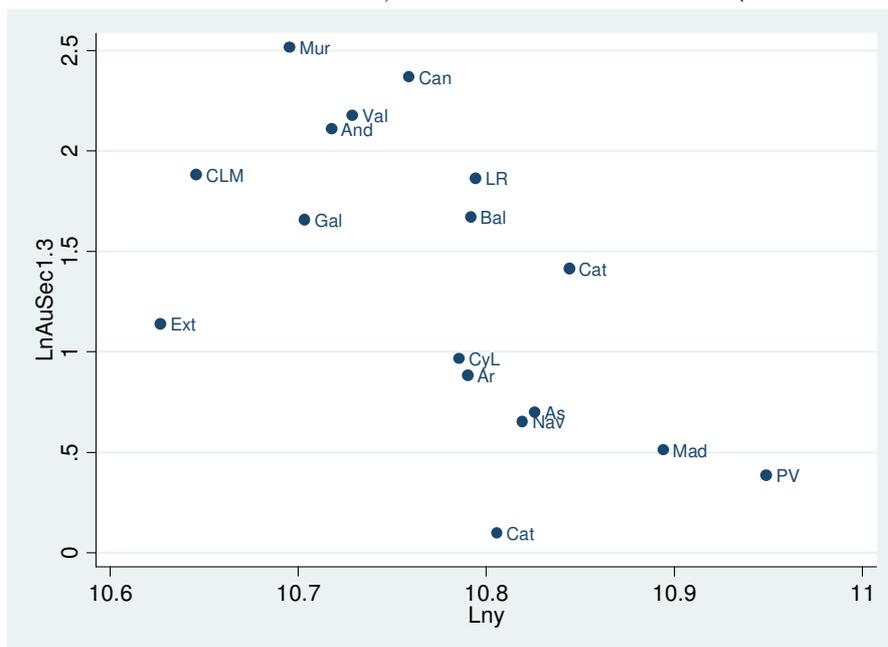
Aunque estos gráficos no permiten identificar las Comunidades Autónomas involucradas, sí que pueden comprobarse las tendencias reseñadas en el párrafo anterior por lo que, a continuación, se ofrecen gráficos donde podrán identificarse las regiones, permitiendo un análisis más localizado. En general, se aprecia que Comunidades con mayor PIB presentan mayores productividades para el trabajo cualificado, siendo la relación inversa en relación con la productividad del trabajo no cualificado.

Gráfico 13: Eficiencia del trabajo cualificado ($LnAsSec1,3$) frente al producto (LnY) (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV 2007.

Gráfico 14: Eficiencia del trabajo no cualificado en 2007 (rótulos CCAA)

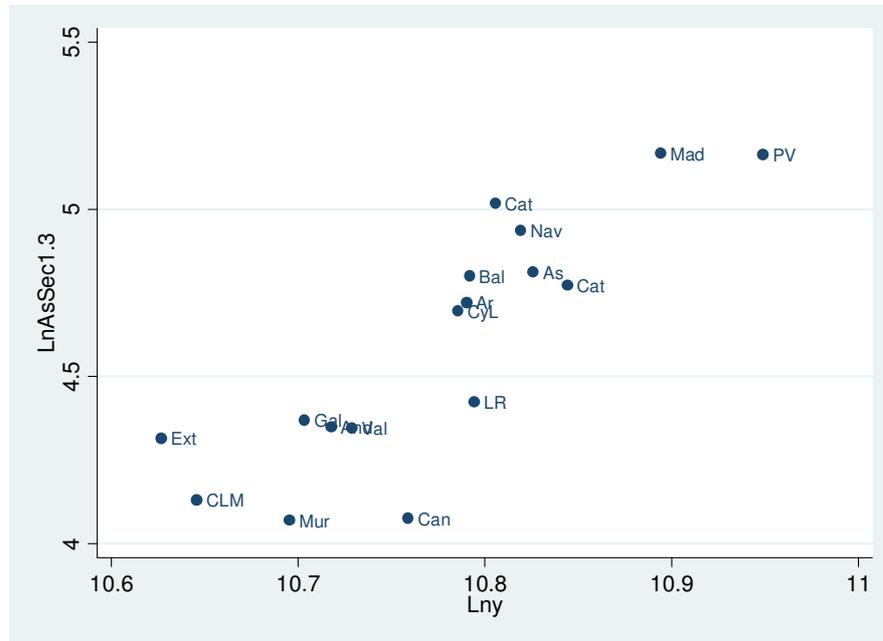


Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV 2007.

El Gráfico 14 y el Gráfico 15 presentan la misma información que los dos gráficos anteriores, la diferencia radica en que aparecen rotuladas las Comunidades Autónomas. Ahí, se observa, como es de esperar, que zonas como Madrid o País Vasco son las más eficientes en el uso del trabajo cualificado. Asimismo, regiones como Murcia, Canarias, la Comunidad Valenciana o

Andalucía, son más eficientes en el uso de trabajo no cualificado. Es de destacar que estas son zonas turísticas.

Gráfico 15: Eficiencia del trabajo cualificado en 2007 (rótulos CCAA)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV 2007.

4.2.- La frontera tecnológica española y la elección tecnológica apropiada de cada Comunidad Autónoma en 2007

El modelo propuesto por Caselli y Coleman se puede utilizar para extraer una interesante implicación cuantitativa de la importancia de que cada región utilice una tecnología apropiada de acuerdo a las características de sus factores productivos (capital, trabajo cualificado y trabajo no cualificado). Para ello, será necesario obtener las fronteras de producción de las unidades que se pretende comparar.

Para poder calcular la frontera de producción, primero se debe relajar la suposición de que todas las regiones se enfrentan al mismo parámetro de *trade-off* (γ), y permitir que, en cada zona, γ sea una variable aleatoria que no esté relacionada con sus dotaciones. Con esta suposición, si se aplican logaritmos a la

segunda condición de primer orden (ecuación (32) del Capítulo 1(32), se obtiene, para cada región i :

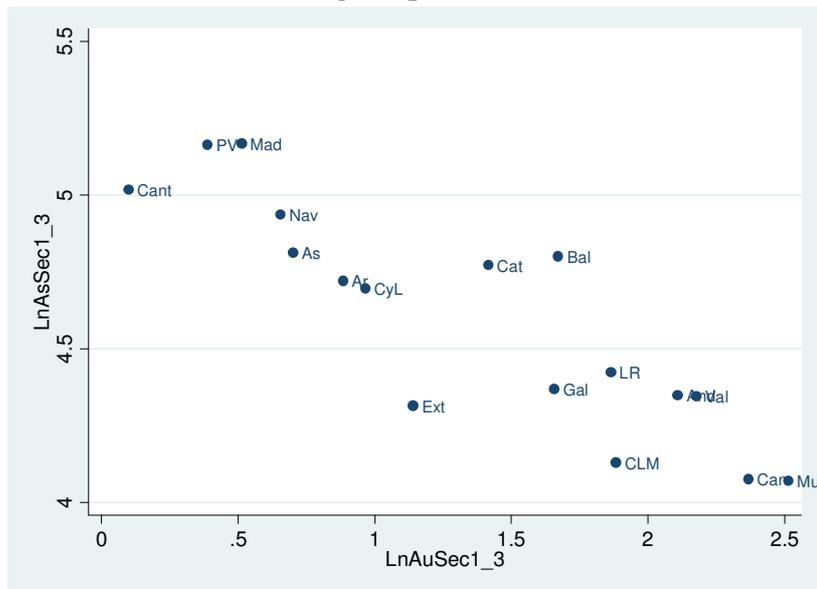
$$(35) \quad \ln \left(\frac{A_s^{(i)}}{A_u^{(i)}} \right) = \frac{\sigma}{\omega - \sigma} \ln \left(\frac{L_s^{(i)}}{L_u^{(i)}} \right) + \frac{1}{\omega - \sigma} \ln \gamma^{(i)}$$

A partir de (35), puede obtenerse una estimación de $[\sigma/(\omega - \sigma)]$, regresando:

$$(36) \quad \ln \left(\frac{A_s^{(i)}}{A_u^{(i)}} \right) = b^{(i)} \ln \left(\frac{L_s^{(i)}}{L_u^{(i)}} \right) + u^{(i)}$$

De esa estimación y del valor calibrado de σ , se puede obtener ω . A su vez, el coeficiente de *trade-off* de cada región $\gamma^{(i)}$ se puede deducir a partir del residuo. Así, con los valores de $\gamma^{(i)}$ y ω se puede calcular la frontera tecnológica de cada región $B^{(i)}$, a partir de la ecuación (30). Para realizar estos cálculos, se utiliza el caso de referencia en cuanto a la selección del umbral de cualificación de los trabajadores y de la elasticidad de sustitución.

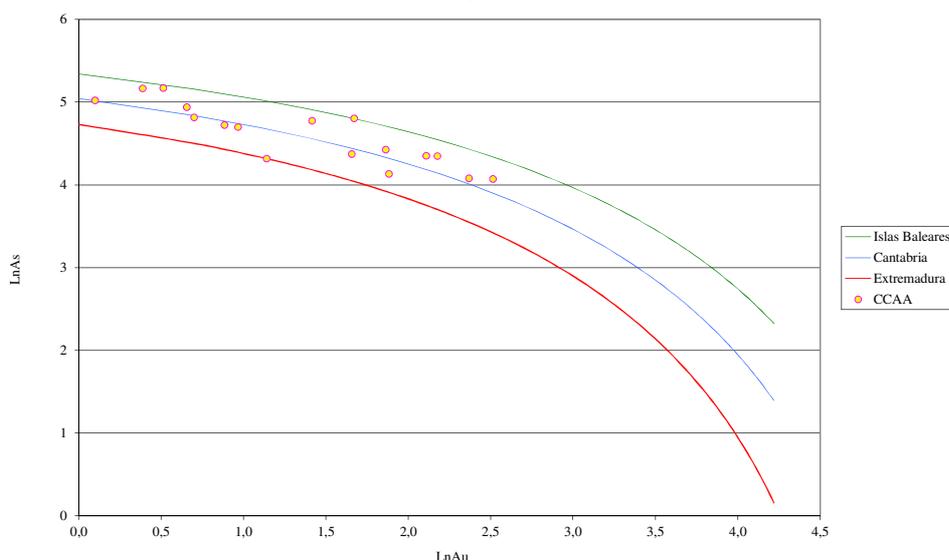
Gráfico 16: Fronteras Tecnológicas por Comunidades Autónomas (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV 2007.

La estimación que se obtiene es $\omega=0,3067^{35}$. Los distintos pares tecnológicos (A_i , A_{ii}) de las diferentes Comunidades Autónomas se muestran en el Gráfico 16 y en el Gráfico 17, junto a las fronteras tecnológicas de las Islas Baleares (la más alta de España), de Cantabria (intermedia) y Extremadura (la más baja).

Gráfico 17: Fronteras Tecnológicas por Comunidades Autónomas (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV 2007.

Calculadas todas las fronteras tecnológicas de las regiones españolas, se considera que la frontera tecnológica española es la que se encuentra en el exterior. En este caso, corresponde a la de las Islas Baleares y, como era de esperar, las regiones más ricas son las que están más arriba y las más pobres, las que están más abajo. No es de extrañar que la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares posea la frontera tecnológica más elevada, teniendo en cuenta que, si bien posee el menor capital (Tabla 14 del anexo), su PIB por trabajador está por encima de la media, por lo que se trata de una región muy productiva, dado que es más eficiente en relación con sus trabajadores no cualificados que Madrid o el País Vasco (Gráfico 17).

³⁵ Estos resultados se obtienen de una regresión con un coeficiente de 3,04 y un R^2 de 0,8657 (Tabla 15 del anexo).

5.- ANÁLISIS DE LAS PRODUCTIVIDADES DE LOS TRABAJADORES SEGÚN SU CUALIFICACIÓN

Las productividades de los trabajadores, A_s y A_u , son “elementos que no se ven”, pero son responsables de que las horas de trabajo de la mano de obra, junto con el capital, se transformen en producto final. Así, una idea que resulta muy interesante es la de identificar la componente tecnológica que diferencia a los trabajadores cualificados y no cualificados, ya que puede ser muy útil para interpretar sus productividades. Del estudio de la relación entre estas variables, se podrían obtener consideraciones interesantes para el análisis de política económica. Las ideas que se proponen para desarrollar en este análisis son:

1. Analizar A_s y A_u en cuanto a calidad de educación,
 - a. Utilizando, por ejemplo, el informe PISA se podría averiguar si las regiones con mayores A_u ostentan mayor calidad de estudios secundarios de primera etapa (enseñanza obligatoria), ya que en este informe se evalúan a estudiantes de 15 años.
 - b. Adicionalmente, se propone localizar una fuente alternativa para evaluar la calidad de la educación en las universidades.
2. Buscar formas de identificar A_u y A_s desde el punto de vista de variables tecnológicas. Por ejemplo:
 - a. Utilizar datos de patentes que detallen cada invento para comprobar si puede clasificarse como A_u o A_s , o
 - b. Analizar los datos de gasto en I&D e indagar si pueden clasificarse por la intensidad de uso de capital y de trabajo cualificado.
3. Discutir el efecto del desempleo sobre las productividades de los trabajadores.

Así, el propósito de esta sección es desarrollar y analizar estas premisas. Se podría decir que esta sección adoptaría un enfoque de corte shumpeteriano al tema que completa el enfoque de las fronteras, puesto que el enfoque de Shumpeter estudia

la economía de largo plazo y el cambio social, centrándose particularmente en el rol jugado por la innovación y los factores que la influyen.

5.1.- La calidad de la educación y la productividad de los trabajadores

En esta sección se estudia la relación entre la calidad de la educación en las Comunidades Autónomas españolas (tanto la secundaria de primera etapa como la universitaria) y la productividad de los trabajadores cualificados.

5.1.1.- La educación obligatoria (secundaria de primera etapa)

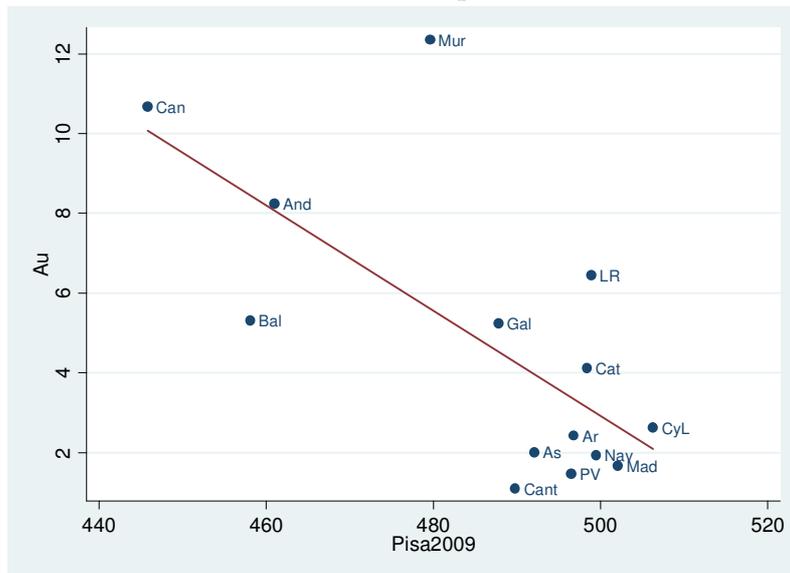
El Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, o Informe PISA por sus siglas en inglés (Program for International Student Assessment), es un proyecto cuya finalidad es estudiar la evolución de los resultados de los sistemas educativos, medidos a través de la valoración del rendimiento de los alumnos de 15 años en competencias consideradas clave, como son la lectora, la matemática y la científica. Este proyecto, que es llevado a cabo por la OCDE, comenzó en 1997 y se realiza cada 3 años.

En este trabajo se utiliza el Informe PISA del año 2009, que contó con la participación de casi todas las Comunidades Autónomas³⁶, para analizar la relación de la calidad de la educación con las productividades de los trabajadores, *Au* y *As* (Gráfico 18 y Gráfico 19, respectivamente). En estos gráficos se observa que las regiones con mejores rendimientos educativos son las que presentan una menor productividad del trabajo no cualificado (Castilla-León, Madrid o Navarra), y mayor productividad del trabajo cualificado (Madrid, País Vasco y Cataluña). En la Tabla 16 del anexo, se presentan los valores obtenidos (rendimientos) por las Comunidades Autónomas en las distintas competencias

³⁶ No participaron Extremadura, Castilla-La Mancha y Valencia.

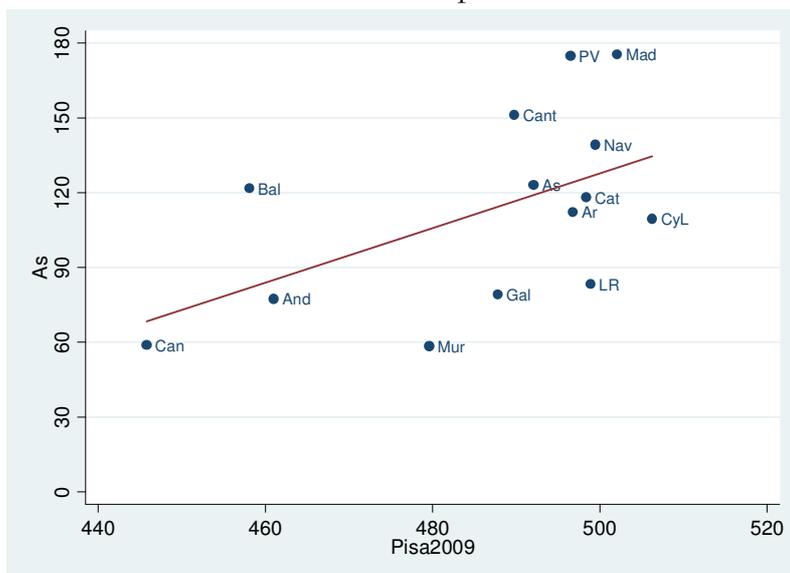
evaluadas. En un primer momento, se pensó que las regiones con mayores *Au* ostentarían una mejor calidad de estudios secundarios de primera etapa (enseñanza obligatoria); sin embargo, la evidencia señala una relación negativa entre la productividad del trabajo no cualificado y los rendimientos académicos de estos estudiantes (Gráfico 18).

Gráfico 18: Productividad del trabajo no cualificado y resultado promedio del informe Pisa 2009 por CCAA



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, ECV e Informe PISA 2009.

Gráfico 19: Productividad del trabajo cualificado y resultado promedio del informe Pisa 2009 por CCAA



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, ECV e Informe PISA 2009.

Por otra parte, no sorprende que la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes de educación secundaria de primera etapa y la productividad de los trabajadores cualificados sea positiva (Gráfico 19) porque, en general, las personas con mejor rendimiento en la primera etapa de la secundaria son las que continúan sus estudios y, en la mayoría de los casos, son los que realizan estudios más allá de los obligatorios, por lo que redonda en la productividad del trabajo cualificado.

5.1.2.- La educación universitaria

En su trabajo del año 2009, Buela-Casal et al tratan de unificar los criterios que evalúan y clasifican las distintas universidades para el caso particular de la investigación en las Universidades Públicas españolas. Los criterios que utilizan para su *ranking* son: Artículos ISI, tramos de investigación, proyectos I&D, Tesis Doctorales, becas FPU (Formación de Personal Universitario), doctorados con mención de calidad y patentes.

Tabla 10: Criterios e Indicadores utilizados para medir la calidad de la educación universitaria

Criterio	Indicador
Artículos ISI (revistas indexadas en Journal Citation Reports)	Proporción de artículos publicados en revistas indexadas en el Institute for Scientific Information (ISI) por profesores funcionarios en el año 2009.
Tramos de investigación (índice TI)	Número de tramos de investigación obtenidos por los profesores funcionarios de las universidades públicas (CU, CEU y TU) dividido por el número total de tramos de investigación posibles de esos funcionarios a fecha 2009.
Proyectos I+D	Proporción de Proyectos I+D por profesores funcionarios en la convocatoria de 2009.
Tesis doctorales	Proporción de tesis doctorales por profesores funcionarios en un período de cinco cursos (desde el curso 2003/2004 hasta el curso 2007/2008).
Becas FPU	Proporción de becas FPU por profesores funcionarios en la convocatoria de 2009.
Doctorados con Mención de Calidad	Proporción de doctorados con Mención de Calidad por profesores funcionarios en la convocatoria de 2008.
Patentes	Proporción de patentes registradas en el periodo 2004-2008 y patentes explotadas en el periodo 2002-2006 por profesores funcionarios.

Fuente: Buela et al (2009)

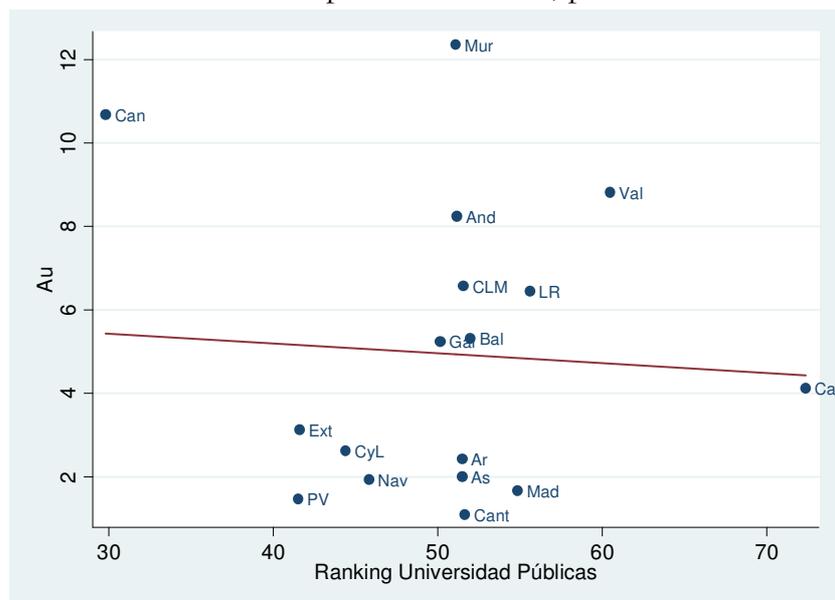
Todos estos criterios y los indicadores utilizados para su cálculo se encuentran en la Tabla 10. A partir de estos indicadores estos autores obtienen un ranking de calidad de todas las universidades públicas españolas. A partir de este ranking, en

esta Tesis se obtiene una clasificación de las Comunidades Autónomas, a partir de las universidades radicadas en ellas³⁷ (Tabla 17 del anexo).

El Gráfico 20 y el Gráfico 21 muestran la relación entre este ranking, de calidad de la educación universitaria, y las productividades de los trabajadores. En ellos se evidencia una relación positiva entre la calidad educativa de las universidades públicas y la productividad de los trabajadores cualificados (Gráfico 21) y una relación negativa entre este *ranking* y la productividad de los trabajadores no cualificados (Gráfico 20). Si bien se entiende que la investigación en las universidades es sólo una parte de todo lo que conlleva la formación de capital humano que estas realizan, se utiliza esta variable como primera aproximación a una medición de la calidad de la educación universitaria.

Este análisis de calidad educacional y nivel tecnológico complementa en cierta medida el enfoque de Eric Hanushek, quien enfatiza el rol de la calidad educacional³⁸.

Gráfico 20: Productividad del trabajo no cualificado y ranking de las universidades públicas en 2009, por CCAA

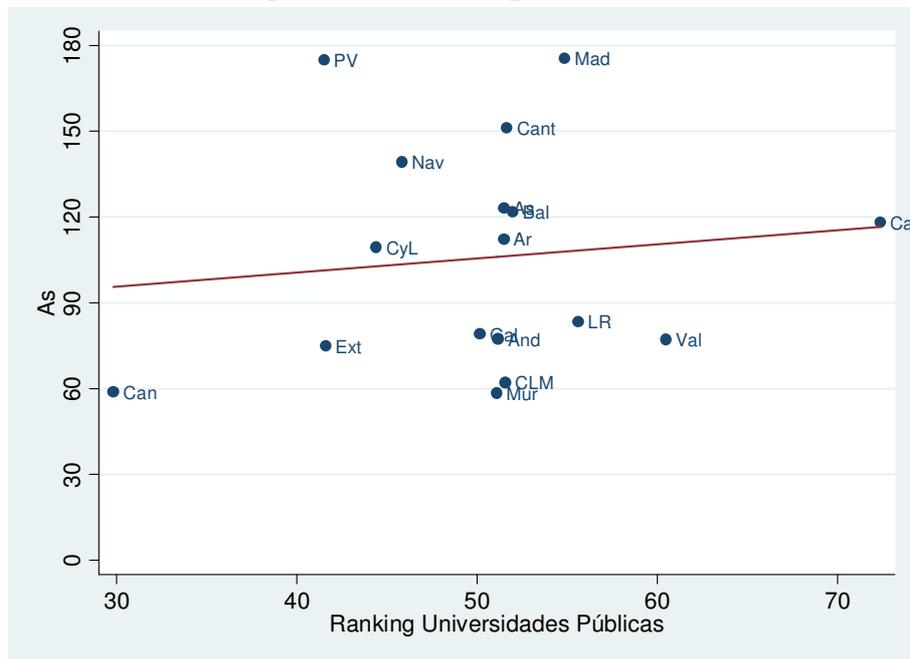


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Buela-Casal et al (2009).

³⁷ Ponderando de acuerdo al número de universidades por Comunidad Autónoma.

³⁸ Hanushek (1986) o Hanushek y Woessmann (2007), entre otros.

Gráfico 21: Productividad del trabajo cualificado y ranking de las universidades públicas en 2009, por CCAA



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Buela-Casal et al (2009).

5.2.- Relación entre las productividades de los trabajadores y las variables tecnológicas

Antes de afrontar la relación de las productividades de los trabajadores con las variables tecnológicas que se mencionan al comienzo de esta sección, resulta interesante compararlas con el término residual de las fuentes del crecimiento (el residuo de Solow). En su artículo del año 1957, Solow distingue entre las variaciones de la producción debidas al progreso técnico y las debidas a cambios en la disponibilidad de capital. Su contribución consiste en cuantificar el cambio tecnológico de forma residual. Así, para establecer las fuentes de crecimiento a partir de la función de producción neoclásica tradicional, el progreso tecnológico se calcula residualmente. Por esta razón, el progreso técnico también es conocido como el residuo de Solow o productividad total de los factores (PTF). Es muy

común en la literatura la utilización del modelo propuesto por Solow para establecer las fuentes del crecimiento económico³⁹.

Así pues, sea la función de producción agregada:

$$(37) \quad Y = F(K, L, t),$$

donde Y es el producto de la economía, y K y L son el capital y el trabajo, respectivamente. A su vez, t representa el progreso tecnológico que experimenta la economía con el paso del tiempo y refleja cualquier desplazamiento de la función de producción. Así, Solow llama “cambio tecnológico” a elementos como las desaceleraciones o aceleraciones en la economía, a las mejoras en la educación de la fuerza laboral, etc.

A su vez, por comodidad, supone que el cambio tecnológico es neutral, es decir, que un desplazamiento de la función de producción no altera las tasas marginales de sustitución. Así, la función de producción toma la forma:

$$(38) \quad Y = A(t)f(K, L),$$

donde $A(t)$ mide el efecto acumulado de las modificaciones del producto a lo largo del tiempo, es decir, la productividad total de los factores (PTF).

Si se supone que f es una función homogénea de grado uno en sus argumentos, se obtienen resultados netos en términos de magnitudes intensivas. Así, expresando la función como el producto por trabajador, $y=(Y/L)$, y considerando, el capital por trabajador, $k=(K/L)$ y dado que $\alpha_L = 1 - \alpha_K$, se obtiene:

³⁹ Ver, por ejemplo, Elías (1978, 1992), Meloni (1999), OECD (2001), Comisión Europea (2005) o Gay (2009).

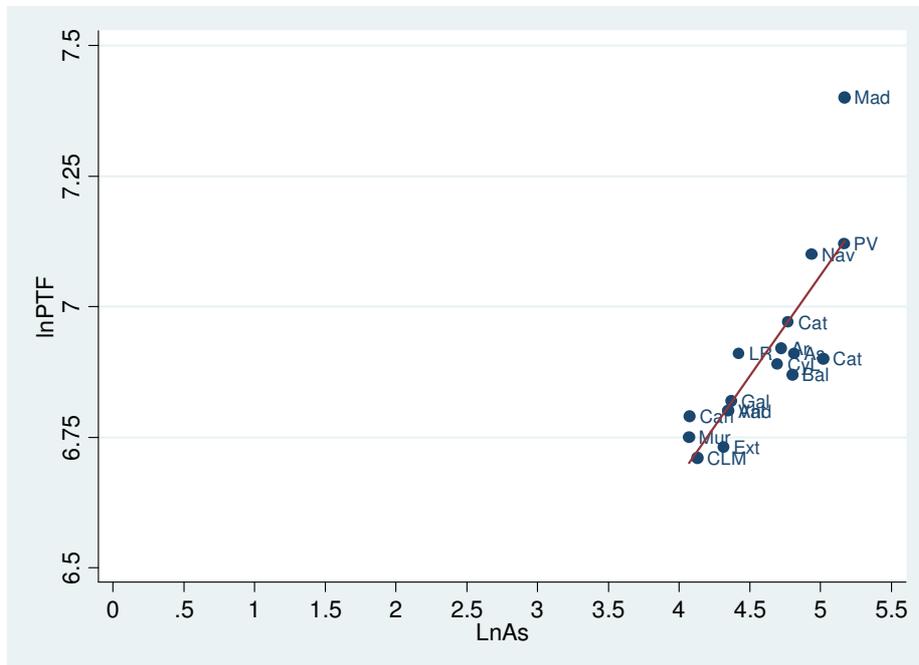
$$(39) \quad y = Ak^{\alpha_K},$$

donde A es el progreso técnico y α_K es la participación de la remuneración del capital dentro del producto⁴⁰. Si ahora se toman logaritmos en (41), se obtiene el residuo:

$$(40) \quad \ln A = \ln y - \alpha_K \ln k$$

Este residuo se calcula para cada una de las Comunidades Autónomas en el año 2007 y para el estudio de su relación con la productividad del trabajo cualificado se presenta el Gráfico 22.⁴¹ En éste gráfico se observa una correlación positiva entre las variables, es decir, las regiones que presentan las mayores productividades de los trabajadores cualificados poseen mayores niveles de productividad total de los factores.

Gráfico 22: Relación entre la productividad del trabajo cualificado y la PTF (2007)



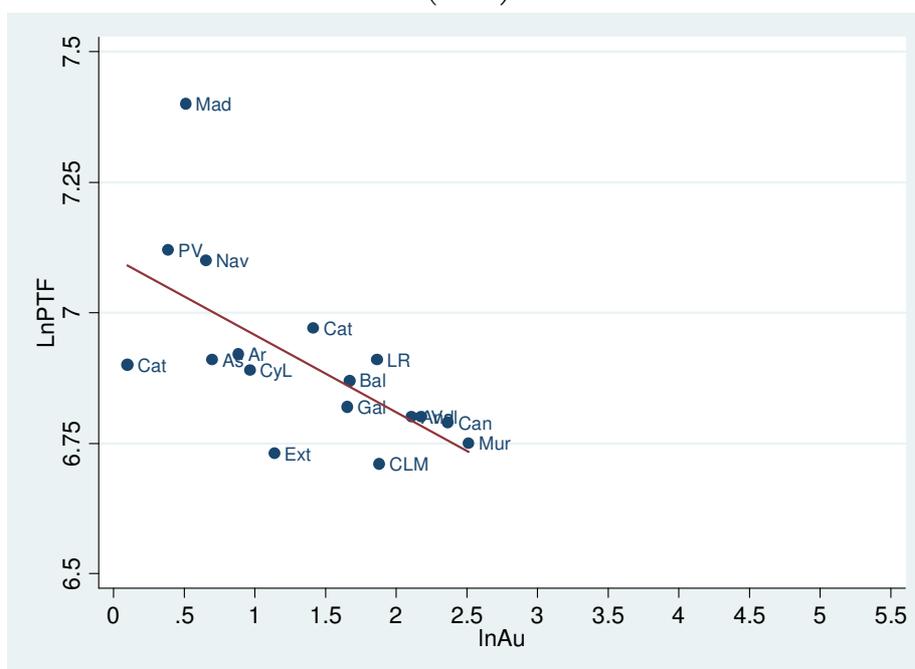
Fuente: Elaboración propia

⁴⁰ Se supone que su valor es 1/3 como se indica en el apartado 4.1 del capítulo 1.

⁴¹ Los valores que permiten la confección de este gráfico se presentan en la Tabla 18 del anexo.

La relación inversa se observa entre la productividad del trabajo no cualificado y la PTF (Gráfico 23); en otras palabras, las zonas con mayores niveles de productividad de los trabajadores no cualificados son las que presentan menores valores en la PTF. Así, este análisis evidencia que la productividad de los trabajadores cualificados es la que más explica la PTF por lo que, en las secciones siguientes, el énfasis estará puesto en el análisis de la educación, la tecnología, el talento, etc., es decir, en todo lo que se considera que potencia la productividad de los trabajadores, en especial la de los cualificados.

Gráfico 23: Relación entre la productividad del trabajo no cualificado y la PTF (2007)



Fuente: Elaboración propia

Recientemente, Florida (2002) hace hincapié en la necesidad de entender mejor los factores que generan el capital humano y capacitan a los territorios para atraerlo. En su trabajo aparecen tres conceptos claves de la teoría del desarrollo económico basada en las clases creativas: Talento, tecnología y tolerancia. Estas tres T constituyen el eje de su metodología y en la Tabla 11 se muestran los indicadores utilizados para medirlas.

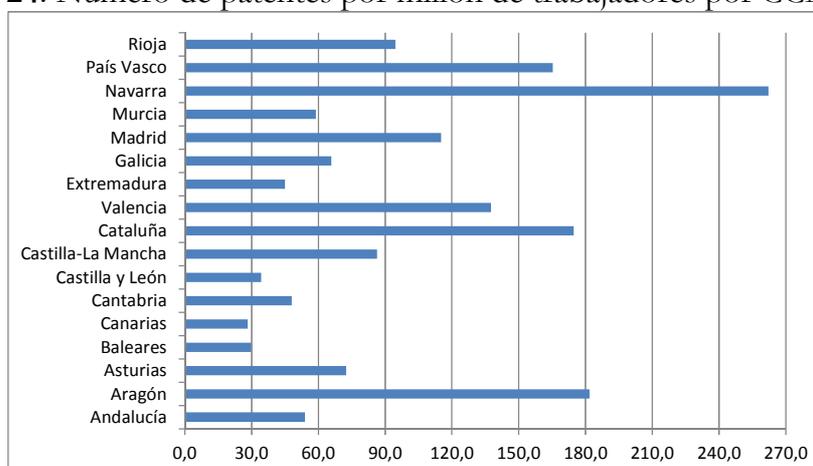
Tabla 11: Estructura y fuentes de los indicadores utilizados por Florida (2002)

TALENTO	Capital Humano	
	Clase creativa	
TECNOLOGÍA	Alta tecnología	Manufacturas
		Telecomunicaciones
		Servicios de informática
	Innovación	Patentes
	Conectividad	Ordenadores
Internet		
TOLERANCIA	Índice de diversidad	
	Índice de integración	
	Índice de artistas	
	Índice homosexual	

Fuente: Casares, Coto y López, 2011

En esta Tesis se intenta relacionar las variables que Florida utiliza en su índice tecnológico con las productividades de los dos tipos de trabajadores (no cualificados y cualificados). Así, en el Gráfico 25 y en el Gráfico 26 se muestran las relaciones entre el número de patentes y la productividad del trabajo no cualificado y el cualificado, respectivamente. Las patentes presentan una relación positiva con la productividad de los trabajadores cualificados; es decir que las regiones con mayor productividad del trabajo cualificado son las que más patentes obtienen; mientras que las regiones con mayor productividad del trabajo no cualificado son a las que menos patentes se les conceden.

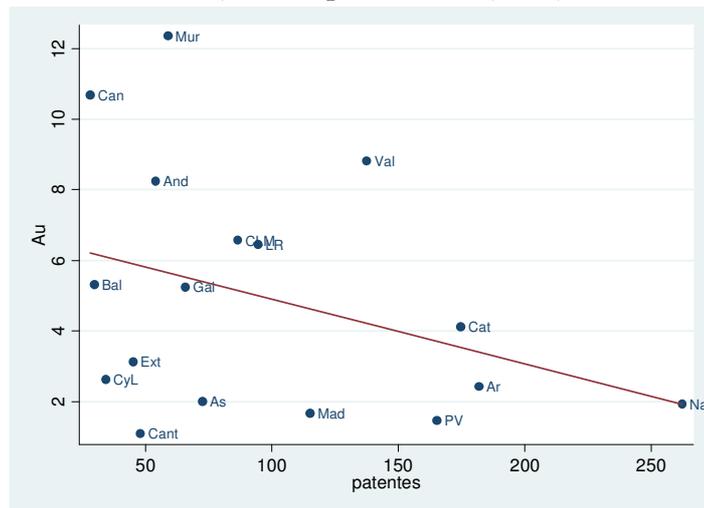
Gráfico 24: Número de patentes por millón de trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE

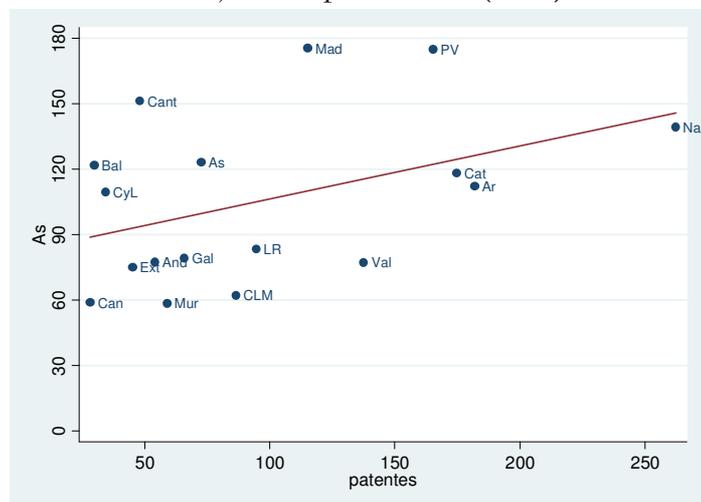
En el Gráfico 24 se observa que Navarra es la Comunidad que más patentes por trabajador ha obtenido en 2007 con mucha diferencia sobre el resto, le siguen Aragón, Cataluña y País Vasco.

Gráfico 25: Productividad del trabajo no cualificado y patentes por millón de trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

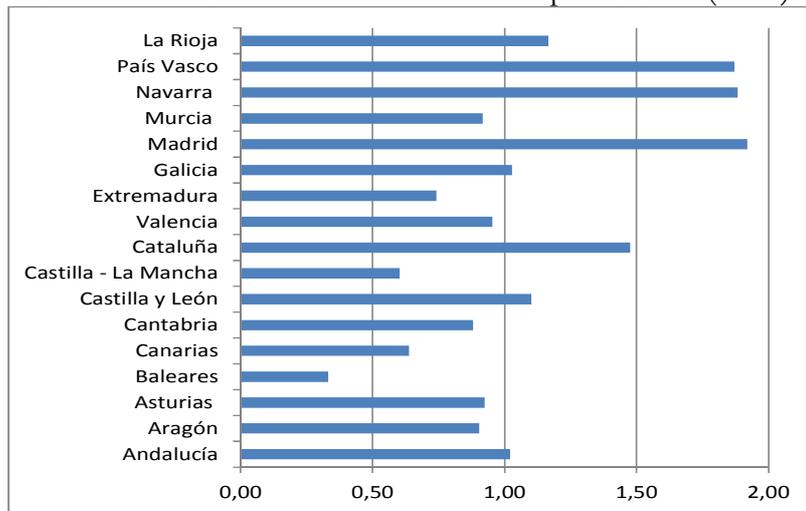
Gráfico 26: Productividad del trabajo cualificado y patentes por millón de trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

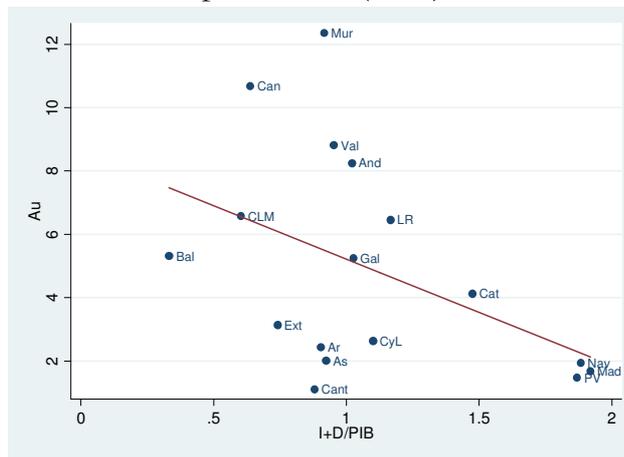
El gasto en I&D sobre PIB por Comunidad Autónoma se presenta en el Gráfico 27, donde puede comprobarse que ahora es Madrid la Comunidad que más gasta en I&D como porcentaje de su PIB, pero Navarra y el País Vasco se sitúan cerca.

Gráfico 27: Gasto en I&D sobre PIB por CCAA (2007)



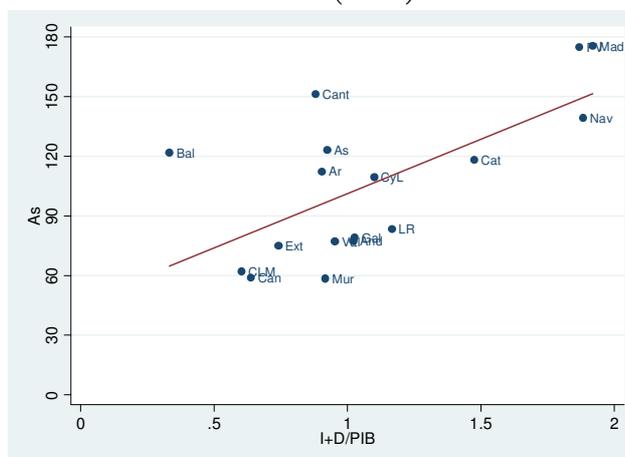
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Gráfico 28: Productividad del trabajo no cualificado y gasto en I&D sobre PIB por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

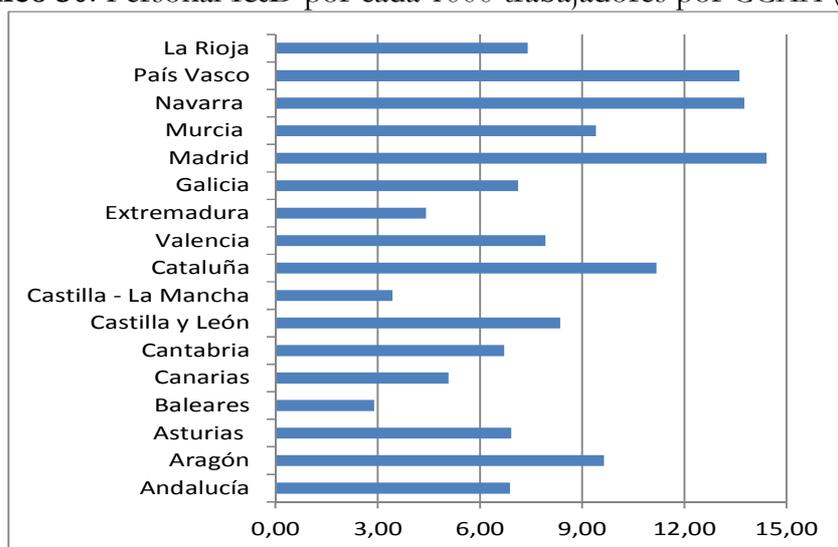
Gráfico 29: Productividad del trabajo cualificado y gasto en I&D sobre PIB por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

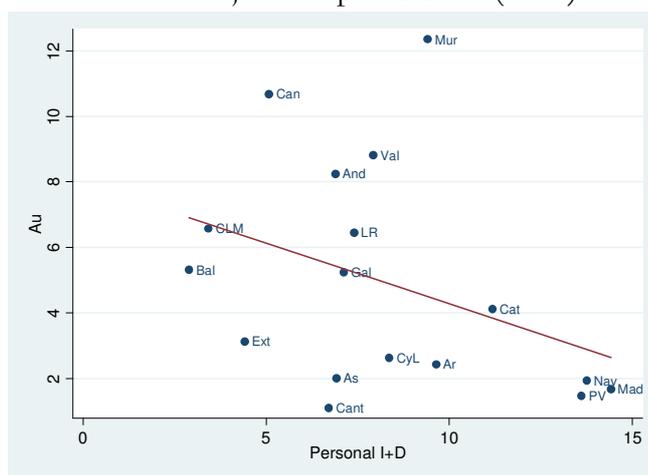
En el Gráfico 30 y en el Gráfico 33 se presentan los datos definidos por las proporciones del personal que trabaja en I&D y de la cantidad de investigadores, por cada mil trabajadores respectivamente, donde nuevamente se constata que las Comunidades punteras son Madrid, Navarra y País Vasco.

Gráfico 30: Personal I&D por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



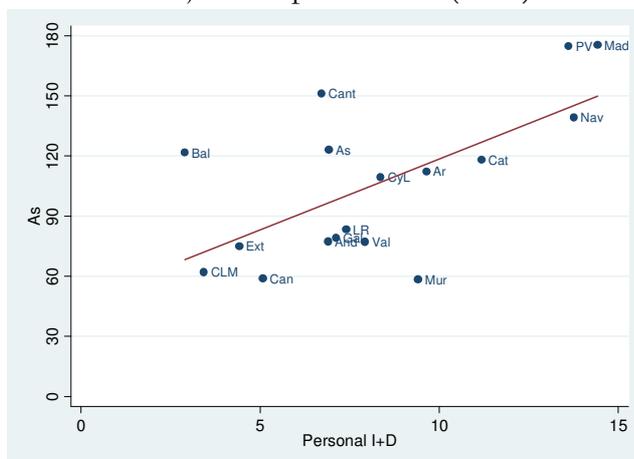
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE

Gráfico 31: Productividad del trabajo no cualificado y personal I&D por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



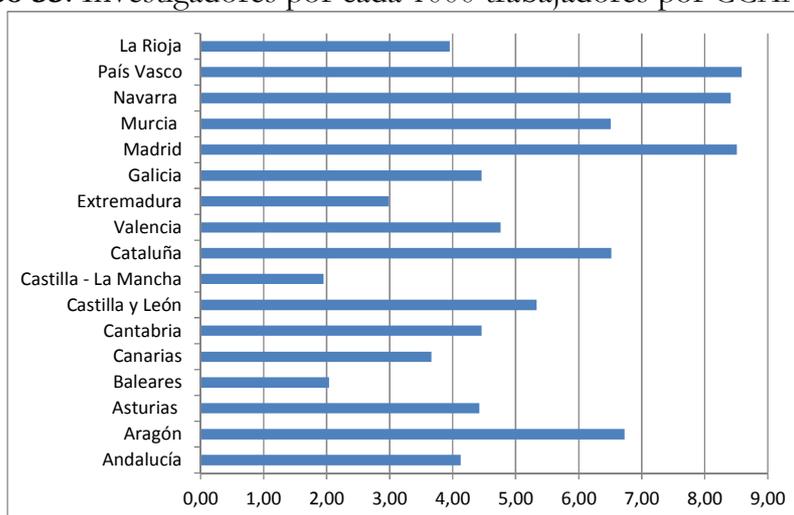
Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

Gráfico 32: Productividad del trabajo cualificado y personal I&D por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



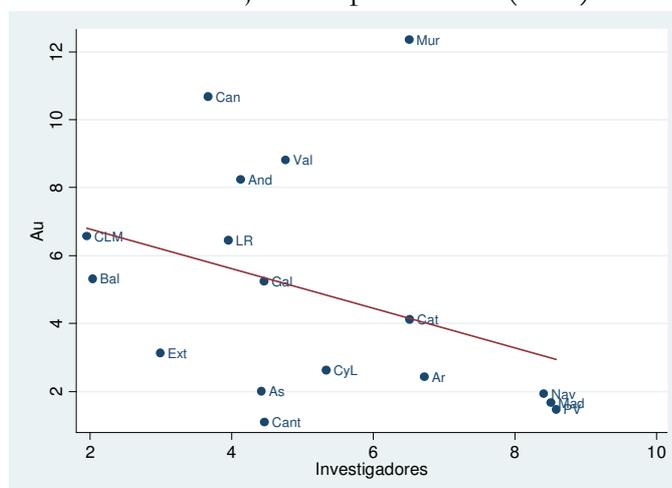
Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

Gráfico 33: Investigadores por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



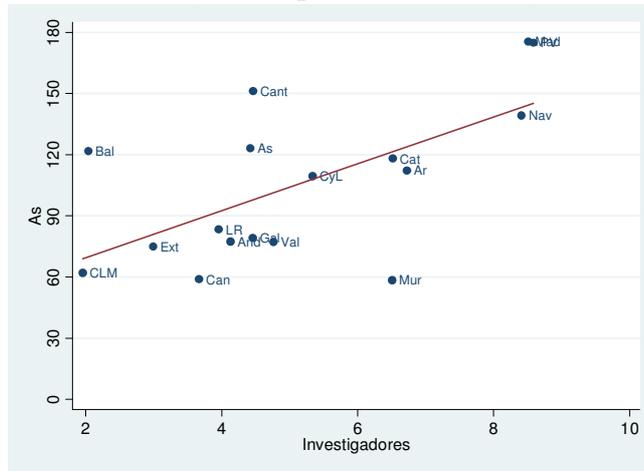
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

Gráfico 34: Productividad del trabajo no cualificado e investigadores por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

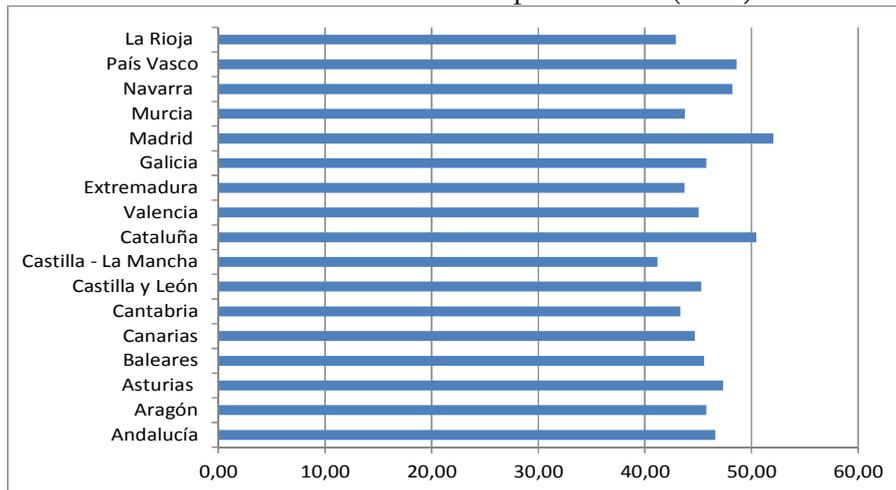
Gráfico 35: Productividad del trabajo cualificado e investigadores por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

La conectividad es una variable que trata de medir el uso de internet, de ordenadores y de las tecnologías de la información por parte de los hogares⁴² (Gráfico 36). Esta variable es la que menor variabilidad presenta de todas las que se han mostrado. Podría argumentarse que Madrid, Cataluña, Navarra y País Vasco son las Comunidades más “conectadas”.

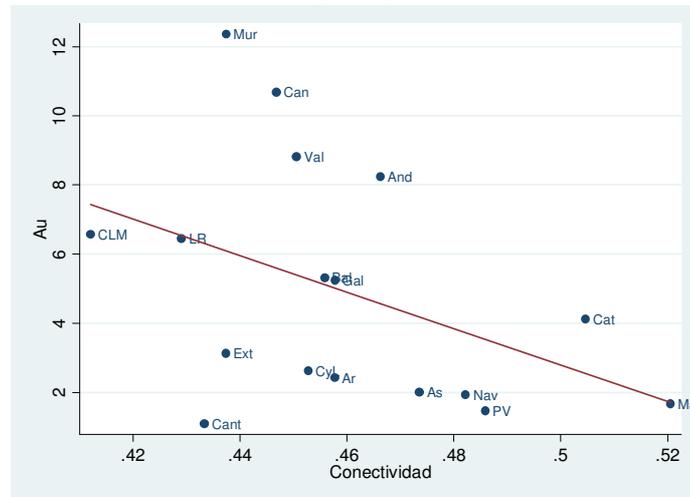
Gráfico 36: Conectividad por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE.

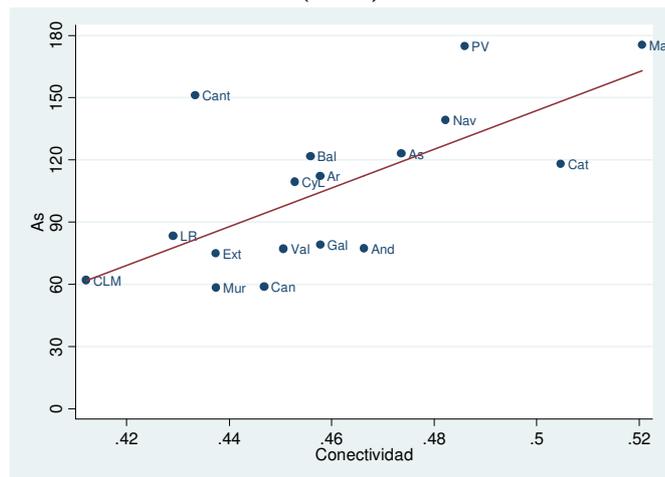
⁴² Este índice considera el % de hogares con conexión a internet y el % de hogares con ordenador.

Gráfico 37: Productividad del trabajo no cualificado y conectividad por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

Gráfico 38: Productividad del trabajo cualificado y conectividad por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos INE, BBVA, IVIE y ECV.

Las mismas correlaciones encontradas entre las patentes y la productividad del trabajo cualificado y el no cualificado se presentan en todas las variables tecnológicas utilizadas en este análisis: Gasto en I&D sobre PIB, personal I&D por cada mil trabajadores, investigadores por cada mil trabajadores y conectividad. Es por este motivo que en la siguiente sección se intenta diferenciar las empresas de acuerdo con el uso de tecnología para indagar cómo esta nueva clasificación se relaciona con la productividad de los trabajadores.

5.3.1.- Desagregación de las empresas según su uso de tecnología

La propuesta de la OCDE y la adaptación realizada por EUROSTAT para la clasificación NACE⁴³, han permitido al INE definir la lista de sectores de tecnología alta y media-alta para una desagregación a 3 dígitos de la CNAE-93⁴⁴. En la Tabla 12 se recoge dicha lista de sectores.

Tabla 12: Sectores de tecnología alta y media-alta

Sectores	CNAE-93
Sectores manufactureros de tecnología alta	
Industria farmacéutica	244
Maquinaria de oficina y material informático	30
Componentes electrónicos	321
Aparatos de radio, TV y comunicaciones	32 excepto 321
Instrumentos médicos, de precisión, óptica y relojería	33
Construcción aeronáutica y espacial	353
Sectores manufactureros de tecnología media-alta	
Industria química excepto industria farmacéutica	24 excepto 244
Maquinaria y equipos	29
Maquinaria y aparatos eléctricos	31
Industria automóvil	34
Construcción naval, ferroviaria, de motocicletas y bicicletas y de otros materiales de transporte	35 excepto 353
Servicios de alta tecnología o de punta	
Correos y telecomunicaciones	64
Actividades informáticas	72
Investigación y desarrollo	73

Fuente: INE

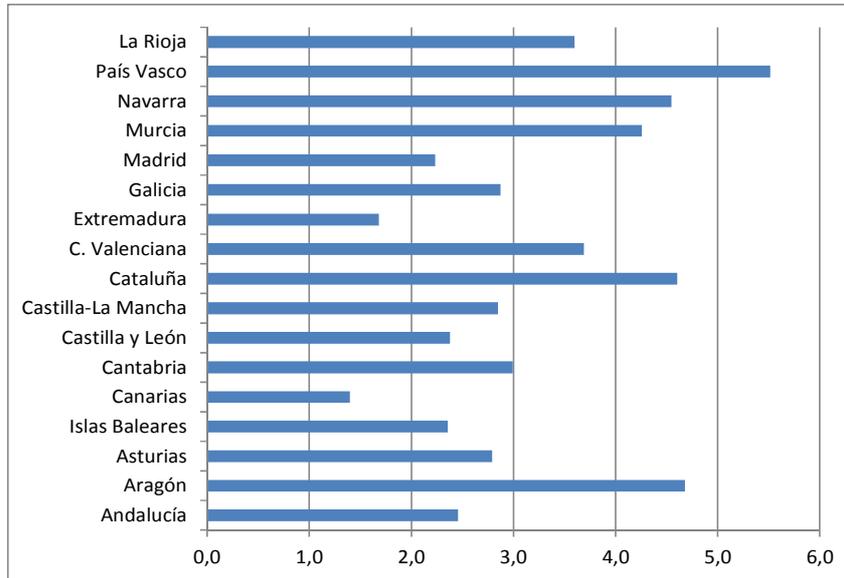
Al desagregar las empresas de acuerdo al uso de tecnología (Gráfico 40 y Gráfico 42) que las regiones con presencia de empresas con más tecnología son las que mayores productividades de trabajadores cualificados ostentan, mientras que las que menos tecnológicas presentan una mayor productividad de trabajadores no cualificados. Este rasgo confirma la hipótesis de la buena explotación de los recursos abundantes de la zona por parte de las empresas y estaría en

⁴³ NACE, Nomenclatura estadística de actividades económicas de la Comunidad Europea.

⁴⁴ CNAE-93, Clasificación nacional de actividades económicas del año 1993.

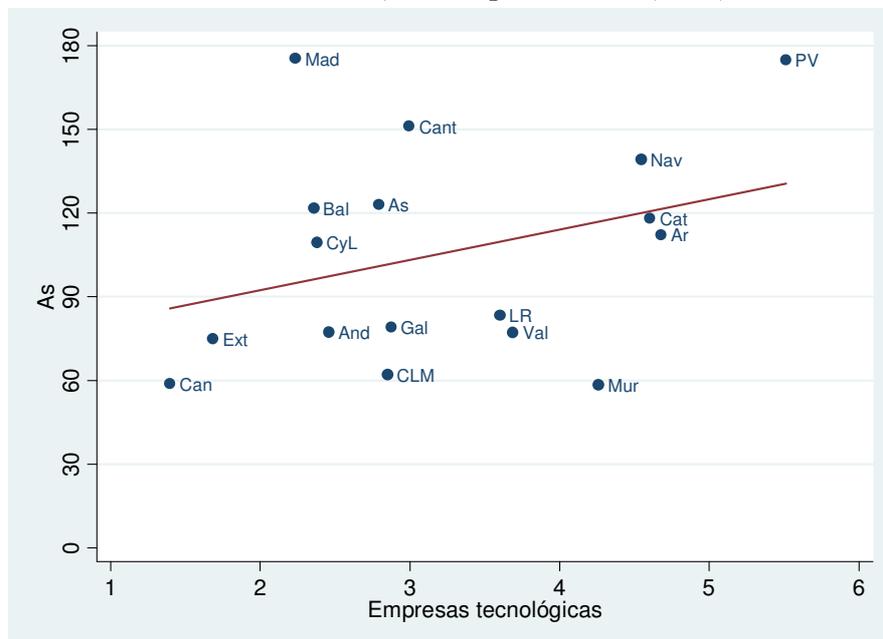
concordancia con la idea de que cada región debe elegir la tecnología apropiada a su dotación de factores.

Gráfico 39: Empresas tecnológicas por cada 1000 trabajadores



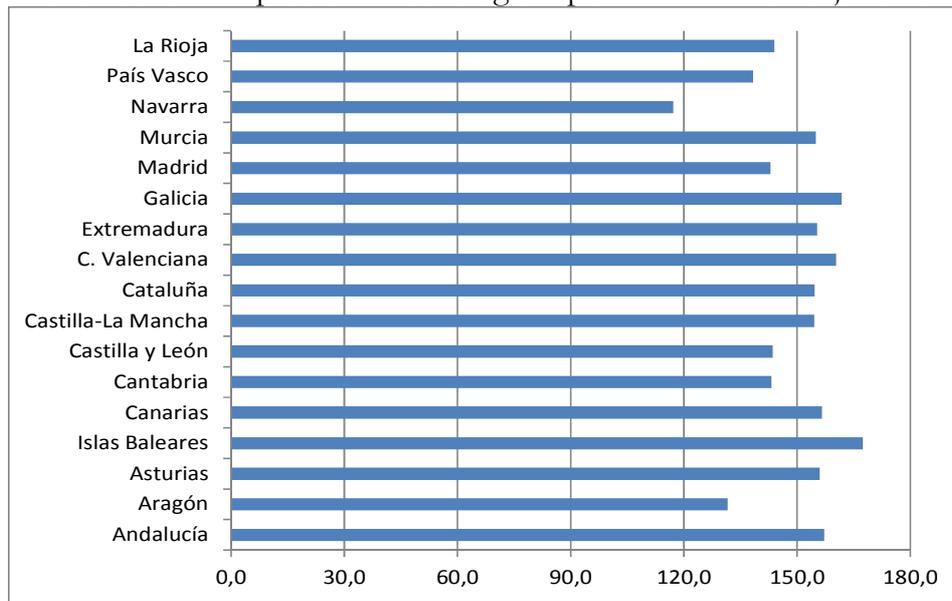
Fuente: Elaboración propia en base a datos de DIRCE

Gráfico 40: Productividad del trabajo cualificado y empresas tecnológicas por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



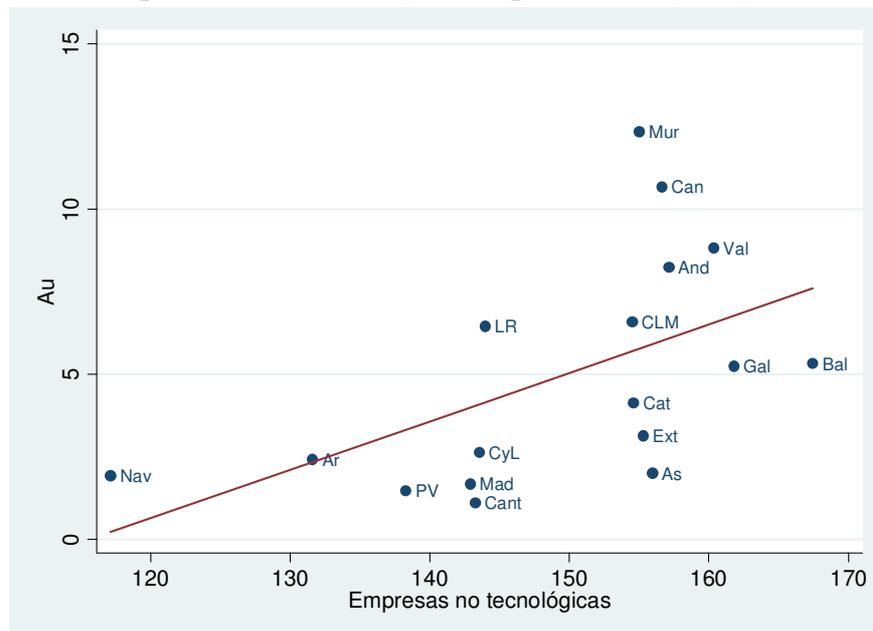
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 41: Empresas no tecnológicas por cada 1000 trabajadores



Fuente: Elaboración propia en base a datos de DIRCE

Gráfico 42: Productividad del trabajo no cualificado y empresas no tecnológicas por cada 1000 trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia

5.3.2.- Desagregación de las patentes según su uso de tecnología

La Oficina Española de Patentes y Marcas brinda información sobre las estadísticas de patentes, así como de las distintas modalidades de propiedad

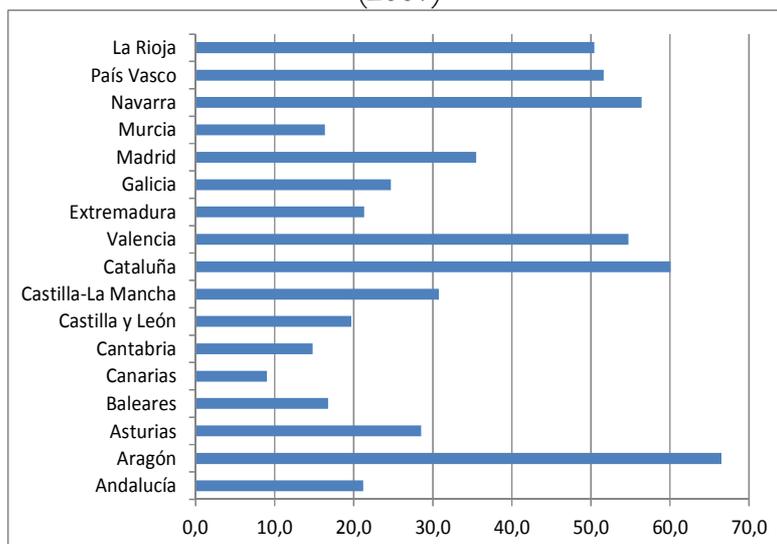
intelectual (modelos de utilidad, Topografías de Productos Semiconductores y los Certificados Complementarios de Protección). Así, el desglose que realiza por CCAA y por la clasificación internacional de patentes (CIP) sirve para interpretar la tendencia tecnológica y la comparación con las estadísticas de otros países. Si bien, la CIP no está vinculada a la CNAE-93, se propone hacer una desagregación similar a la realizada en la sección anterior con el propósito de poder diferenciar entre patentes tecnológicas (o cualificadas) y patentes no tecnológicas (o no cualificadas) para estudiar su relación con las productividades de los trabajadores.

Tabla 13: Clasificación Internacional de Patentes segregada por nivel tecnológico

Sectores de Tecnología baja
Necesidades corrientes de la vida
Textiles, papel
Construcciones fijas
Sectores de Tecnología alta
Técnicas industriales diversas
Química; Metalurgia
Mecánica; Iluminación; Calefacción; Armamento;
Voladura
Física
Electricidad

Fuente: Elaboración propia en base a CIP

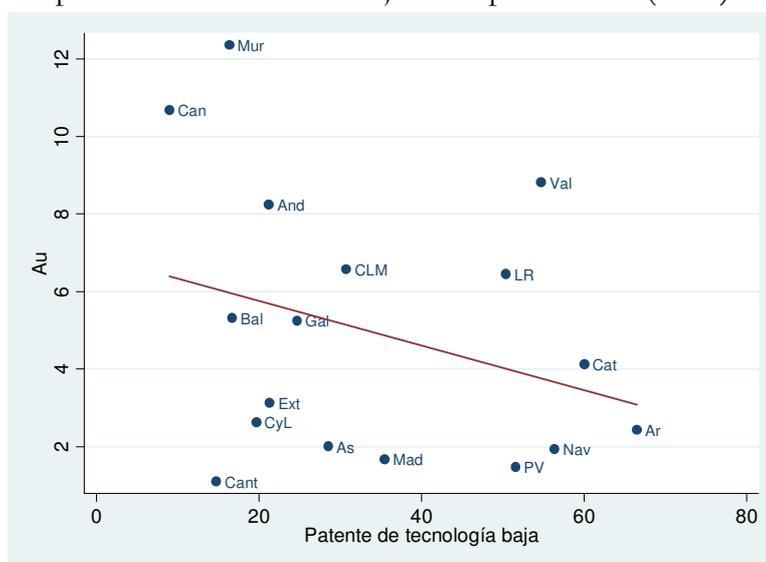
Gráfico 43: Patentes no cualificadas por cada millón de trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la oficina española de patentes y marcas y del INE.

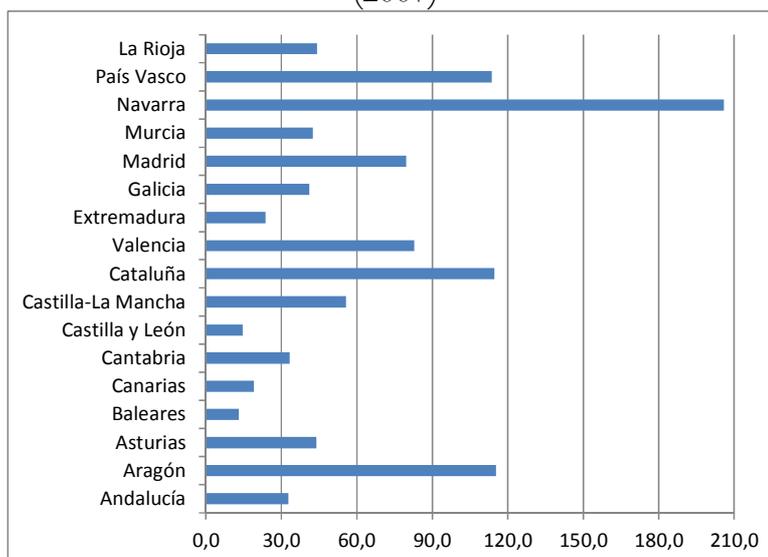
Se ha encontrado evidencia de una relación positiva entre las patentes de alta tecnología y la productividad de los trabajadores cualificados, mientras que la relación es negativa cuando se analiza la productividad de los trabajadores no cualificados y las patentes en sectores de tecnología baja (Gráfico 44 y Gráfico 46).

Gráfico 44: Productividad del trabajo no cualificado y patentes de baja tecnología por cada millón de trabajadores por CCAA (2007)



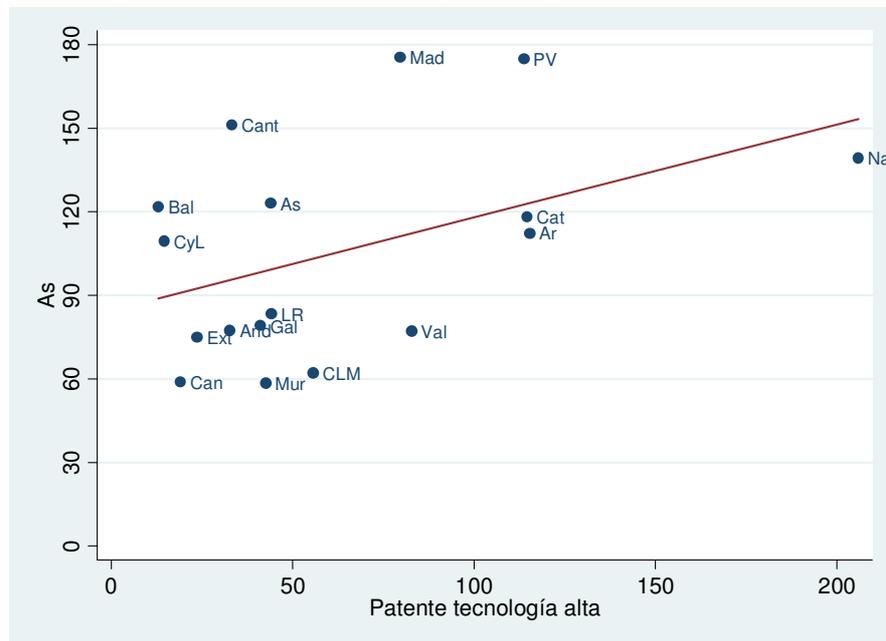
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 45: Patentes no cualificadas por cada millón de trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la oficina española de patentes y marcas y del INE.

Gráfico 46: Productividad del trabajo cualificado y patentes de alta tecnología por cada millón de trabajadores por CCAA (2007)



Fuente: Elaboración propia

5.4.- Un apunte sobre el desempleo

Hasta este momento, uno de los supuestos subyacentes en los cálculos anteriores ha sido la situación de pleno empleo. España había alcanzado en 2007 la tasa de desempleo más baja en la época de la democracia, por lo que este supuesto se defendía en base a ese argumento. A partir del año 2008, los efectos de la crisis se empezaron a notar en España y la tasa de desempleo se disparó considerablemente en años subsiguientes. Es por este motivo que, en este apartado, se trata de hacer una breve reseña sobre la relación entre las productividades de los trabajadores y el desempleo. Existen varias formas de encarar el rol del desempleo en la frontera tecnológica, siendo uno de los más estudiados y controvertidos el enfoque del salario mínimo.

Weiss y Garloff (2005) estudian las diferentes dinámicas del desempleo y la prima salarial entre las economías anglosajonas (Estados Unidos y el Reino Unido) y las

europeas. Como ya se ha mencionado anteriormente, el cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades es considerado como el principal responsable del aumento de la desigualdad salarial ocurrido en Estados Unidos y el Reino Unido en las décadas de los ochenta y los noventa, ya que éste ha aumentado la demanda por habilidades en mucha mayor medida de lo que se ha incrementado la oferta de las mismas en estos países (Katz y Autor, 1999; Acemoglu, 2002; Green et al, 2003). Por el contrario, en la mayoría de los países de Europa continental, la desigualdad salarial no se ha incrementado demasiado, aunque se ha producido un importante aumento del nivel de desempleo, especialmente el de los menos cualificados (Weiss y Garloff, 2005).

Entre los distintas teorías que se esbozan para explicar la divergencia de comportamiento en la tendencia de la desigualdad salarial entre los países anglosajones y los de Europa continental, el que más aceptación suscita apunta a que los convenios colectivos y las instituciones del mercado laboral mantienen una estructura salarial comprimida en Europa, lo que provoca que el cambio tecnológico sesgado hacia las habilidades genere desempleo (Krugman, 1995; Katz y Autor, 1999; Acemoglu, 2002). Entre las instituciones del mercado laboral están los sistemas de seguro al desempleo, la protección al empleo o los salarios mínimos. Se argumenta que los altos salarios de los trabajadores poco cualificados han producido que la demanda de trabajadores altamente cualificados haya sido menor en Europa, por lo que el progreso tecnológico en Europa, en promedio, ha sido menos sesgado hacia las cualificaciones. (Acemoglu, 2002)

Así, el trabajo de Weiss y Garloff (2005) aporta evidencia en favor del enfoque que considera que las instituciones están detrás de la diferente evolución en el comportamiento entre Estados Unidos/Reino Unido y los países europeos continentales. Una de sus premisas es que una mayor demanda de trabajadores cualificados llevará a un mayor desempleo en los países europeos, ya que estos no

pueden ajustar completamente los salarios relativos al aumento de la demanda relativa. Así, suponen que la tasa de desempleo de los trabajadores no cualificados está relacionada positivamente con el aumento de la prima por habilidades en Europa. Para demostrar su premisa, estos autores regresan la tasa de desempleo de los trabajadores no cualificados sobre la prima salarial, por una parte para Alemania y, por otra, para Estados Unidos. Es decir, estos autores estiman la ecuación:

$$(41) \quad \mu_{u,t} = \alpha + \beta \frac{w_s}{w_u},$$

donde $\mu_{u,t}$ es la tasa de desempleo de las personas no cualificadas y w_s/w_u es la prima por habilidades. Estos autores encuentran una relación positiva entre la prima por habilidades y el desempleo de los trabajadores no cualificados en Alemania, y ninguna relación para el caso de Estados Unidos.

Según Stigler (1946), el salario mínimo genera desempleo, y este desempleo afecta en mayor medida a los más jóvenes y a los menos cualificados, ya que el empresario pagará el salario mínimo a personal más cualificado que justifique ese salario. Así, se interpreta que esto implica que subiría la prima por cualificación, y de allí su relación con el aumento del desempleo de los menos cualificados. Es decir, podría argumentarse que el enfoque de George Stigler sobre los efectos de los salarios mínimos que generan mayor desempleo en los trabajadores menos cualificados genera la relación que se muestra en la ecuación (41). Para culminar el segundo capítulo de esta Tesis, parece interesante contrastar la idea de Weiss y Garloff analizando la relación entre el desempleo de los trabajadores poco cualificados y el ratio de productividad de los trabajadores cualificados sobre la de los trabajadores no cualificados. Por este motivo, se ha realizado una regresión de panel con los datos de las Comunidades Autónomas entre 2004 y 2010. Los resultados se presentan en la ecuación (42). En ésta, se observa que las diferencias tecnológicas en las Comunidades Autónomas afectan positivamente al desempleo de los trabajadores poco cualificados (Tabla 19 del anexo).

$$(42) \quad \mathbf{Ln}\mu_{u,t} = -\mathbf{3,414} + \mathbf{0,412 Ln} \frac{A_s}{A_u} \quad R^2=0,09$$

(-20,22) (8,07)

Otro enfoque con el que se podría tratar la influencia del desempleo sería la consideración del salario mínimo en el modelo. El inconveniente de esta metodología para el caso español radica en que los salarios mínimos se establecen a nivel nacional y no por Comunidades Autónomas. Una alternativa a esta cuestión sería la de aproximar los salarios mínimos:

- 1) Con el coste de vida por Comunidad, o
- 2) Utilizando el cociente del salario mínimo nacional sobre el salario promedio de cada Comunidad Autónoma (Majchrowska y Zolkiewski, 2012).

Admitiendo que la influencia del desempleo es un tema de gran complejidad y que debería abordarse con mayor profundidad, es por lo que todas las ideas y aproximaciones llevadas a cabo en este apartado son sólo un preámbulo para posibles futuras líneas de investigación.

6.- COMENTARIOS FINALES

En este trabajo, se ha tratado de estudiar algunos de los rasgos distintivos de las Comunidades Autónomas en el año 2007, con el objetivo de establecer el sesgo de las diferencias tecnológicas entre las mismas. Asimismo, se ha llevado a cabo la construcción de la frontera tecnológica española en el año 2007, con el fin de estudiar la idoneidad de las tecnologías utilizadas por las distintas Comunidades españolas. Estos análisis, junto con el estudio de la relación entre las productividades del trabajo cualificado y no cualificado y distintas variables, como la calidad de la educación, la PTF y otras variables tecnológicas, pretenden esbozar ideas con las que diseñarlas medidas necesarias para lograr el crecimiento de las regiones, con el objetivo de procurar una mayor calidad de vida a sus

habitantes. Entre las principales conclusiones obtenidas, se destacan las que se presentan a continuación.

En el análisis regional, se observa que las diferencias tecnológicas presentan un sesgo absoluto hacia las habilidades, o sea, que las regiones ricas utilizan más eficientemente el trabajo cualificado y menos eficientemente el trabajo no cualificado. Las Comunidades Autónomas más ricas (con mayores niveles de PIB), como el País Vasco o Madrid, presentan no sólo mayores productividades en el trabajo cualificado, sino también menores productividades en el trabajo no cualificado.

Al obtener los pares tecnológicos (A_u, A_j) para las distintas Comunidades Autónomas, se observa que la frontera tecnológica española en 2007 está determinada por las Islas Baleares, lo que estaría mostrando evidencia a favor de la teoría del uso de la tecnología apropiada o acorde con la dotación de factores de cada región. En un primer momento, se pensó que la frontera tecnológica debería estar determinada por el País Vasco (la Comunidad con mayor PIB) pero, si bien en esta zona los trabajadores cualificados son muy eficientes, los trabajadores no cualificados no lo son (sesgo absoluto hacia las habilidades).

Al analizar la relación entre la calidad de la educación y las productividades de los dos tipos de trabajadores, se observa que:

- ✓ La evidencia señala una relación negativa entre la productividad del trabajo no cualificado y los rendimientos académicos de los estudiantes con educación secundaria de primera etapa. Asimismo, no sorprende la relación positiva entre el rendimiento académico de los estudiantes de educación secundaria de primera etapa y la productividad de los trabajadores cualificados porque, en general, las personas con mejor rendimiento en la primera etapa de la enseñanza secundaria son las que continúan sus estudios y, en la mayoría de los casos, son las que realizan

estudios más allá de los obligatorios, por lo que redundan en la productividad del trabajo cualificado.

- ✓ Las regiones que presentan mejores puestos en los *rankings* de universidades públicas son las que mayores productividades del trabajo presentan para los trabajadores cualificados.

Al analizar la relación entre la PTF y la productividad de los trabajadores, se observa que las regiones que presentan las mayores productividades de los trabajadores cualificados poseen también mayores niveles de productividad total de los factores. Por contra, las zonas con mayores niveles de productividad de los trabajadores no cualificados son las que presentan menores valores en la PTF. Así, este análisis evidencia que la productividad de los trabajadores cualificados es la más relevante para explicar los aumentos de la PTF.

En cuanto a las variables tecnológicas, las patentes presentan una relación positiva con la productividad de los trabajadores cualificados; es decir, que las regiones con mayor productividad del trabajo cualificado son las que más patentes obtienen, mientras que las regiones con mayor productividad del trabajo no cualificado son a las que menos patentes se les conceden. Asimismo, las mismas correlaciones encontradas entre las patentes y la productividad del trabajo cualificado y el no cualificado se presentan en todas las variables tecnológicas utilizadas en este análisis: Gasto en I&D sobre PIB, personal I&D por cada mil trabajadores, investigadores por cada mil trabajadores y conectividad.

Al desagregar las empresas de acuerdo al uso de la tecnología, se observa que las regiones con presencia de empresas más tecnológicas son las que mayores productividades de trabajadores cualificados presentan, mientras que las que incorporan menos tecnología presentan una mayor productividad de trabajadores no cualificados. Este hecho es indicativo de la buena explotación de los recursos abundantes de la zona por parte de las empresas y estaría en concordancia con la

idea de que cada región debe elegir la tecnología apropiada a su dotación de factores.

Se encuentra también una relación positiva entre las patentes de alta tecnología y la productividad de los trabajadores cualificados; mientras que la relación es negativa cuando se analiza la productividad de los trabajadores no cualificados y las patentes en sectores de baja tecnología.

Finalmente, en este capítulo se encuentra evidencia de que las diferencias tecnológicas en las Comunidades Autónomas afectan positivamente al desempleo de los trabajadores poco cualificados. Es decir, cuanto más grande sea la brecha entre la productividad de los trabajadores cualificados y los no cualificados, mayor será el desempleo de este último colectivo.

ANEXO CAPÍTULO 2

Tabla 14: Datos de Comunidades Autónomas (2007)

CCAA	y (1) (2)	k (1) (3)	Estimaciones a partir de ECV (4)			Estimaciones a partir de ECV (5)		
			L_uSec	L_sSec	W_s/W_u Sec	L_uSup	L_sSup	W_s/W_u Sup
Andalucía	45.148	102.641	45,65	54,35	1,47	68,09	31,91	1,63
Aragón	48.545	148.707	32,00	68,00	1,36	62,03	37,97	1,34
Asturias	50.309	157.918	31,50	68,50	1,42	58,75	41,25	1,53
Islas Baleares	48.624	91.465	41,57	58,43	1,59	69,19	30,81	1,78
Canarias	47.052	136.793	49,00	51,00	1,44	69,98	30,02	1,52
Cantabria	49.305	140.352	30,01	69,99	1,62	64,08	35,92	1,51
Castilla y León	48.319	148.815	35,13	64,87	1,48	62,85	37,15	1,56
Castilla-La Mancha	42.015	127.952	44,65	55,35	1,42	64,76	35,24	1,49
Cataluña	51.241	125.474	37,10	62,90	1,45	66,21	33,79	1,56
Com. Valenciana	45.653	99.952	43,40	56,60	1,35	67,12	32,88	1,41
Extremadura	41.222	156.688	45,02	54,98	1,78	67,64	32,36	1,91
Galicia	44.515	127.074	41,33	58,67	1,43	64,83	35,17	1,51
Madrid	53.863	120.670	29,51	70,49	1,50	53,98	46,02	1,60
Murcia	44.154	101.744	49,66	50,34	1,42	73,83	26,17	1,50
Navarra	49.978	129.760	30,18	69,82	1,41	50,24	49,76	1,48
País Vasco	56.898	146.062	24,19	75,81	1,25	46,10	53,90	1,36
La Rioja	48.746	132.631	37,10	62,90	1,20	63,06	36,94	1,30

(1) En euros corrientes

(2) Fuente INE

(3) Fuente: BBVA, IVIE e INE

(4) Skilled= Estudios Secundarios 2da. etapa o más estudios

(5) Skilled= Más Estudios que Secundaria 2da. etapa

Tabla 15: Regresión $\ln(As/Au)$ en $\ln(Ls/Lu)$ (suponiendo una elasticidad de sustitución de 1,3 entre trabajadores).

Source	SS	df	MS		
Model	16.3554396	1	16.3554396	Number of obs =	17
Residual	2.35534851	15	.157023234	F(1, 15) =	104.16
				Prob > F =	0.0000
				R-squared =	0.8741
				Adj R-squared =	0.8657
Total	18.7107881	16	1.16942425	Root MSE =	.39626

LnAsSec1_3~3	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
LnLsSecLnL~c	3.040876	.2979542	10.21	0.000	2.405801 3.67595
_cons	1.725043	.1772552	9.73	0.000	1.347233 2.102854

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Resultados Informe PISA 2009 por CCAA

	Media en lectura	Acceder y obtener información	Integrar e interpretar	Reflexionar y evaluar	Textos continuos	Textos discontinuos	Media en competencia matemática	Media en competencia científica	Media Total
Andalucía	461	458	461	461	463	453	462	469	461,0
Aragón	495	492	496	493	498	489	506	505	496,8
Asturias	490	492	491	491	495	482	494	502	492,1
Baleares	457	461	455	458	461	448	464	461	458,1
Canarias	448	444	446	453	453	435	435	452	445,8
Cantabria	488	488	488	487	491	481	495	500	489,8
Castilla y León	503	507	500	507	507	496	514	516	506,3
Cataluña	498	499	495	508	503	491	496	497	498,4
Galicia	486	483	483	491	488	476	489	506	487,8
Madrid	503	499	506	504	507	494	496	508	502,1
Murcia	480	484	479	475	485	472	478	484	479,6
Navarra	497	495	497	501	500	486	511	509	499,5
País Vasco	494	496	496	495	497	489	510	495	496,5
La Rioja	498	488	497	506	502	487	504	509	498,9

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Informe PISA 2009.

Tabla 17: Ranking de las Universidades Públicas Españolas 2009 por CCAA.

CCAA	Ranking 2009
Andalucía	51,18
Aragón	51,50
Asturias	51,50
Baleares	52,00
Canarias	29,82
Cantabria	51,67
Castilla y León	44,41
Castilla-La Mancha	51,57
Cataluña	72,38
Valencia	60,49
Extremadura	41,62
Galicia	50,17
Madrid	54,87
Murcia	51,09
Navarra	45,84
País Vasco	41,52
La Rioja	55,62

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Buela-Casal et al (2009).

Tabla 18: Productividad del trabajo cualificado, productividad del trabajo no cualificado y PTF por Comunidad Autónoma (2007)

CCAA	AuSec1,3	AsSec1,3	LnAuSec1,3	LnAsSec1,3	Residuo (PTF)
Andalucía	8,24	77,42	2,11	4,35	2,82
Aragón	2,42	112,29	0,88	4,72	2,87
Asturias	2,01	123,01	0,70	4,81	2,87
Islas Baleares	5,32	121,67	1,67	4,80	2,81
Canarias	10,68	58,94	2,37	4,08	2,79
Cantabria	1,10	151,12	0,10	5,02	2,87
Castilla y León	2,63	109,49	0,97	4,70	2,83
Castilla-La Mancha	6,57	62,18	1,88	4,13	2,69
Cataluña	4,12	118,17	1,42	4,77	2,93
C. Valenciana	8,82	77,17	2,18	4,35	2,78
Extremadura	3,13	74,84	1,14	4,32	2,73
Galicia	5,24	79,04	1,66	4,37	2,84
Madrid	1,67	175,54	0,51	5,17	2,98
Murcia	12,35	58,53	2,51	4,07	2,77
Navarra	1,93	139,35	0,65	4,94	2,92
País Vasco	1,47	174,97	0,39	5,16	3,07
La Rioja	6,45	83,35	1,86	4,42	2,86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Estimación de la relación entre las diferencias tecnológicas por Comunidades Autónomas y el desempleo de los trabajadores poco cualificados (Panel de Comunidades Autónomas entre 2004-2010)

Fixed-effects (within) regression
 Group variable: **numccaa**
 R-sq: within = **0.3922**
 between = **0.0060**
 overall = **0.0909**
 corr(u_i, xb) = **-0.7239**

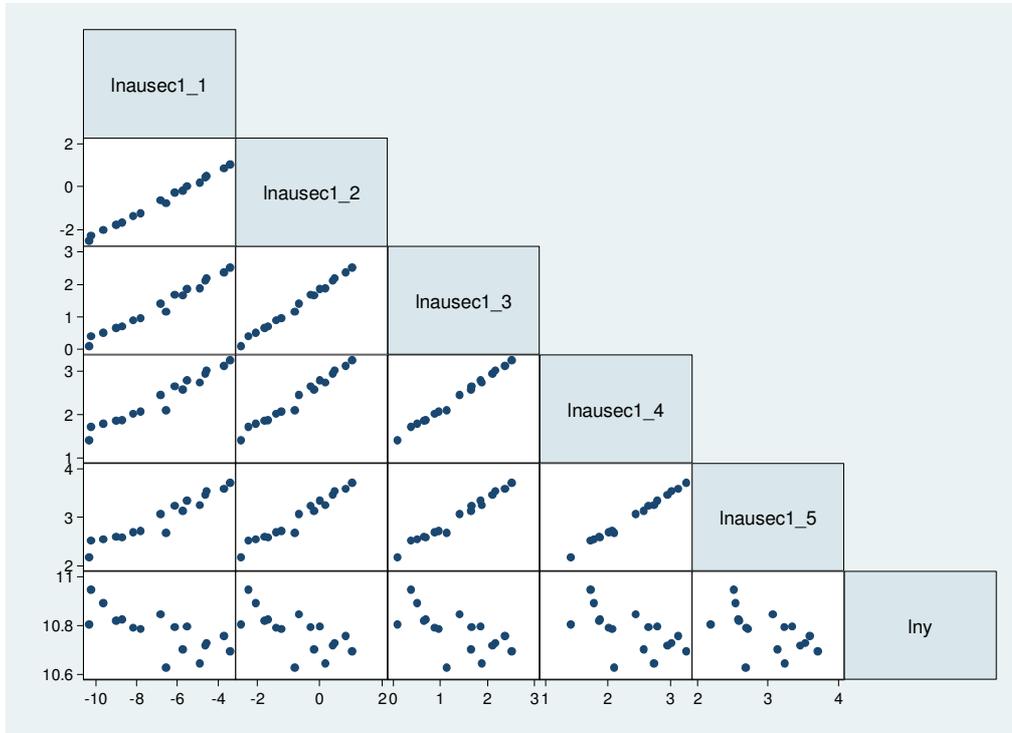
Number of obs = **119**
 Number of groups = **17**
 obs per group: min = **7**
 avg = **7.0**
 max = **7**
 F(1, 101) = **65.18**
 Prob > F = **0.0000**

LnUu	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LnASAU	.4115004	.0509707	8.07	0.000	.3103883	.5126124
_cons	-3.414217	.168813	-20.22	0.000	-3.749097	-3.079338
sigma_u	.48758043					
sigma_e	.33105809					
rho	.68445526	(fraction of variance due to u_i)				

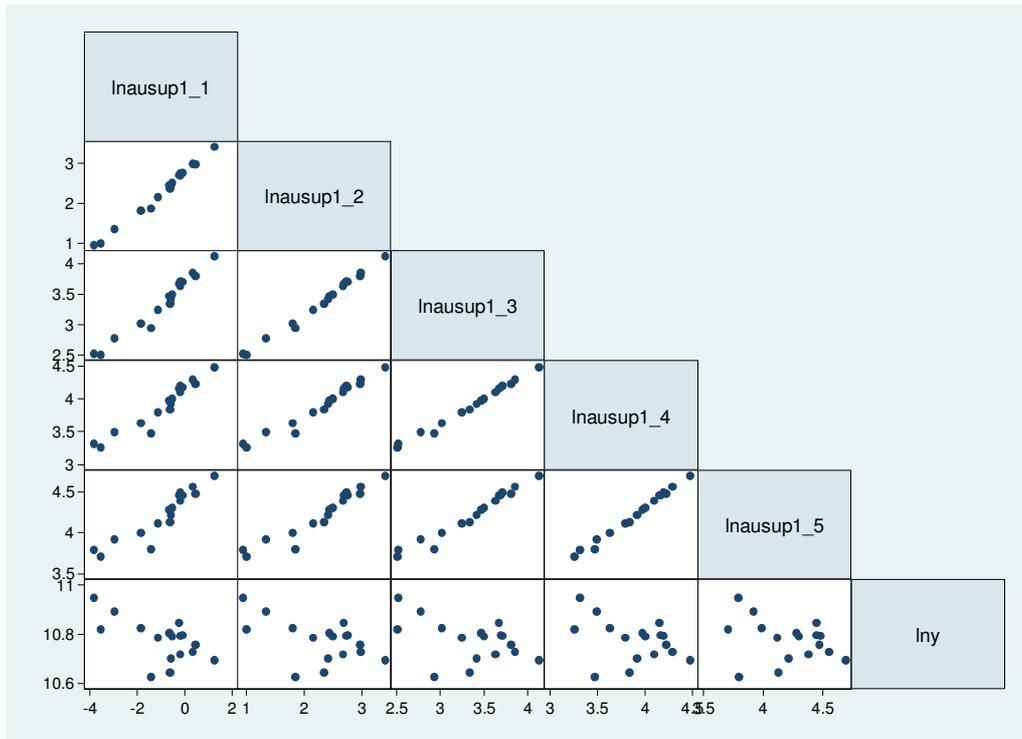
F test that all u_i=0: F(16, 101) = **7.23** Prob > F = **0.0000**

Gráfico 47: Matrices de Diagramas de Dispersión

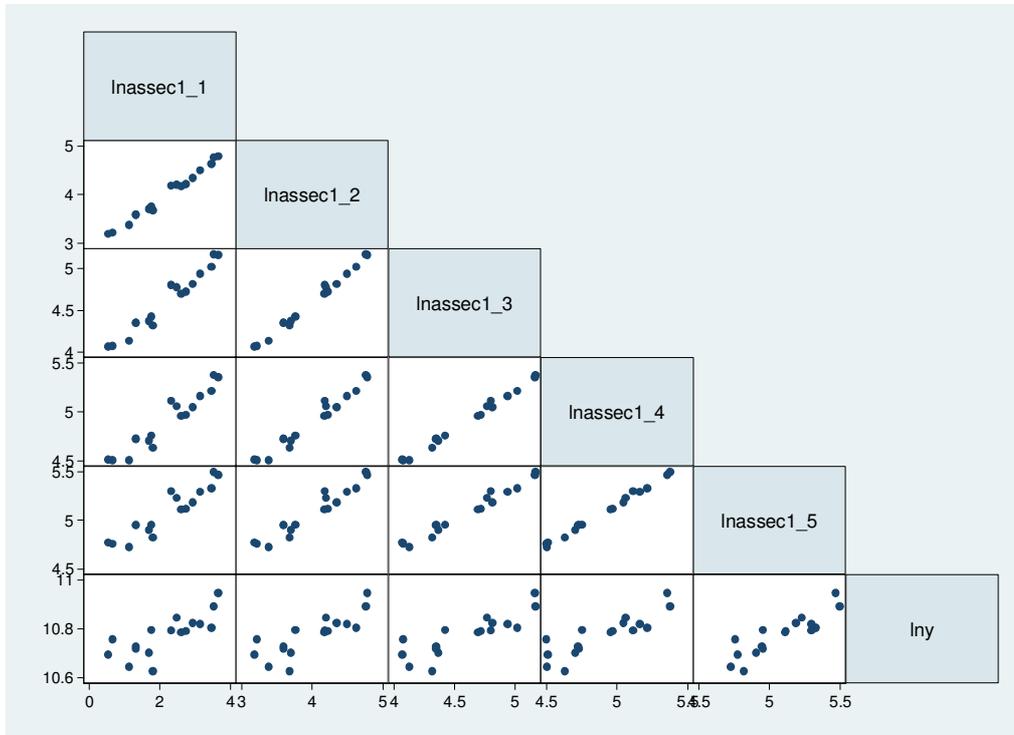
Gráficos A.1.1: Diagramas de dispersión entre productividades del trabajo no cualificado (considerando distintas elasticidades de sustitución) y el PIB por trabajador (Skilled=Secundaria o más estudios)



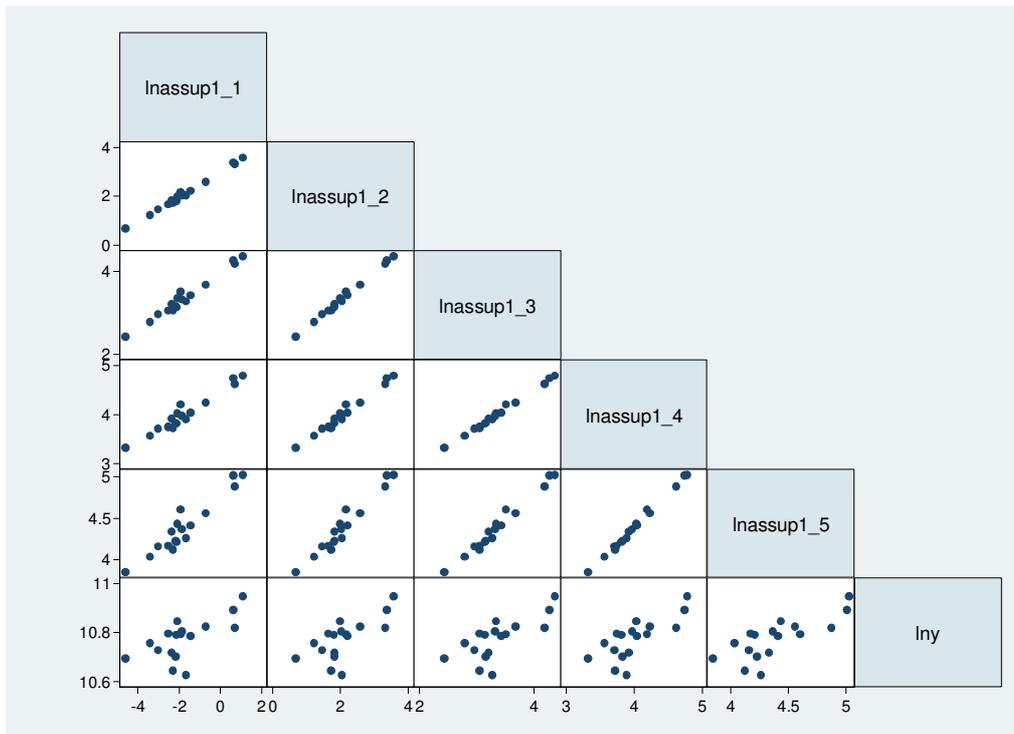
Gráficos 40.2: Diagramas de dispersión entre productividades del trabajo no cualificado (considerando distintas elasticidades de sustitución) y el PIB por trabajador (Skilled= Más de Secundaria)



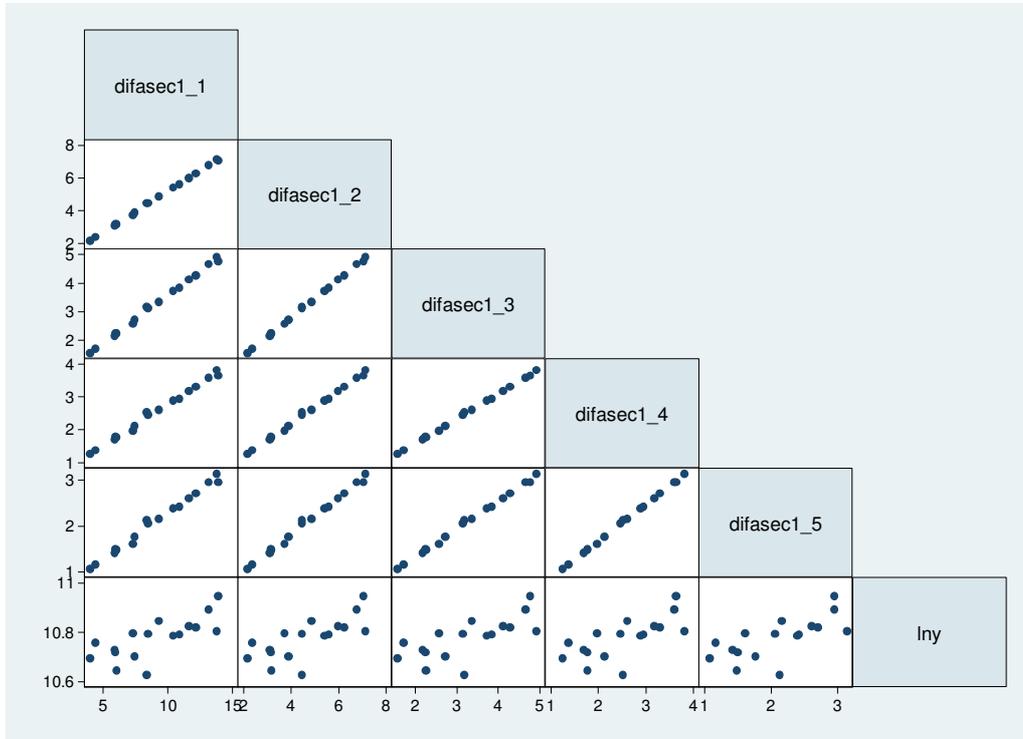
Gráficos 40.3: Diagramas de dispersión entre productividades del trabajo cualificado (considerando distintas elasticidades de sustitución) y el PIB por trabajador (Skilled=Secundaria o más estudios)



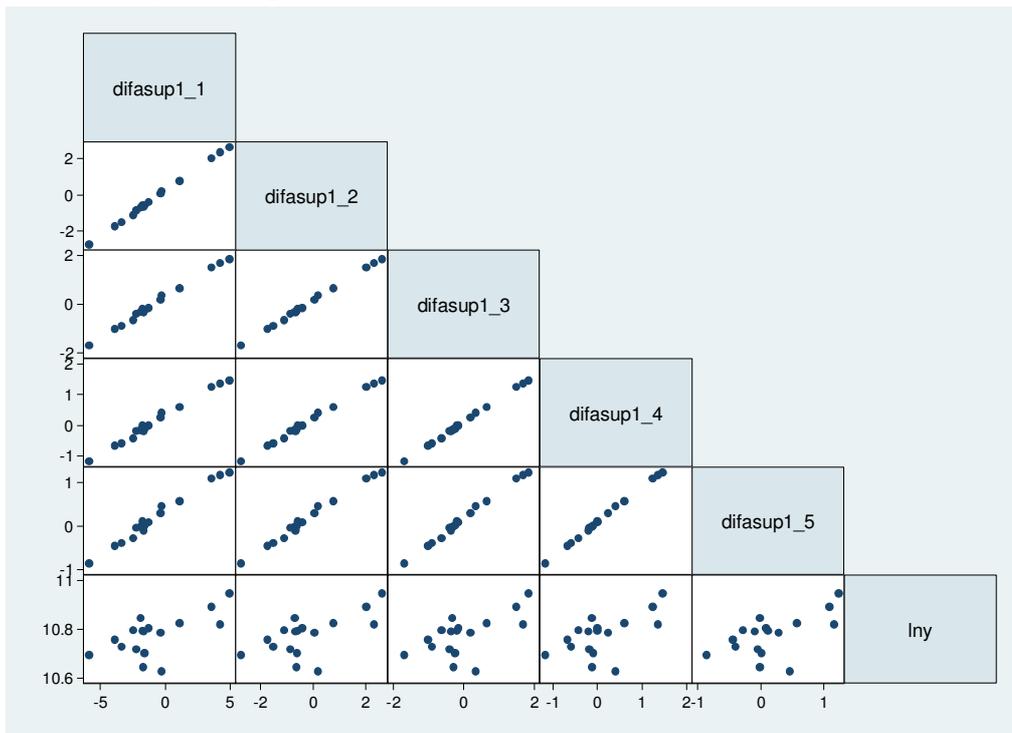
Gráficos 40.4: Diagramas de dispersión entre productividades del trabajo cualificado (considerando distintas elasticidades de sustitución) y el PIB por trabajador (Skilled= Más de Secundaria)



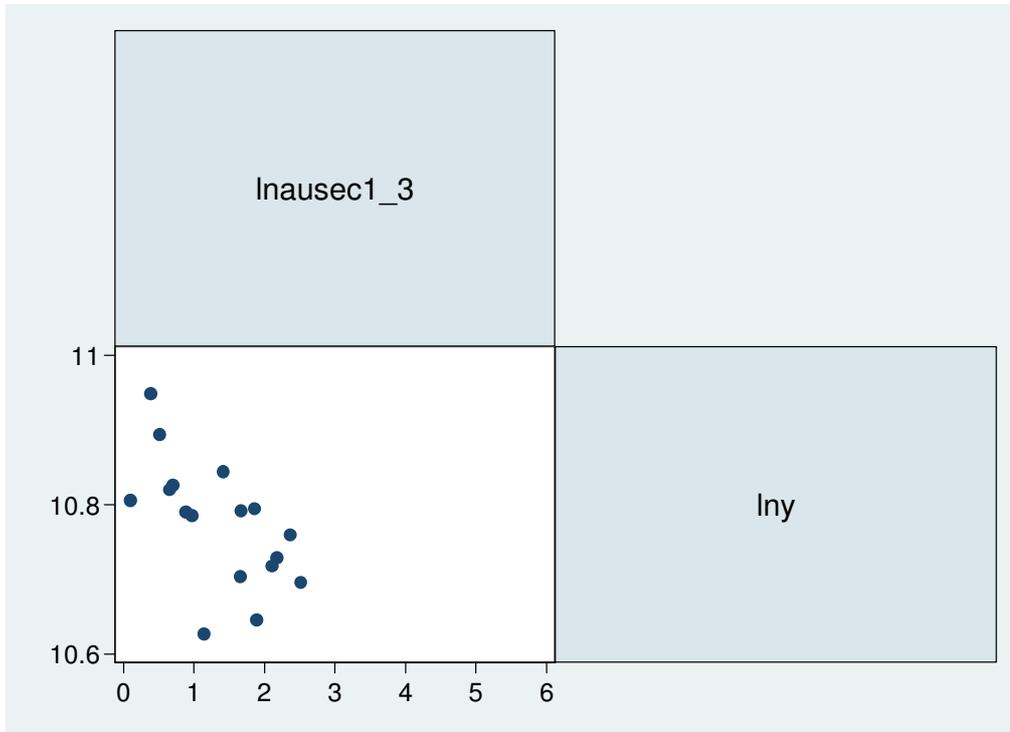
Gráficos 40.5: Diagramas de dispersión entre las diferencias de productividades de trabajo cualificado y no cualificado considerando distintas elasticidades de sustitución y el PIB por trabajador (Skilled=Secundaria o más estudios)



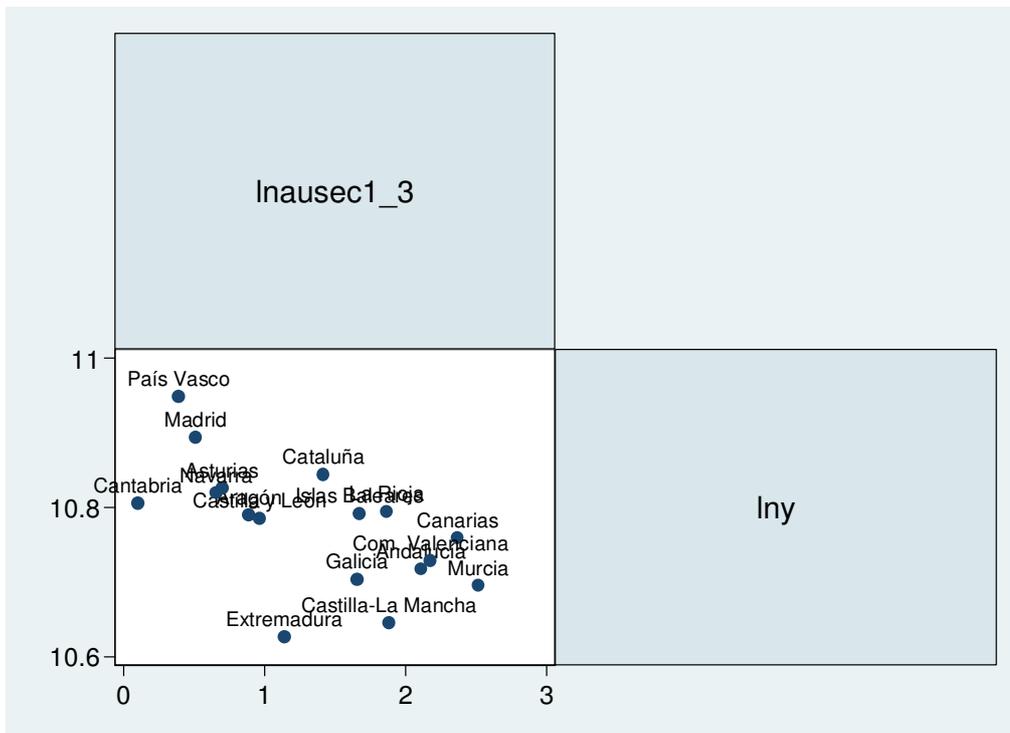
Gráficos 40.6: Diagramas de dispersión entre las diferencias de productividades de trabajo cualificado y no cualificado considerando distintas elasticidades de sustitución y el PIB por trabajador (Skilled= Más de Secundaria)



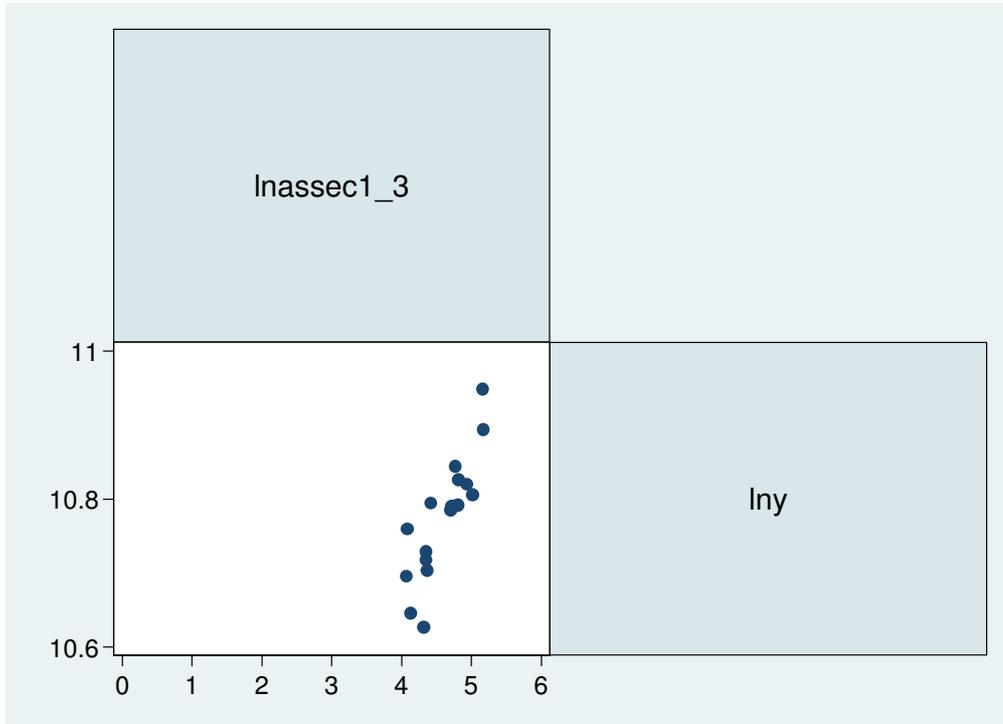
Gráficos 40.7: Diagramas de dispersión entre productividades del trabajo no cualificado y el PIB por trabajador, considerando elasticidad de sustitución igual a 1,3 y cualificación dada por la secundaria o más estudios (caso de referencia).



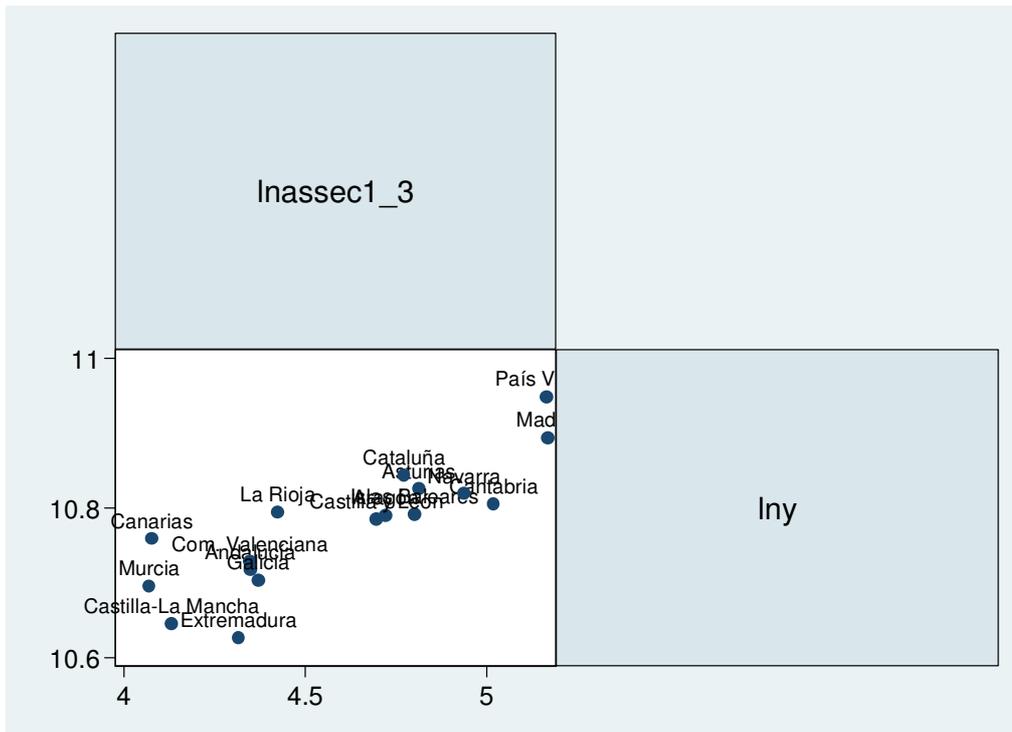
Gráficos 40.8: Diagramas de dispersión entre productividades del trabajo no cualificado y el PIB por trabajador rotulado por CCAA, considerando caso de referencia.



Gráficos 40.9: Matriz de diagramas de dispersión entre productividades del trabajo cualificado y el PIB por trabajador, considerando la elasticidad de sustitución igual a 1,3 y cualificación dada por la secundaria o más estudios (caso de referencia)



Gráficos 40.10: Matriz de diagramas de dispersión entre productividades del trabajo cualificado y el PIB por trabajador rotulado por CCAA, considerando el caso de referencia.



CAPÍTULO 3

LA POLARIZACIÓN EN ESPAÑA. UN ANÁLISIS TENIENDO EN CUENTA EL DESEMPLEO

1.- INTRODUCCIÓN

La polarización es un concepto surgido en los años 80 ante la imposibilidad de medir la desaparición de la clase media con las medidas de desigualdad conocidas hasta entonces. En sus comienzos, se relacionaba la desaparición de la clase media con el concepto de mayor desigualdad del ingreso y se utilizaban índices de desigualdad para su medición⁴⁵. Sin embargo, éstos resultaron inadecuados para medir este fenómeno ya que se puso de manifiesto que podía producirse una mayor polarización mientras que se reducía la desigualdad o el caso inverso. Trabajos como el Wolfson (1994) o Esteban y Ray (1994), además de formalizar la idea de polarización, muestran las diferencias entre este concepto y la desigualdad y ejemplos en los que ambas medidas presentan comportamientos opuestos. Un caso extremo de desigualdad sería, por ejemplo, una sociedad en la que una persona posea todo el ingreso de una región y el resto poblacional no disponga de nada. Esa sociedad es desigual, sin embargo, no se trataría de una región polarizada dado que las medidas de polarización tienen en cuenta los tamaños de los grupos (la persona que posee todo el ingreso no tiene un tamaño significativo). Asimismo, las medidas de desigualdad no son capaces de distinguir si la población está concentrándose en torno a un polo (la media), o bien en torno a dos o más polos. Así, el interés de estos dos conceptos tiene orígenes distintos:

- Desigualdad: Medición de equidad. La medición de la desigualdad está sustentada en el Principio de Transferencias de Pigou-Dalton, que establece que cualquier transferencia de renta de un individuo a otro con menos recursos que él reduce la desigualdad siempre que se preserve el orden inicial entre ambos.
- Polarización: Preocupación por la cohesión social. La polarización mide si la sociedad está dividida en grupos de tamaño significativo. Una sociedad es

⁴⁵ Como, por ejemplo, en Levy y Murnane (1992), Horrigan y Haugen (1988), Blackburn y Bloom (1986), entre otros.

más polarizada y es más propensa al conflicto social cuando los grupos en que está dividida sean más parecidos internamente y menos iguales entre ellos.

El término polarización se ha ido expandiendo en dos líneas:

- Forma particular de desigualdad donde crecen los extremos de la distribución a costa de los niveles intermedios.
- Formación de grupos reducidos homogéneos internamente y diferentes entre sí dentro de una distribución.

Sin embargo, es la segunda definición la que permite diferenciar los conceptos de desigualdad y polarización. La mayor homogeneidad interna en un grupo significa mayor polarización y a su vez menos desigualdad. Así pues, de manera resumida:

- Polarización: Mide concentración en torno a diferentes polos (distribuciones multimodales)
- Desigualdad: Concentración en torno a la media (distribuciones unimodales).

Aunque *la medición de la polarización lleva asociadas ciertas dificultades y juicios de valor* (Fuentes y Fuentes, 2010), los niveles de polarización existentes en distintos aspectos como polarización monetaria, polarización espacial, etc. son un tema de debate público.

Teniendo en cuenta que el origen del concepto de polarización está en la preocupación por la cohesión social y la preocupante situación que se presenta en España por sus altas tasas de desempleo, en este trabajo se busca dar respuestas a las siguientes preguntas: ¿Cómo ha evolucionado la polarización salarial en España en el período 2004-2010? ¿Qué variables socio-económicas son las que mejor explican este fenómeno? ¿Debería considerarse específicamente el hecho de contar con una importante cantidad de personas desempleadas (es decir, con salario cero)? Con el fin de contestar a estas preguntas y principalmente a la

última, en esta Tesis se propone una metodología que intenta aproximar la medida de polarización para que tenga en cuenta a los desempleados a través de la utilización de distribuciones mixtas. Asimismo, para encontrar los determinantes de la polarización salarial por características, se obtiene la polarización por grupos de acuerdo a características como el género, la educación o el tipo de contrato. En concreto, una premisa a contrastar es que el nivel de educación de la población es la variable fundamental a la hora de explicar la polarización salarial en España.

Con el fin de realizar la investigación antes detallada, este capítulo se estructura de la siguiente forma. En la sección siguiente, se presenta el concepto de polarización y cómo han ido evolucionando las medidas que se proponen para su cálculo. Así también, se presenta el marco teórico de las distribuciones mixtas y una revisión bibliográfica sobre la utilización de las medidas de polarización en la literatura. En el apartado tercero, se muestran los resultados del análisis de polarización que se obtienen para España, junto a las líneas futuras de investigación. Finalmente, los comentarios finales se incluyen la sección cuarta, seguidos del anexo de este capítulo.

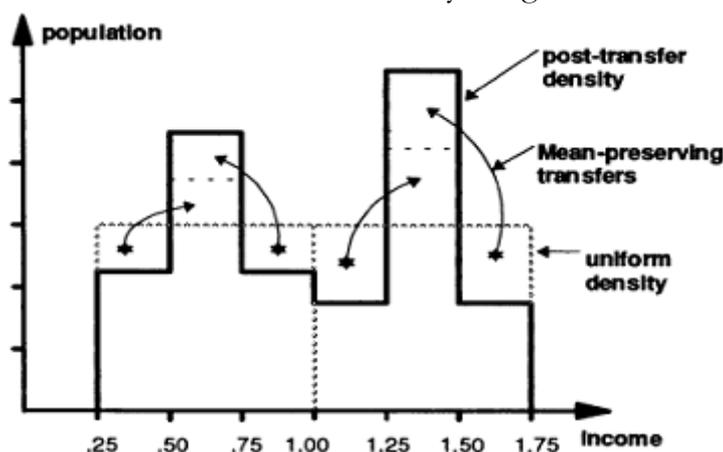
2.- EL CONCEPTO DE POLARIZACIÓN Y SU MEDICIÓN

En los años 80 existía consenso en cuanto a la disminución considerable de la clase media, pero no en cuanto a la definición o medición de este fenómeno, que presentaba grandes controversias. Por ejemplo, muchos estudios fallaban al contrastar la sensibilidad de sus resultados con especificaciones alternativas de la clase media o diferentes técnicas para medir su tamaño. En los trabajos sobre economía laboral de esa década, el estudio de la desaparición de la clase media se basaba en la utilización de indicadores de desigualdad (Levy y Murnane, 1992; Horrigan y Haugen, 1988; Blackburn y Bloom, 1986). Horrigan y Haugen (1988),

por ejemplo, usaban los ratios entre cuantiles de la distribución de los salarios para realizar un análisis de sensibilidad. Aunque estos autores constatan la disminución de la clase media en su trabajo, dependiendo del método que utilicen encuentran que la clase media se enriquece o se empobrece. Así, con el enfoque del mantenimiento del poder de compra de la clase media, la gente pasa de la clase media a la clase alta. Sin embargo, si la clase media se mide como un porcentaje fijo alrededor del ingreso mediano para cada año, la disminución de la clase media se desplaza tanto hacia la clase baja como hacia la clase alta, pero en mayor medida hacia esta última.

Wolfson (1994) también estaba interesado en el estudio de la desaparición de la clase media, pero se mostraba en desacuerdo con los trabajos que utilizaban medidas de desigualdad o con las investigaciones que definían previamente de forma *ad hoc* el tamaño del grupo de renta media. Este autor argumentaba que el Principio de Transferencias de Pigou-Dalton era inconsistente con el concepto de polarización o el carácter binomial que se encuentra en la raíz de este fenómeno. Así, distingue entre los conceptos de polarización y desigualdad (Gráfico 48).

Gráfico 48: Polarización y desigualdad



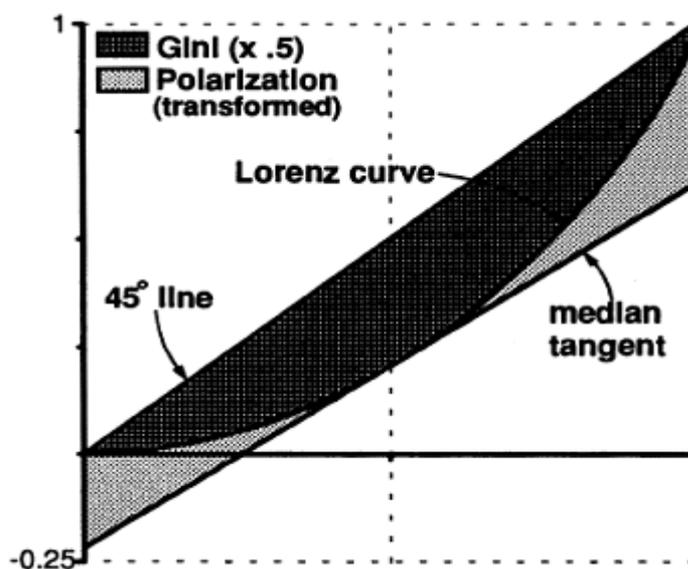
Fuente: Wolfson (1994).

En el Gráfico 48 se muestran dos funciones de densidad de distribuciones de ingresos hipotéticas. La primera es una densidad rectangular uniforme en el

intervalo 0,25-1,75, que se muestra con una línea de puntos. La segunda densidad, mostrada con la línea continua, es claramente bimodal y tiene reducida su zona central. Así, de acuerdo con cualquier definición de polarización o disminución de clase media, la segunda densidad estaría más polarizada. Sin embargo, no sería más desigual. Las flechas en el gráfico indican que la segunda distribución se obtiene de la primera a partir de dos conjuntos de transferencias redistributivas que no alteran la media en el sentido de Atkinson (1970). Así, la distribución bimodal es al mismo tiempo más polarizada, pero más igualitaria que la distribución uniforme de la que se deriva.

Wolfson construye una curva de polarización, asignando valores para cada proporción de la población (p), que genera una ordenación parcial que su índice hace completa. En el Gráfico 49 se presenta la medida de polarización propuesta por este autor. Ahí, se puede observar cómo su índice se obtiene integrando el área que hay por debajo de la curva de Lorenz, re-escalándola de tal forma que tome valores entre cero y uno.

Gráfico 49: Medida de polarización basada en la curva de Lorenz propuesta por Wolfson (1994)



Fuente: Wolfson (1994).

Entonces, si μ , m , $L(p)$ y G representan respectivamente a la media, la mediana, la curva de Lorenz y el coeficiente de Gini, el índice de Wolfson es:

$$(43) \quad w = 4 \frac{\mu}{m} \left[\frac{1}{2} - L\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{G}{2} \right]$$

Sin embargo, el trabajo de Wolfson sólo considera las distribuciones bimodales. Así, Esteban y Ray (1994) presentan una noción más general y exponen formalmente el fenómeno de la polarización, presentando su concepto y la derivación de su medida (para el caso discreto).

2.1.- La medida propuesta por Esteban y Ray

Esteban y Ray conciben la polarización como un factor determinante de situaciones de conflicto, revueltas y descontento social general (en especial cuando la variable subyacente es el ingreso o la riqueza). Además, la consideran como una medida alternativa a las medidas de desigualdad económica al considerar el grado en el que la población se agrupa, según determinadas características, alrededor de un número dado de grupos o polos situados a cierta distancia. Esteban y Ray (1994) definen a la población polarizada como la población agrupada en *clusters* de tamaño significativo, de tal manera que sus integrantes poseen atributos semejantes y distintos a los de los demás *clusters*. Se piensa en cada sociedad como una amalgama de grupos, donde dos individuos de un mismo grupo son “similares” y los de grupos diferentes son “distintos” en relación a un conjunto de atributos o características. Así, la polarización de una distribución de atributos individuales debe mostrar las siguientes características:

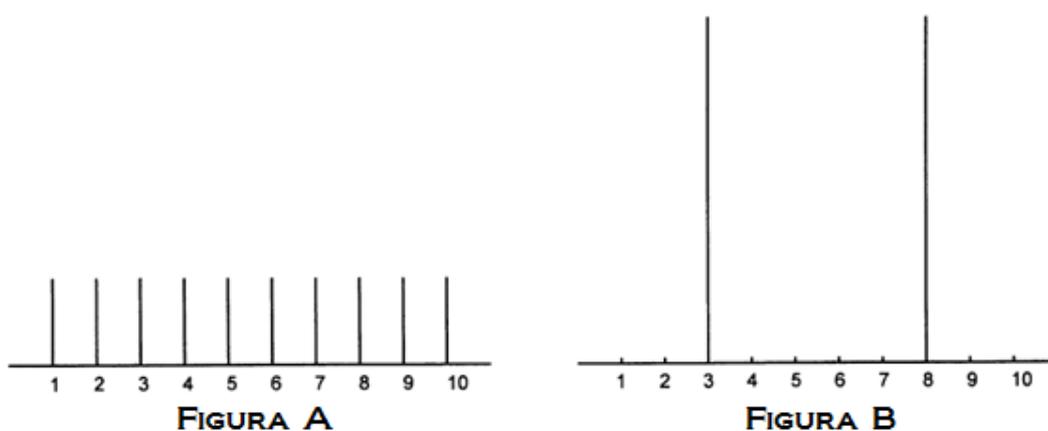
1. Alto grado de homogeneidad dentro de cada grupo,
2. Alto grado de heterogeneidad entre los grupos, y
3. Un pequeño número de grupos de tamaño significativo. En particular, los grupos de tamaño pequeño (por ejemplo, los individuos aislados) deben tener poco peso.

La segunda característica presenta el vínculo entre polarización y desigualdad, mientras que la primera y la última las diferencian. A continuación, se presentan varios supuestos para ilustrar las tres características mencionadas.

Supuesto 1.

En el Gráfico 50 se presentan dos figuras. En la figura A, la población se distribuye uniformemente entre los 10 valores del ingreso, que se separan de la misma manera en una unidad. En la figura B, la población se concentra en dos puntos, 3 y 8. De estas figuras, la que presenta una mayor polarización es la B, dado que ahí quedan dos grupos perfectamente formados, mientras que en la figura A, la sensación de identidad grupal es más confusa. En la figura B, la población es rica o pobre y no hay clase media, creándose una brecha entre los dos grupos, que se podría pensar que es una situación más conflictiva que la de la figura A. Sin embargo, cabe deducir que cualquier medida de desigualdad que sea consistente con el orden generado por la Curva de Lorenz, aplicada a estas dos distribuciones, mostraría una menor desigualdad en la figura B.

Gráfico 50: Diagramas para ilustrar el supuesto 1

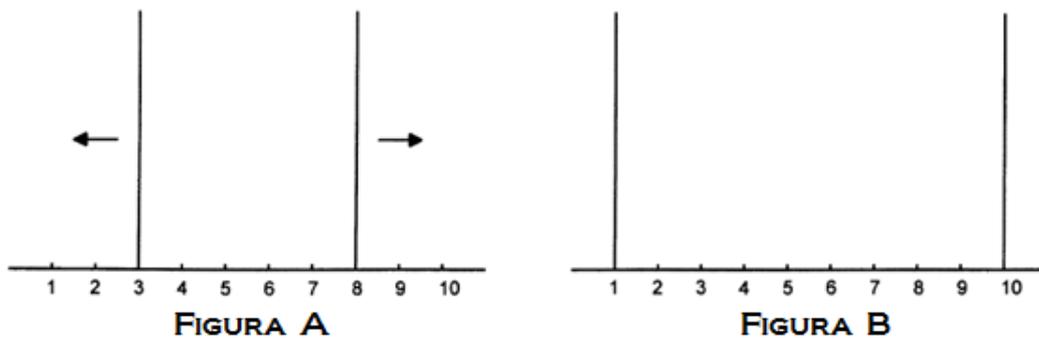


Fuente: Esteban y Ray (1994)

Supuesto 2.

Lo que se pretende mostrar ahora es que la noción de polarización no siempre entra en conflicto con la de desigualdad. Así, el Gráfico 51 muestra casos donde una creciente polarización también puede ajustarse a un empeoramiento de la desigualdad en el sentido de Lorenz de la distribución estudiada. En las figuras A y B, se presenta una distribución de ingresos en dos períodos distintos. En ambos períodos, la homogeneidad intra-grupos es la misma, sin embargo, entre los grupos la heterogeneidad es mayor en B, por lo que la polarización es mayor, así también como la desigualdad del ingreso (en relación con A).

Gráfico 51: Diagramas para ilustrar el supuesto 2



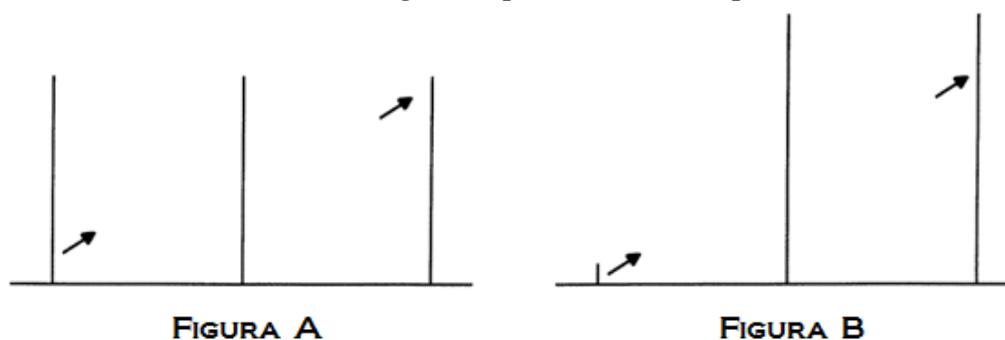
Fuente: Esteban y Ray (1994)

Supuesto 3.

En el Gráfico 52 se muestra una situación que presenta mayor complejidad que los casos anteriores. En la figura A, la población se distribuye en tres valores de ingreso igualmente espaciados, siendo las masas central e izquierda aproximadamente del mismo tamaño. Si se considera un pequeño cambio de la población del extremo izquierdo al extremo derecho, se crean dos grupos claramente definidos y el tercero (el de la izquierda) puede jugar un papel decisivo en contribuir a la tensión social que existe de modo que el efecto neto no está claro. Sin embargo, en la figura B, la masa izquierda es muy pequeña si se la

compara con las otras dos de su derecha. En este caso, la contribución inicial de la masa izquierda es escasa y podría tener sentido argumentar que el mismo movimiento ahora sirve para aumentar la polarización. Según Esteban y Ray, mientras no se adopte este supuesto como una suposición básica para su resultado principal, no puede explorarse su implicación para la elección de la medida que se debe utilizar. Para Esteban y Ray, éste es un axioma básico, dado que sirve para observar hasta dónde se puede llegar con la medida de polarización sin su concurso.

Gráfico 52: Diagramas para ilustrar el supuesto 3



Fuente: Esteban y Ray (1994)

Esteban y Ray presentan estos tres ejemplos para diferenciar las medidas de desigualdad de las de polarización, así como para caracterizar este último concepto. Sin embargo, a su vez, presentan dos supuestos más para abordar un conjunto de cuestiones completamente distintas.

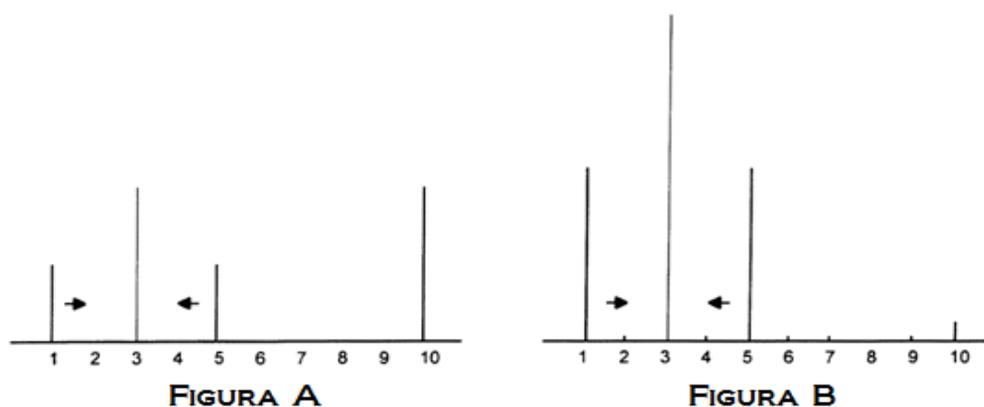
Estos autores pretenden resaltar la idea que los indicadores de desigualdad no son generales, mientras que las medidas de polarización deben serlo. Para aclarar este punto, hay que tener en cuenta el Principio de Transferencias de Pigou-Dalton, que subyace a la ordenación de Lorenz. Este principio establece que, partiendo de cualquier distribución de ingresos, cualquier transferencia de ingresos de un individuo a uno más rico que él aumenta la desigualdad, siempre que no se altere la ordenación relativa entre ellos. Este principio es local, dado que para aplicarlo no es necesario tener en cuenta la distribución en su conjunto. Sin embargo, estos

autores encontraron imposible una descripción local para aumentar la polarización. Los supuestos que siguen tratan de explicar por qué.

Supuesto 4.

En el Gráfico 53 se presentan dos distribuciones de ingresos en las Figuras A y B, cada una de las cuales presenta masas en los puntos 1, 5 y 10. En la figura A, la mitad de la población se divide igualmente entre los ingresos 1 y 5, y la otra mitad está en el ingreso 10. Si se produce una fusión de los dos primeros grupos en una nueva masa en 3, ¿qué ocurre con la polarización? En primer lugar, con esta unión desaparece la animosidad entre los grupos 1 y 5, y ahora las diferencias se presentan entre 3 y 10. En esta situación, el nuevo grupo, 3, ve a 10 como a un nuevo “enemigo común”. Por lo que respecta al grupo de ingresos de nivel 10, ahora se ve “enfrentado” a un grupo de individuos unidos similar a él en tamaño. En esta situación sería difícil defender que la polarización ha disminuido.

Gráfico 53: Diagramas para ilustrar el supuesto 4



Fuente: Esteban y Ray (1994)

Sin embargo, en la Figura B, los grupos 1 y 5 son más grandes que en A (la mayoría de la población se divide entre estos) y el nivel 10 es más pequeño. Dado que el tamaño del grupo 10 es muy pequeño, la mayoría de la polarización en B se debe a las diferencias entre 1 y 5 y, si se fusionan 1 y 5, desaparece la tensión

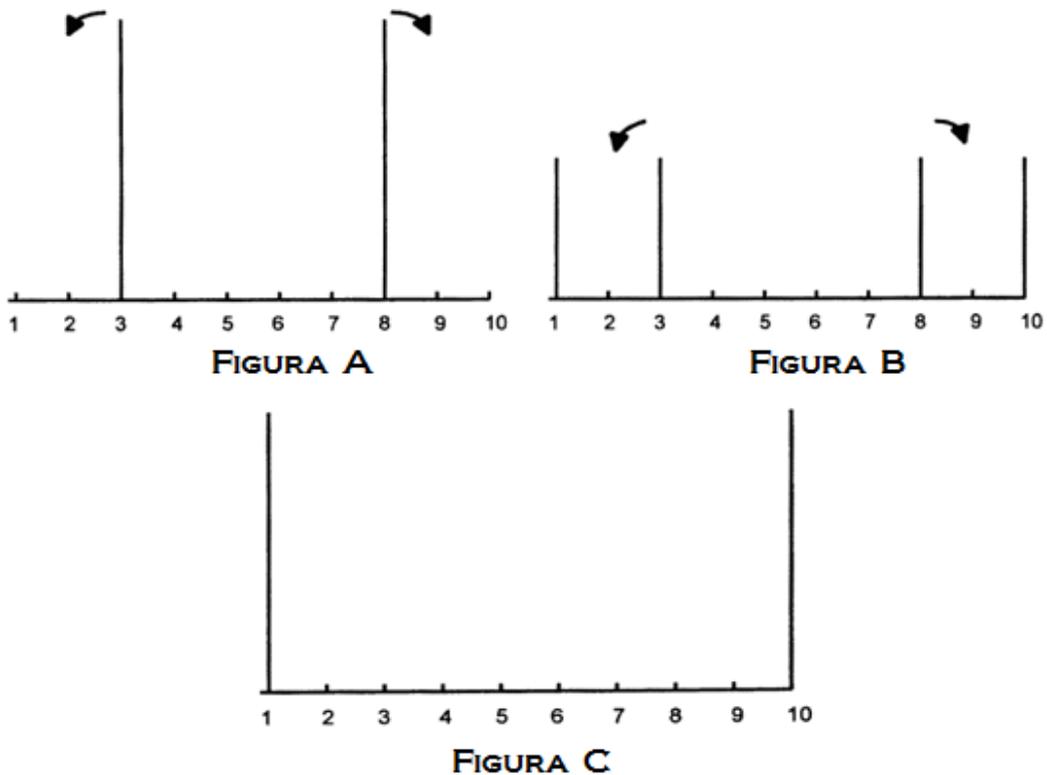
social entre estos. Es verdad que todavía está el grupo en 10, pero es pequeño y la tensión intra-grupos también será pequeña en la nueva situación, así que en la Figura B la disminución de la polarización es el argumento más convincente.

Supuesto 5.

Nuevamente se reconsidera el supuesto 2. En el Gráfico 54 se presentan 3 figuras (A, B y C), siendo B una situación intermedia entre A y C. Partiendo de A, se producen una serie de pequeñas transferencias, mediante las cuales la mitad de los individuos de ingresos 3 y 8 se traslada a 1 y 10 respectivamente (B). Las figuras A y C son las mismas que aparecen en el Gráfico 51, y la B es un escenario intermedio, en el que la población se divide igualmente entre los niveles de ingresos 1, 3, 8 y 10. Estos cambios generan una secuencia de distribuciones dominadas según Lorenz en sentido regresivo. Del supuesto 2, ya se sabe que C está más polarizada que A, pero ¿es el escenario B más polarizado que A? La respuesta a esta pregunta es ambigua, dado que, aunque hay más grupos en B que en A, también hay poca homogeneidad por grupo. Todo dependerá de si se otorga más peso a las diferencias entre los grupos a expensas de la homogeneidad intra-grupos. Estos autores no hacen ninguna afirmación sobre la dirección del cambio, solo muestran la ambigüedad que existe.

Los supuestos 4 y 5 tratan de ilustrar lo difícil que puede ser encontrar un orden parcial (razonablemente rico) para los aumentos en la polarización. El efecto sobre la polarización de un determinado cambio puede depender de factores que pueden no estar relacionados directamente con el cambio (por ejemplo, el tamaño de los 10 grupos en las Figuras A y B del Gráfico 53). Cuando Esteban y Ray discuten sobre la naturaleza global del concepto se refieren a esto. Es más, las mismas direcciones del cambio pueden estar asociadas a diferentes efectos sobre la polarización, dependiendo de las configuraciones iniciales. Estos puntos se ilustran en los supuestos 4 y 5. Sin embargo, estas dos características están ausentes en la medida de desigualdad, plasmada en la ordenación de Lorenz.

Gráfico 54: Diagramas para ilustrar el supuesto 5



Fuente: Esteban y Ray (1994)

Con el fin de hacer operativa esta idea, Esteban y Ray introducen las tres características enunciadas anteriormente de forma axiomática, y muestran que la medida que proponen exhibe “un buen comportamiento” en el contexto de las características deseadas. Su variable básica es el logaritmo natural del ingreso, denotado por y (obviamente, no se consideran los ingresos menores o iguales que cero).

De acuerdo con las intuiciones anteriores, Esteban y Ray proponen una medida de polarización como una función:

$$P: D \rightarrow \mathbb{R}^+$$

donde D es el conjunto de distribuciones definidas como:

$$D = \bigcup_{N=2}^{\infty} \bigcup_{k=1}^N D_{N,k}$$

Siendo:

$$(44) \quad D_{N,k} = \{(\boldsymbol{\pi}, \mathbf{y}) \equiv (\boldsymbol{\pi}_1, \dots, \boldsymbol{\pi}_k; \mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_k) : \mathbf{y} \in \mathbb{R}^k, y_i \neq y_j; \forall i, j, \pi > 0, \sum_{i=1}^k \pi_i = N\}$$

$$D = \bigcup_{N=2}^{\infty} \bigcup_{k=1}^N D_{N,k}$$

donde k son los grupos que se forman en la población de tamaño N , π_i el tamaño de la población en el grupo i , e y_i el logaritmo del ingreso del grupo i .

Adicionalmente, Esteban y Ray asumen que el *ranking* inducido por una medida de polarización entre dos distribuciones no varía con respecto al tamaño de la población, por lo que imponen la siguiente restricción adicional:

Condición H:

Para dos distribuciones (π, y) y (π^*, y^*) , si $P(\cdot, \cdot)$ es una medida de polarización, se tiene que:

$$P(\pi, y) \geq P(\pi^*, y^*) \Rightarrow P(\theta\pi, y) \geq P(\theta\pi^*, y^*) \quad \forall \theta > 0$$

De esta manera, Esteban y Ray modelan la polarización a partir de dos hechos. Por un lado, los individuos de un grupo se sienten identificados con las personas de su mismo grupo. Así, la homogeneidad dentro de cada grupo aumenta la polarización. Es decir, se considera:

- Función de Identificación:

$$I: \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+$$

tal que

$$I(q) > 0 \text{ si } q > 0,$$

donde q es la cantidad de personas con igual valor de la variable de identificación (y).

Por otro lado, los individuos de un grupo sienten antagonismo hacia los individuos de los otros grupos. Así, la heterogeneidad entre los grupos también aumenta la polarización. Es decir, se define:

- Función de Alienación:

$$a: \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+$$

tal que es una función continua no decreciente con:

$$a(0) = 0$$

Además, el individuo y siente una alienación, $a[\delta(y, y')]$, por el individuo y' , siendo:

$$\delta(y, y') = |y - y'|$$

Entonces, la polarización puede considerarse como la suma de antagonismos efectivos entre los individuos que pertenecen a distintos grupos. Los antagonismos efectivos son el resultado conjunto de la alienación entre los

grupos combinado con el sentido de identificación al propio grupo, $T(I,a)$, de modo que:

$$I = I(q), a = a[\delta(y, y')],$$

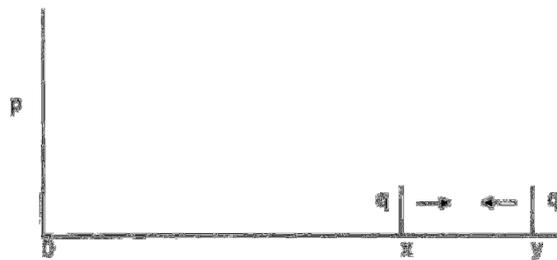
donde $T(I,a) > 0$, si $I > 0$, $a > 0$ mientras que $T(I,0) = 0$

Esta formulación conduce a una amplia clase de medidas de polarización, que se pueden generalizar mediante la siguiente expresión:

$$(45) \quad ER(\pi, \mathbf{y}) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \pi_i \pi_j T\left(I(q_i), a\left(\delta(y_i, y_j)\right)\right)$$

A continuación, para dar estructura a las funciones $I(\cdot)$, $a(\cdot)$ y $T(\cdot, \cdot)$, Esteban y Ray imponen los siguientes axiomas:

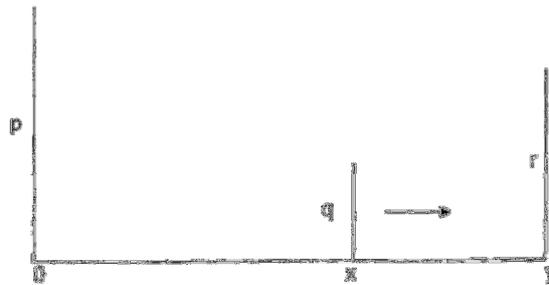
Axioma 1



En este caso se tienen 3 masas (p , q y q), en 0 , en x y en y , respectivamente. Las dos masas de la derecha son, de forma individual, más pequeñas que la masa p . Mas aún, están más cerca entre sí que con respecto a p . En este caso, fusionando las dos masas en una sola (identificando los grupos), sin cambiar la distancia media con respecto al grupo de tamaño p , debe haber un aumento en la polarización. Formalmente:

Sean p una masa en p , $q > 0$, $p > q$, $0 < x < y$. Fijados $p > 0$ y $x > 0$, si existen $\lambda > 0$ y $\mu > 0$ tales que $(\delta(x, y) < \lambda)$ y $(q < \mu p)$, entonces la fusión de las dos masas de tamaño q en su punto medio, $(x+y)/2$, aumenta la polarización.

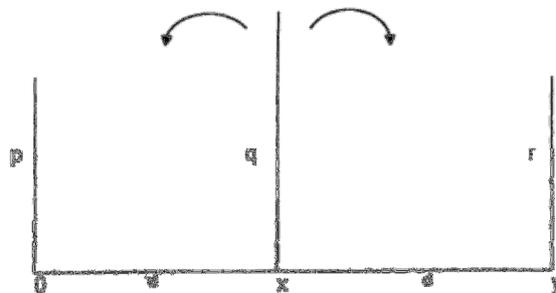
Axioma 2



En este caso nuevamente se tiene una distribución con tres grupos. Sin embargo, esta vez, la masa intermedia q se ubica al menos tan cerca de la masa p que de la masa r . Además, la masa p es más grande que la r . Así, si sólo se permiten pequeños cambios de ubicación en q , el movimiento que la lleve más cerca de la masa más cercana y pequeña debería aumentar la polarización. Formalmente:

Para $(p, q, r) \gg 0$, $p > r$, $x > |y - x|$, existe λ tal que, si la masa de la población q se mueve hacia la derecha (hacia r) en una cantidad que no exceda λ , la polarización aumenta.

Axioma 3



La formación de cualquier nueva distribución a partir de cambios en la masa de población de la masa central q de manera equitativa hacia dos masas laterales p , cada una separada por una distancia d , aumenta la polarización. Formalmente:

Para $(p,q,r) \gg 0$, $x = y - x \equiv d$, cualquier nueva distribución formada por movimientos de masas de población, de la masa central q de manera equitativa hacia dos masas laterales, a una distancia d , debe aumentar la polarización.

Así, el índice de polarización que se obtiene, que cumple los axiomas y la condición H, es:

$$(46) \quad ER(\alpha, y) = K \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_i^{1+\alpha} n_j |y_i - y_j|$$

En (46), n_i , n_j , y_i e y_j son el tamaño del grupo i , el tamaño del grupo j , y sus respectivos ingresos expresados en logaritmos⁴⁶. Mientras que $K > 0$ es simplemente una constante multiplicativa que no tiene importancia en el orden, pero que es utilizada para normalizar a la población; $0 < \alpha \leq 1,6$ es un parámetro de sensibilidad con respecto a la polarización. El hecho que los pesos poblacionales estén elevados a un valor mayor a la unidad es lo que diferencia a la medida de polarización ya que, cuanto mayor sea su valor, mayor será la diferencia de comportamiento entre la medida de polarización y la de desigualdad. Así, para $\alpha=0$ esta medida se iguala al índice de Gini, si se cambia el logaritmo de las rentas por las rentas divididas por la media. El que α deba ser mayor que 1 impone un distanciamiento mínimo del índice de Gini.

Sin embargo, esta medida plantea algunos problemas que limitan su aplicación práctica. Así, no es adecuado utilizar este índice:

⁴⁶ La elección de esta variable se debe al supuesto de que sólo los porcentajes importan. Pero cualquier otro escalar puede ser usado como variable de básica de estudio con poca diferencia conceptual.

1. En situaciones en las que se fuerza a que los grupos sean iguales (deciles o cuantiles en general), dada su sensibilidad al tamaño de los grupos, o
2. Directamente sobre micro-datos, si éstos no han sido agrupados previamente según algún criterio.

2.2.- La extensión propuesta por Esteban, Gradín y Ray

Con el fin de solucionar los problemas asociados a la medida propuesta por Esteban y Ray, Esteban, Gradín y Ray (1999) presentan una extensión para la noción de polarización que hace más operativo su cálculo, al no depender de la forma en que se presentan los datos. Además, demuestran que las medidas de Wolfson y de Esteban y Ray son casos particulares de este enfoque.

La medida de Esteban y Ray no tiene en cuenta la pérdida de información que se produce al no contemplar la información intra-grupal. Por ello, Esteban, Gradín y Ray proponen un posible criterio de agrupación de los individuos y así consiguen incorporar la información sobre la distribución intra-grupal. Inicialmente, definen una representación simplificada de la distribución original en una serie de grupos mutuamente excluyentes.

Se supone que $f(x)$ representa la función de densidad de la variable objeto de estudio, transformada de tal manera que su media sea 1 y su intervalo de variación sea $[a, b]$. Así, sea ϱ la representación simplificada de $f(x)$ en k grupos, de manera que su caracterización sería:

$$\rho = (z_0, z_1, \dots, z_k; \pi_1, \pi_2, \dots, \pi_k; \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k)$$

donde $a = z_0 < z_1 \dots < z_k = b$

$$\pi_i = \int_{z_{i-1}}^{z_i} f(x) dx$$

$$\mu_i = \frac{1}{\pi_i} \int_{z_{i-1}}^{z_i} x f(x) dx$$

Con $i=1, 2, \dots, k$

Es decir, z_i son los puntos de corte, π_i las proporciones de personas en cada grupo, μ_i la media de los ingresos de cada grupo, y k la cantidad de grupos que se forman.

Al utilizar ρ en lugar de f , la representación induce un error de aproximación $\varepsilon(f, \rho)$, debido al grado de dispersión interna de los grupos (heterogeneidad interna), por lo que puede interpretarse como la falta de identificación de los mismos. Esteban, Gradín y Ray definen este error en términos de la media de las distancias entre todos los componentes de cada grupo y puede describirse como el componente intra-grupal de la descomposición en grupos del índice de Gini⁴⁷.

Así pues, se deduce que el error de aproximación se identifica con la desigualdad de la distribución f menos la desigualdad entre grupos dado por ρ , medidas utilizando el índice de Gini:

$$(47) \quad \varepsilon(f; \rho) = G(f) - G(\rho)$$

Entonces, para calcular el nivel de polarización global de la distribución f (polarización extendida), la medida propuesta es:

⁴⁷ Lambert y Aronson (1993).

$$(48) \quad EGR(f; \alpha, \beta, \rho) = ER(\alpha, \rho) - \beta \varepsilon(f; \rho)$$

Primero se mide la polarización simplificada, que es la medida ER calculada en la representación ρ , y luego se descuenta el grado de heterogeneidad interna. β es un parámetro, mayor o igual que cero, que mide el peso que se le da a la falta de identificación que se produce cuando se usa una distribución simplificada, en lugar de la original.

Al implementar el enfoque de ER , se deben adoptar dos decisiones diferentes:

- El número de polos
- Sus respectivas localizaciones

Mientras que en el enfoque de EGR :

- Se elige el número k de grupos exógenamente, según estemos interesados en estudiar una distribución bimodal, trimodal, etc., y
- La partición que minimiza el error agregado inducido (heterogeneidad entre grupos) se obtiene de forma endógena.

En definitiva, este enfoque permite obtener la representación simplificada de la distribución original cuando no existen fronteras bien definidas entre diferentes intervalos.

Esteban, Gradín y Ray consideran exógena la elección del número de grupos para poder aplicar el método propuesto por Aghevli y Mehran (1981) y Davies y Shorrocks (1989). Así, se pretende obtener la partición óptima que minimice la pérdida de información cometida por la agrupación.

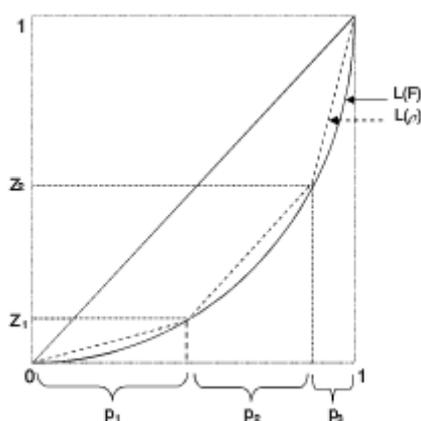
Este procedimiento consiste en escoger aquella representación de la distribución que minimice el total de las diferencias existentes en el interior de los diversos grupos. Así, la expresión a minimizar sería:

$$(49) \quad \varepsilon(f, \rho) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \int_{z_{i-1}}^{z_i} \int_{z_{i-1}}^{z_i} |x - y| f(x) f(y) dx dy$$

De acuerdo con esta expresión, se está midiendo la dispersión en el interior de cada grupo mediante el índice de Gini⁴⁸.

La solución de este problema coincide con la minimización del área existente entre las curvas de Lorenz de la distribución original y la distribución simplificada. La superficie comprendida entre la curva de Lorenz de la distribución original y la línea de equidistribución coincide con la mitad del valor del índice de Gini correspondiente a la desigualdad interna (intra-grupal) más el debido a la desigualdad externa (extra-grupal). En el Gráfico 55, se muestra la partición óptima de la distribución minimizando el error en la curva de Lorenz, si se consideran tres polos:

Gráfico 55: Partición óptima de la distribución minimizando el error en la curva de Lorenz (3 polos)



Fuente: Esteban, Gradín y Ray (1999)

La expresión que determina el punto de corte se puede escribir:

⁴⁸ Dado que los ingresos que se consideran están normalizados.

$$(50) \quad z_i^* = \frac{\pi_i^* \mu_i^* + \pi_{i+1}^* \mu_{i+1}^*}{\pi_i^* + \pi_{i+1}^*}$$

Es decir, el punto de corte entre dos grupos adyacentes iguala la media combinada de ambos grupos. Por lo que, a partir de esta expresión, se observa que, para el caso de bipolarización, deberá ser $z_i^* = \mu$, siendo μ la renta media.

En consecuencia, la solución del problema de optimización que se considera supone escoger la partición de la distribución original en k grupos de forma que se minimice el valor del índice de Gini atribuible a la desigualdad intra-grupal. De esta forma:

$$(51) \quad \varepsilon(\mathbf{f}; \boldsymbol{\rho}) = \mathbf{G}(\mathbf{f}) - \mathbf{G}(\boldsymbol{\rho})$$

donde G denota el índice de Gini.

Expresando el índice en el caso de la representación óptima ρ^* , se obtiene la medida de polarización extendida (o generalizada) propuesta por Esteban, Gradín y Ray:

$$(52) \quad \mathbf{EGR}(\mathbf{f}; \boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\rho}^*) = \mathbf{ER}(\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\rho}^*) - \boldsymbol{\beta}[\mathbf{G}(\mathbf{f}) - \mathbf{G}(\boldsymbol{\rho}^*)]$$

Para el caso en el que $\boldsymbol{\alpha} = \boldsymbol{\beta} = 1$, si el punto de corte es la mediana, se obtiene una transformación escalar del índice de Wolfson (1994).

Uno de los supuestos de Esteban, Gradín Ray radica en que el nivel de renta es el elemento que determina la pertenencia de un individuo a un determinado grupo. Aunque la renta puede ser una buena aproximación para un amplio conjunto de características que afectan el nivel de vida de los hogares, existen otros elementos

que pueden actuar como aglutinantes. Es interesante conocer en qué medida los grupos conformados en torno a una característica dada generan polarización en la sociedad al mostrar grupos internamente similares en renta, pero a la vez claramente diferenciados de los demás grupos. Así, por ejemplo, se puede dar el caso que el nivel educativo en una sociedad sea relevante hasta el punto de que, dependiendo de cuál sea su educación, un individuo es pobre o rico, habiendo escasas diferencias entre individuos de un mismo nivel educativo. En ese caso, sería la educación la responsable de encontrar grupos bien definidos de renta. Un argumento similar sería posible con otros elementos vinculados al mercado de trabajo, al tipo de hogar, etc. Esta es la problemática que se aborda a continuación.

2.3.- Las extensiones propuestas por Gradín

Gradín (2000) propone dos extensiones al enfoque anterior, donde los grupos no están formados por intervalos de renta, sino por atributos. Así, en vez de aplicar la medida *EGR* a la partición de renta óptima, se aplica a una partición de la población en función de alguna característica. Las extensiones de este autor buscan analizar el rol de diferentes características del hogar en la formación de grupos en la distribución de gastos en España, como por ejemplo la raza. Gradín asume que los grupos se determinan por una característica que los miembros de la sociedad comparten y estudia cuál es la que más polariza la sociedad (polarización por grupos). Además, investiga qué característica es la que mejor explica un nivel observado de polarización, asumiendo que la proximidad de ingreso determina el grupo al cual se pertenece (polarización explicada). En ambos casos se tiene en cuenta el efecto de la estratificación social.

En las siguientes secciones, se exponen las dos extensiones propuestas por Gradín (2000). Ambas tienen en cuenta que diferentes características pueden

influenciar la forma en que una persona o un hogar están insertados en una sociedad, y así explicar la polarización.

2.3.1.- La polarización por grupos

Como punto de partida, se considera cualquier característica, ya sea género, tipo de contrato, educación, etc., que induzca una partición de la población total en k grupos o sub-poblaciones. Esta partición puede describirse de la siguiente manera:

$$(53) \quad \rho^c = (\mathbf{y}_1, \dots, \mathbf{y}_k; \boldsymbol{\pi}_1, \dots, \boldsymbol{\pi}_k)$$

donde la proporción relativa de cada grupo i está representada por π_i y las rentas medias de cada grupo por y_i , con $y_1 \leq y_2 \leq \dots \leq y_k$. Para obtener el nivel de polarización asociado a una característica (c), Gradín (2000) define, en paralelo a la expresión (48), la noción de polarización por grupos como el nivel de polarización que se encuentra cuando se usa una partición exógena (ρ^c) para representar la población, que denota por f . Ahora los grupos se forman de manera exógena, de acuerdo con la característica que comparten los individuos y no por la proximidad de sus ingresos. Dado que la partición ahora no es óptima, se puede dar el caso de que la dispersión dentro del grupo sea mayor, y una posible consecuencia podría ser la menor heterogeneidad entre los grupos. Así, sería posible que se den valores negativos en (48). Aunque esto no sería un problema porque el índice seguiría permitiendo ordenar las distribuciones e identificar los distintos niveles de polarización, Gradín normaliza este nuevo índice de manera que tenga un rango no negativo, para facilitar su interpretación. En el caso de grupos formados exógenamente, el mínimo se obtiene cuando no hay polarización entre los grupos junto con una máxima desigualdad dentro de

los mismos, por lo que $GP = -\beta$, siendo GP la medida EGR aplicada a la nueva partición. Por lo tanto, el índice propuesto es:

$$\begin{aligned}
 (54) \quad GP(f; \alpha, \beta, \rho^c) &= GP(f; \alpha, \beta, \rho^c) - (-\beta) \\
 &= ER(\alpha, \rho^c) - \beta[\varepsilon(f, \rho^c)] + \beta \\
 &= ER(\alpha, \rho^c) - \beta[G(f) - G(\rho^c) - 1]
 \end{aligned}$$

2.3.2.- La polarización explicada

Dado que no se sabe cuál es la característica más relevante que produce los grupos en la distribución (es más, pueden interactuar varias a la vez), el ingreso puede ser la variable *proxy* de todas las que resultan importantes. Con esta propuesta, Gradín intenta localizar qué características explican mejor el antagonismo en la sociedad, teniendo en cuenta que los individuos pueden estar en un intervalo particular precisamente porque son parecidos de acuerdo a una característica importante.

Dados los cortes z_0, z_1, \dots, z_k y la representación de k valores, ϱ^c , sea:

$$(55) \quad \Phi_j \equiv \{i/y_i \in [z_{j-1}, z_j]\}$$

el conjunto de los miembros del grupo j en ϱ^c , cuyo ingreso y_i se encuentra en el intervalo $[z_{j-1}, z_j]$; entonces, se define una nueva representación de f de acuerdo con las características consideradas como:

$$(56) \quad \boldsymbol{\rho}^+ = (\mathbf{z}_0, \mathbf{z}_1, \dots, \mathbf{z}_k; \mathbf{r}_1, \dots, \mathbf{r}_k; \mathbf{g}_1, \dots, \mathbf{g}_k)$$

tal que:

$$(57) \quad \mathbf{r}_j = \sum_{i \in \phi_j} \boldsymbol{\pi}_i$$

$$(58) \quad \mathbf{g}_j = \frac{1}{r_j} \sum_{i \in \phi_j} \boldsymbol{\pi}_i \mathbf{y}_i$$

representan la proporción poblacional del grupo j y su media condicional, respectivamente.

Para un determinado ϱ , se dice que una característica explica el nivel de polarización $EGR(f; a, \beta, \varrho)$ siempre que la partición alternativa ϱ^+ (basada en esa característica y con el mismo número de grupos determinado por la elección en la polarización medida por ER) genere el mismo nivel de polarización.

Si se denota por EP^+ al nivel de polarización que se registra cuando representamos f por ϱ^+ :

$$(59) \quad EP^+(\mathbf{z}, \boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}) \equiv ER(\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\rho}^+) - \boldsymbol{\beta} \boldsymbol{\varepsilon}(\mathbf{f}; \boldsymbol{\rho}^+)$$

donde:

$$(60) \quad \boldsymbol{\varepsilon}(\mathbf{f}; \boldsymbol{\rho}^+) = \mathbf{G}(\mathbf{f}) - \mathbf{G}(\boldsymbol{\rho}^+)$$

Para tener en cuenta la proporción de la polarización observada que la característica explica, se compara cómo se comporta EP^+ en relación con la polarización que se quiera explicar. Si se denota por EP^{+min} el mínimo nivel posible que puede obtenerse a partir de f , entonces el índice EP se define:

$$(61) \quad \mathbf{EP}(\mathbf{z}, \boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}) \equiv \frac{EP^+ - EP^{+min}}{P(f; \boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}, \rho) - EP^{+min}}$$

Así, cuanto mayor sea EP , mayor será la proporción explicada por una característica, pero la suma de EP para diferentes características exacerba su influencia siempre que exista alguna relación entre ellas. EP será igual a 1 siempre que $\rho^+ = \rho$, mientras que será igual a 0 cuando no haya polarización entre los grupos por causa de la característica elegida, de manera que $y_i = \mu$, $\forall i$. Ahora bien, si se tiene en cuenta que:

$$(62) \quad \mathbf{EP}^{+min} = -\boldsymbol{\beta}\mathbf{G}(f)$$

entonces, el índice se puede expresar de la siguiente manera:

$$(63) \quad \mathbf{EP}(\mathbf{z}, \boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}) \equiv \frac{EP^* + \boldsymbol{\beta}\mathbf{G}(f)}{P(f; \boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}, \rho) + \boldsymbol{\beta}\mathbf{G}(f)} = \frac{\mathbf{ER}(\boldsymbol{\alpha}, \rho^+) + \boldsymbol{\beta}\mathbf{G}(\rho^+)}{\mathbf{ER}(\boldsymbol{\alpha}, \rho) + \boldsymbol{\beta}\mathbf{G}(\rho)}$$

A continuación, se estudia el caso especial de la bipolarización, para exponer en qué medida la distribución tiende a potenciar sus dos extremos a costa del centro de la misma. Así pues, en el caso de bipolarización, eligiendo $a = \beta = 1$, se obtiene que:

$$(64) \quad \mathbf{EP}(\mathbf{z}, \mathbf{1}, \mathbf{1}) = \frac{G(\rho^c)}{G(f)}$$

Además, si $D(\cdot)$ es la desviación media relativa de la correspondiente distribución, y se tiene en cuenta la partición óptima ρ^* , entonces:

$$z^* = \mu,$$

$$G(\rho^+) = D(\rho^c),$$

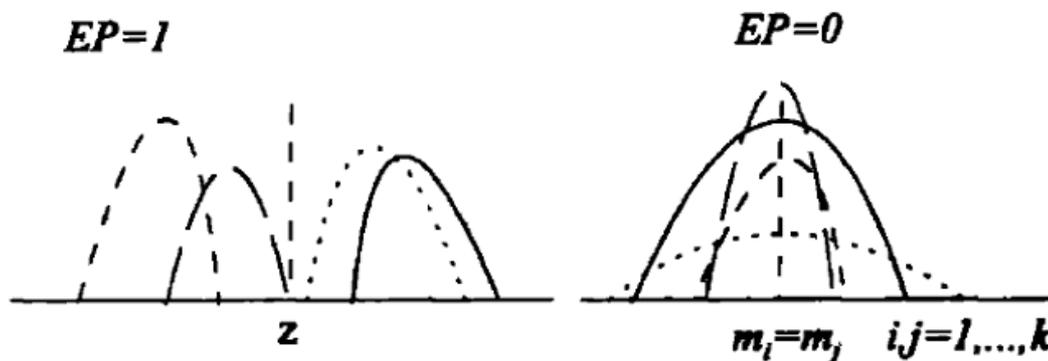
$$G(\rho^*) = D(\rho^*) = D(f),$$

con lo que el índice se puede expresar en términos de $D(\cdot)$, comparando la desigualdad entre grupos con la total, usando $D(\cdot)$ como índice:

$$(65) \quad \mathbf{EP}(\boldsymbol{\mu}, \mathbf{1}, \mathbf{1}) = \frac{D(\rho^c)}{D(f)}$$

Así pues, EP varía entre 0 y 1 (Gráfico 56). Esto es así, porque minimizar el término de error es equivalente a maximizar la polarización en (59). Aunque es poco probable, sería posible encontrar que EP^+ es mayor que la polarización que se quiera explicar, por lo que EP sería mayor que uno.

Gráfico 56: Gráficos extremos para bipolarización



Fuente: Gradín (2000)

2.4.- La extensión de Lasso de la Vega y Urrutia

Lasso de la Vega y Urrutia (2006) observan que, en la partición con la que se obtiene el índice de polarización EGR , los grupos de ingresos no se solapan, por lo que el índice de Gini puede descomponerse exactamente como suma de las contribuciones entre grupos e intra-grupos⁴⁹, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$(66) \quad G(\mathbf{y}) = G_b + \sum_{i=1}^k \pi_i \omega_i G_i$$

Así pues, el índice de Polarización de EGR puede describirse como:

$$(67) \quad EGR(\mathbf{z}, \alpha, \beta) = ER(\mathbf{z}, \alpha) - \beta \sum_{i=1}^k \pi_i \omega_i G_i$$

donde π_i , ω_i son las proporciones respectivas de población y de ingresos del grupo i , y G_i es su índice Gini.

⁴⁹ Lambert y Aronson (1993).

Como se recordará, las dos características básicas que una medida de polarización debe cumplir son que tanto la mayor homogeneidad dentro de un grupo como la mayor heterogeneidad entre los grupos (*ceteris paribus*) aumentan la polarización. En este sentido, Lasso de la Vega y Urrutia exponen que es posible que la diferencia entre los grupos pueda aumentar sin que varíe la homogeneidad dentro de cada uno de ellos, con lo que el índice EGR disminuiría y no se cumpliría la segunda propiedad deseada. En efecto, el primer término del miembro de la derecha de la ecuación (67), $ER(a,\beta)$, está acotado superiormente, pero no es posible determinar cómo variará el segundo término. Los cambios en la distancia entre grupos se limitan a modificar las proporciones y esos cambios pueden ser lo suficientemente fuertes como para reducir el nivel de la medida extendida, aun cuando las proporciones de población y los índices de Gini permanezcan constantes.

Así, Lasso de la Vega y Urrutia proponen una formulación alternativa de la medida extendida desarrollada por Esteban, Gradín y Ray, para distribuciones no necesariamente pre-ordenadas en grupos. Dado que ER es una medida que debe ser utilizada después de la reagrupación de la población, y que esta reagrupación conlleva la pérdida de información inicial si se la compara con la cohesión dentro de los grupos formados, se necesitaría una corrección para la identificación inducida por la medida ER .

En Esteban y Ray (1994), la identificación que cada individuo siente es una función creciente del número de individuos en su grupo. Sin embargo, Lasso de la Vega y Urrutia indican que el sentido de identificación puede también depender de la dispersión de la población alrededor del grupo. Por lo tanto, extienden la función de identificación de un individuo del grupo i para incluir no sólo el porcentaje de la población en este grupo, sino también la dispersión interna del grupo medida a través de un índice de igualdad dentro del mismo, teniendo en cuenta que cuanto mayor sea la dispersión dentro del grupo, menor

será la polarización. Específicamente, eligen el índice de desigualdad de Gini dentro de cada grupo, G_i , de modo que la medida que proponen es:

$$(68) \quad LVU(\mathbf{z}, \alpha, \beta) = K \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j|$$

siendo y_i e y_j los ingresos de los grupos i y j expresados en logaritmo y δ ($\delta \geq 0$) el peso que se le asigna a la homogeneidad en la función de identificación, que puede ser interpretado como el grado de sensibilidad hacia la cohesión del grupo; de esta manera, cuanto más pequeño sea δ , mayor es el peso que se le asigna. En (68), $\pi_i^\alpha (1 - G_i)^\delta$ representa el sentido de identificación que cada miembro del grupo i siente por las personas que están en su grupo. Obviamente, esta extensión se reduce a la medida propuesta por *ER* cuando $\delta=0$.

La medida propuesta por Lasso de la Vega y Urrutia satisface las características básicas de las medidas de polarización. Una mayor heterogeneidad entre los grupos o una mayor homogeneidad dentro de cada grupo, aumenta el índice. Asimismo, esta medida no varía con respecto al tamaño de la población.

En este trabajo, se va un poco más allá y se propone la utilización de esta medida para el cómputo del índice de polarización por grupos y de la polarización explicada.

2.5.- Distribuciones mixtas y la adaptación de las medidas *ER* y *LVU*

Una de las cuestiones principales a la hora de calcular una medida de polarización es la determinación de la cantidad de grupos a formar y los puntos de corte que determinan los mismos. En el período que se estudia, España ha pasado del crecimiento económico a la una importante recesión con importantes consecuencias sobre el desempleo. Así, ha pasado de tener la tasa de desempleo

más baja en toda la historia de su democracia, el 8% en 2007, a casi el 20% en 2010, que se ha superado posteriormente. El interés principal de esta investigación es el análisis de la polarización salarial, considerando también los desempleados con salarios nulos por ser una parte importante de la tensión social que la medida de polarización intenta medir. En este tipo de situaciones, la población de estudio responde a una mixtura de dos distribuciones. Una de ellas es una masa probabilística discreta en el valor cero y otra es una distribución continua de valores positivos. La literatura denomina a estos casos mixtura no estándar de dos poblaciones.

Así, se considera una variable aleatoria X , con la siguiente distribución de probabilidad:

- ✓ La probabilidad que X tome el valor 0 es $1-p$ y, por consiguiente, la probabilidad que X tome un valor distinto de 0 es p .
- ✓ La distribución de X condicionada a que $X > 0$ procede de una variable aleatoria continua con valores positivos, designada por Z , con función de densidad $f(z)$.

En general, se puede expresar:

$$X = \begin{cases} 0 & 1 - p \\ Z > 0 & p \end{cases}$$

Por lo tanto, su función de densidad es de la forma:

$$f_X(x) = (1 - p) \cdot I_0(x) + p \cdot f_Z(x), \quad x \geq 0$$

siendo $I_0(\cdot)$ la función indicadora en el punto 0. La función de distribución queda determinada por:

$$F_X(x) = 1 - p + F_Z(x), \quad x > 0$$

$$F_X(0) = P(X \leq 0) = 1 - p$$

Sean μ_z y σ_z^2 la media y la varianza de la distribución de Z , y sean, μ_x y σ_x^2 los parámetros correspondientes de la variable X . Entonces:

$$\mu_x = p \cdot E[Z] = p \cdot \mu_z$$

$$\sigma_x^2 = E(x^2) - [E(x)]^2 = p \cdot (\sigma_z^2 + \mu_z^2) - p^2 \mu_z^2 = p\sigma_z^2 + p \cdot (1 - p)\mu_z^2$$

Así, en este trabajo, para el cálculo de las particiones de los grupos, se utilizan tanto las particiones óptimas⁵⁰ como la generada teniendo en cuenta las distribuciones mixtas. El objetivo de aplicar estas dos aproximaciones es comparar los resultados de polarización obtenidos en ambos casos.

Utilizando las distribuciones mixtas, en esta investigación se adaptan los índices ER y LWU presentados en las secciones anteriores para considerar en el cálculo los trabajadores desempleados, es decir, con salario cero. Para ello, se debe tener en cuenta que se tiene:

- Los individuos desempleados representan un grupo de ceros cuya proporción en la población es π_1 y
- Los individuos empleados se agrupan en los $(k-1)$ grupos restantes con proporciones respectivas: $\pi_2, \pi_3, \dots, \pi_k$

Asimismo, constante K se utiliza a efectos de normalización de los índices respectivos.

⁵⁰ Aghevli y Mehran (1981) y Davies y Shorrocks (1989).

La adaptación para el índice ER se presenta a continuación:

$$\begin{aligned}
ER(\alpha, y) &= K \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j \left| \frac{y_i}{\mu} - \frac{y_j}{\mu} \right| \\
&= \frac{K}{\mu} \left[\sum_{j=2}^k \pi_1^{1+\alpha} \pi_j y_j + \sum_{i=2}^k \pi_1 \pi_i^{1+\alpha} y_i + \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j |y_i - y_j| \right] \\
&= \frac{K \pi_1}{\mu} \left[\sum_{j=2}^k (\pi_1^\alpha \pi_j + \pi_j^{1+\alpha}) y_j \right] + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j |y_i - y_j| \\
&= \frac{K}{\mu} \pi_1^{1+\alpha} \mu + \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \pi_j^{1+\alpha} y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j |y_i - y_j| \\
&= K \pi_1^{1+\alpha} + \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \pi_j^{1+\alpha} y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j |y_i - y_j|
\end{aligned}$$

Donde se puede observar que al incorporar en el cómputo de la polarización el grupo de desempleados, el índice se puede dividir en tres partes. La última es el índice ER de la población de los salarios estrictamente positivos, mientras que la primera refleja el efecto del grupo de salarios nulos y la segunda es el efecto mixto de todos los grupos en los que se divide la población (incluidos los desempleados).

La adaptación para el índice $L\mathcal{V}U$ se presenta a continuación:

$$\begin{aligned}
L\mathcal{V}U(z, \alpha, \beta) &= \frac{K}{\mu} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j| \\
&= \frac{K}{\mu} \sum_{j=2}^k \pi_1^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_1)^\delta y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \pi_1 \pi_i^{1+\alpha} (1 - G_i)^\delta y_i + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j|
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{K}{\mu} \sum_{j=2}^k \left[\pi_1^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_1) + \pi_1 \pi_j^{1+\alpha} (1 - G_j)^\delta \right] y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j| \\
&= \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \left[\pi_1^\alpha \pi_j + \pi_j^{1+\alpha} (1 - G_j)^\delta \right] y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j| \\
&= \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \pi_j \left[\pi_1^\alpha + \pi_j^\alpha (1 - G_j)^\delta \right] y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j| \\
&= \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \pi_j \left[\pi_1^\alpha + \pi_j^\alpha (1 - G_j)^\delta \right] y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j| \\
&= \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \pi_j \pi_1^\alpha y_j + \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \pi_j^{1+\alpha} (1 - G_j)^\delta y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j| \\
&= K \pi_1^{1+\alpha} + \frac{K}{\mu} \pi_1 \sum_{j=2}^k \pi_j^{1+\alpha} (1 - G_j)^\delta y_j + \frac{K}{\mu} \sum_{i=2}^k \sum_{j=2}^k \pi_i^{1+\alpha} \pi_j (1 - G_i)^\delta |y_i - y_j|
\end{aligned}$$

Nuevamente, se obtiene un índice que se puede dividir en tres partes: el efecto atribuible a la población desocupada, el efecto mixto y el índice de LVU .

A partir del análisis de estas ecuaciones se observa cómo la incorporación de salarios nulo en estos índices es relevante a la hora de medir la polarización, pero no lo es en el caso de medir desigualdad. De hecho esto contribuye a explicar mejor la polarización a partir de las características de los individuos, tal y como se verá más adelante.

2.6.- La utilización de las medidas de polarización en la literatura

Desde los trabajos pioneros de Foster y Wolfson (1992), Wolfson (1994) y Esteban y Ray (1994), muchos han sido los trabajos que han aplicado sus propuestas empíricamente. Así también, como sus extensiones posteriores (Esteban, Gradín y Ray, 1999; Lasso de la Vega y Urrutia, 2006; entre otros).

Para el caso de América Latina, estos índices se han utilizado para examinar la polarización salarial. Así, por ejemplo, Gradín y Rossi (2000) estudian la evolución de la polarización salarial en Uruguay entre los años 1986 y 1997, para lo que utilizan la medida propuesta por Esteban, Gradín y Ray (1999). Asimismo, estudian las causas de la polarización existente. Estos autores concluyen que la distribución salarial uruguaya se vuelve progresivamente más desigual pero, sobre todo, más bipolarizada; es decir, los dos grandes grupos que la conforman tienden a separarse. Asimismo, encuentran evidencia de que, detrás de estos procesos, se encuentran las crecientes primas a la cualificación, la experiencia y el creciente diferencial entre las ramas de actividad. Las diferencias por género son las que menos explican la bipolarización.

Alfaro (2005) analiza de forma empírica las diferencias entre las medidas de desigualdad y polarización para el caso argentino. Concluye que en el año 2001, período de gran tensión social en ese país, el índice de polarización alcanza su máximo, superando las estimaciones del índice de Gini, en cuanto a desigualdad.

El índice de polarización por grupos propuesto por Gradín (2000) es aplicado por Modrego, Celis y Berdegúe (2008) para investigar la polarización étnica de los ingresos rurales en el sur de Chile. Utilizando estimaciones de ingresos totales per cápita mensuales y clasificando a los hogares según si su jefe de hogar es de origen indígena o no, este índice permite determinar que la polarización se da mayormente en comunas pobres y de alta población mapuche. Así, estos autores concluyen que la polarización étnica de los ingresos parece ser la consecuencia natural de procesos sociales, políticos y económicos que preservan las etnias originarias como un grupo homogéneo y segregado de las oportunidades de desarrollo que brinda el crecimiento de las economías locales. Concretamente las economías basadas en la gran actividad forestal, no así el sector turístico, de acuicultura o lechero.

Por su parte, Bernat (2009), con el fin de estudiar las desigualdades en el mercado de trabajo colombiano, utiliza, entre sus herramientas, las medidas de polarización para analizar la polarización salarial por género. Así, al calcular índices de polarización para ingresos personales en 2000, 2003 y 2006 diferenciando entre:

- asalariados y no asalariados,
- ingresos mensuales e ingresos por hora, e
- ingresos de hombre y mujer.

muestra evidencias de que la remuneración igualitaria por características productivas contribuye de manera importante a la reducción de la desigualdad y polarización de las mujeres asalariadas, estableciendo un vínculo empírico directo entre las diferencias salariales no explicadas de hombres y mujeres.

Conte (2008) postula un análisis relacional entre la desigualdad en la distribución de los ingresos y el conflicto, aproximado a través de homicidios y arrestos. Su objetivo es analizar y discutir la influencia que las diferentes dimensiones de la distribución, y otros factores económicos, tienen sobre el conflicto social. Para ello realiza un examen econométrico con 34 países abarcando el período 1990-2001. Este autor encuentra que la polarización económica influye en la probabilidad de homicidios y de arrestos; sin embargo, al comparar los resultados con el papel del índice de Gini, no se encuentra correspondencia en los resultados, por lo que concluye que es la polarización económica y no la desigualdad, la que tiene un impacto sobre el conflicto social. En una segunda etapa de este estudio y con un análisis transversal (*cross-section*) para el año 2001, se afronta el problema de cómo los individuos perciben la realidad y los temas económicos, encontrando que el papel que la polarización sobre las opiniones de los individuos en temas económicos puede tener sobre la probabilidad de conflictos.

La polarización de los ingresos laborales en Argentina es investigada por Viollaz (2008). En su estudio, presenta y discute un conjunto de estadísticas que caracterizan el nivel y la evolución de la polarización laboral en Argentina entre 1986 y 2006. Los resultados obtenidos establecen que el nivel de polarización atraviesa una primera etapa de crecimiento para posteriormente iniciar un proceso de reducción. Asimismo, se encuentran dos grupos vulnerables en el mercado laboral entre 1992 y 1998, que están compuestos por los jóvenes que se incorporan al mercado laboral y que presentan elevadas tasas de desempleo y por los individuos poco cualificados, que experimentan una gran diferenciación de las personas cualificadas. Así, se observa que los retornos a la educación es la principal causa que polariza el mercado laboral.

Fuentes y Fuentes (2010) analizan la polarización económica regional en México, a partir de la metodología propuesta por Esteban, Gradín y Ray (1999). En este trabajo, se encuentra evidencia de bipolarización en el desarrollo económico que tuvo lugar en México entre 1980 y 2004. Asimismo, se distingue la polarización de la distribución del producto regional per cápita como el elemento primordial y decisivo entre los focos de conflicto social.

En Europa, el trabajo de Esteban (2002) analiza tanto la desigualdad como la polarización económica en la cuenca mediterránea entre los años 1961 y 1998. En este trabajo, compara los PIB de los países pertenecientes a la cuenca mediterránea, encontrando un marcado incremento en el grado de polarización. El cambio esencial, según este autor, radica en que el Mediterráneo, en esa época, estaba netamente dividido en dos áreas separadas. Ningún país con una renta inicial por debajo del 65% de la media mediterránea superaba esta línea separadora, mientras que los países que se situaban por encima convergían rápidamente hacia los países más desarrollados. Como resultado, ambos grupos se volvieron internamente más homogéneos, aunque externamente más

heterogéneos, con lo que la bipolarización aumentó dramáticamente a lo largo de ese período.

Ezcurra et al (2006) realizan una investigación en la que examinan las dinámicas de las distribuciones del ingreso per cápita regional en la Unión Europea entre 1977 y 1999. Su principal objetivo es contribuir al entendimiento de los desequilibrios territoriales en las regiones europeas en términos del ingreso per cápita. Para ello, estudian las características principales de las tendencias económicas de 197 regiones NUTS2⁵¹, concentrándose en la desigualdad, la polarización y la movilidad regional. Sus resultados muestran una disminución en la desigualdad regional en el período estudiado, principalmente a finales de los años setenta. A su vez, también concluyen que la polarización en las regiones europeas disminuye, tanto para los diferentes grupos considerados como para los distintos parámetros de sensibilidad utilizados. En relación con la movilidad en la distribución del ingreso per cápita, obtienen un nivel relativamente bajo de movilidad dentro de la distribución, por lo que concluyen que las regiones europeas tienden a mantener sus posiciones en términos del ingreso per cápita durante los 23 años estudiados. Asimismo, los patrones de movilidad de las diferentes regiones varían de acuerdo a su grado de desarrollo. Más precisamente, las zonas con niveles de ingreso per cápita situados alrededor de la media europea tienden a mostrar más movilidad en comparación con las zonas situadas en los extremos de la distribución a lo largo del tiempo. En particular, parece haber menos movilidad en las zonas con más ingresos que en las zonas con menores ingresos.

Ezcurra (2009) va un paso más allá del cálculo de la polarización y examina la relación entre la polarización de la renta y el crecimiento económico en 61 regiones de la Unión Europea en el período comprendido entre 1993-2003.

⁵¹ NUTS son las siglas en francés de la Nomenclatura de las Unidades Territoriales Estadísticas utilizadas por la Unión Europea con fines estadísticos. Las NUTS 2 son regiones de entre 800.000 y 3.000.000 de habitantes.

Aplicando los índices *ER* y *EGR*, encuentra que, salvo algunos casos particulares, las regiones con mayores polarizaciones tienden a estar localizadas principalmente en la periferia sur de la Unión Europea. Además, su resultado principal consiste en que el nivel de polarización de la renta influye negativamente en el crecimiento regional, siendo este resultado robusto con la inclusión de variables explicativas adicionales en el análisis, como el nivel inicial de PIB, la composición sectorial de la actividad económica, el *stock* de capital humano, la densidad de la población y el mercado potencial.

Aunque el enfoque de la polarización ha sido ampliamente utilizado en el análisis de las distribuciones de ingreso, Duro y Padilla (2008) adaptan la medida de polarización propuesta por *EGR* para analizar la distribución internacional de las emisiones per cápita de CO₂ entre 1971 y 2001. La adaptación de esta medida en este sentido es útil, dado que es un instrumento informativo para caracterizar la evolución de la distribución internacional de las emisiones y sus posibles consecuencias políticas en términos de tensiones y las probabilidades de llegar a acuerdos. Este análisis muestra una importante reducción de las emisiones de CO₂ entre 1971 y 1995 (considerando dos, tres y cuatro grupos así como varias combinaciones de parámetros del índice), pero no se produce un gran cambio desde 1995, lo que podría indicar que las distribuciones polarizadas de emisiones constituyen todavía uno de los factores importantes que generan dificultades a la hora de llegar a un acuerdo para reducir las emisiones globales. Estos autores utilizan otras aproximaciones adicionales como, por ejemplo, la exclusión de China e India de la muestra, lo que conduce a menores niveles de polarización a comienzos del período y una reducción mucho menor en el resto, mostrando la importancia del aumento de las emisiones en estos países a la hora de explicar los valores de polarización y su tendencia decreciente. Así, el análisis de la polarización contribuye a clarificar el grado de tensión potencial y de inestabilidad que proviene de la distribución internacional de emisiones, tensión que podría

asociarse a la existencia de grupos de intereses opuestos, que tienen cohesión interna y gran tamaño.

De la revisión bibliográfica efectuada, se concluye que son muchas las aplicaciones y aportaciones teóricas que se han efectuado en el campo de la polarización. Sin embargo, en un contexto como el actual en España, una recesión económica con un elevado nivel de desempleo, se echa en falta un análisis considerando la polarización salarial pero teniendo en cuenta a los desempleados, es decir, las personas con salario cero, como gran foco de tensión social. Por ello, en este trabajo se intenta llevar a cabo esta investigación. Asimismo, se intenta explicar las variables que influyen en los niveles de polarización existentes en España.

3.- EVIDENCIA EMPÍRICA: LA POLARIZACIÓN EN ESPAÑA

A continuación, se estudia la polarización en España durante el periodo del que se dispone de datos de la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV), es decir, entre 2004 y 2010, utilizando tanto las distribuciones completas como considerando que la distribución es mixta, ya que la correspondiente a los desempleados que no perciben salario se puede considerar degenerada en 0. Además, se estudian las características que pueden ser más determinantes para explicar los niveles de polarización, con particular atención al nivel de educación.

3.1.- Polarización económica y análisis de las distribuciones de salarios

En España, en un contexto como el actual, las altas tasas de desempleo son un claro signo de tensión social. Así, en este trabajo se han obtenido los índices de polarización propuestos en Esteban y Ray (1994), Esteban, Gradín y Ray (1999) y

Gradín (2000) a partir de distribuciones completas de salarios⁵². La base de datos que se utiliza es la Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) entre los años 2004 y 2010. Una de las aportaciones de este trabajo radica en considerar en la distribución de salarios los nulos, es decir, se trabaja con toda la población activa⁵³, trabajadores más desempleados⁵⁴.

Una cuestión relevante es el número de polos a considerar y aunque, según Esteban et al (1999), esto queda a discreción del analista, Esteban (2002) precisa que “a medida que el número de grupos aumenta la representación simplificada mejora en precisión, pero será menos nítida y reveladora”. Aunque el número de polos a considerar es una decisión exógena, la forma de la distribución o la naturaleza del problema que se quiera estudiar condicionan esta elección. En esta Tesis, uno de los intereses principales es investigar si el nivel de educación incide en la polarización en España, lo que permitiría dividir la población hasta en 4 grupos que, como se verá más adelante, es la máxima desagregación representativa que se obtiene de la ECV. Una vez determinado el número de polos, la ubicación de los mismos se calcula de manera endógena, utilizando el método propuesto por Davies y Shorrocks (1983).

Como primer paso, resulta interesante presentar las funciones de densidad ⁵⁵ de los salarios normalizados de la población asalariada (Gráfico 57). En estos gráficos, se presentan las densidades de los salarios brutos normalizados, donde la línea que se encuentra en el valor uno es la media, mientras que otra es la mediana que está a su izquierda.

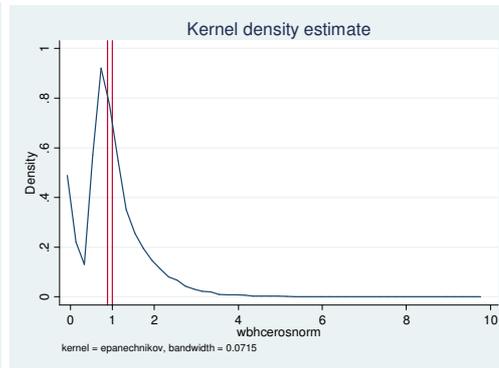
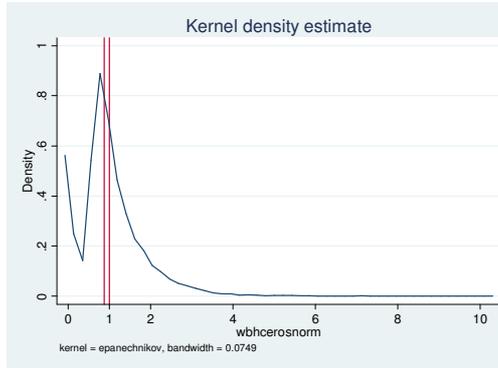
⁵² Todas estas medidas se obtienen para los salarios brutos por hora. Estos salarios se normalizan con respecto a su media, resultando así $\mu=1$.

⁵³ Aunque no se consideran los trabajadores autónomos.

⁵⁴ Se considera que los desempleados no cobran ningún salario, dado que se entiende por salario a un flujo continuo y no a una cantidad recibida esporádicamente.

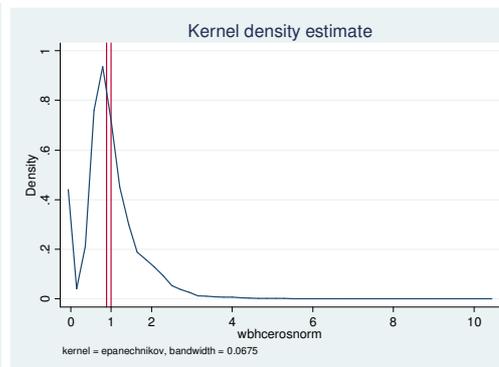
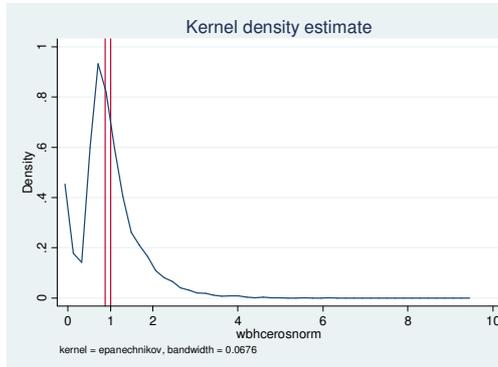
⁵⁵ Se utilizó una función *Kernel* para obtener una estimación de la densidad de cada tipo de ingresos con un núcleo de Epanechnikov y tamaño de la ventana determinado endógenamente.

Gráfico 57: Funciones de densidad de los salarios brutos normalizados por hora
2004 2005



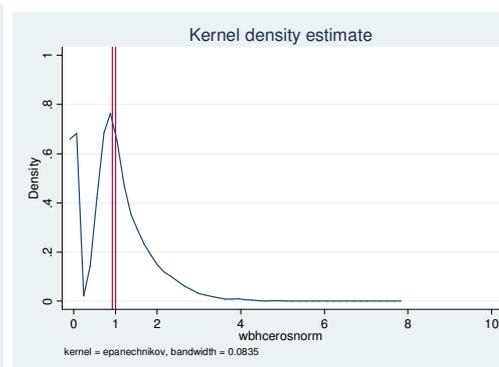
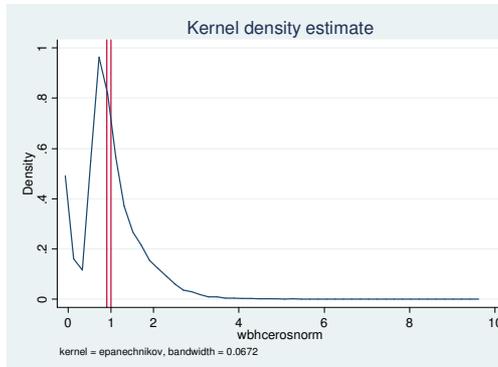
2006

2007

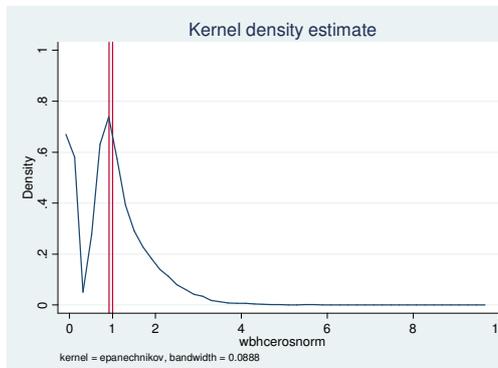


2008

2009



2010

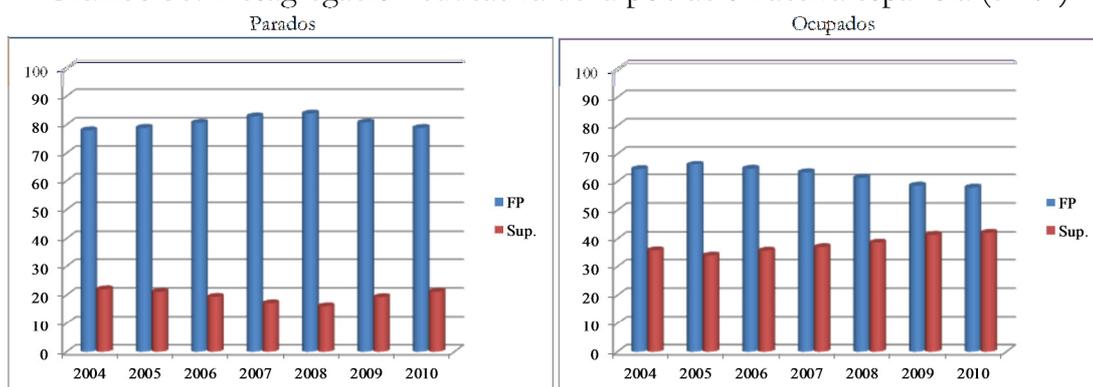


Fuente: Elaboración propia en base a datos ECV.

A simple vista, se observan dos grupos diferenciados durante todo el periodo, configurados por los salarios nulos y el resto, lo que implica la existencia de bimodalidad. Así pues, se puede deducir que, con el paso del tiempo, en España se han formado dos grupos bien diferenciados, los desempleados y los trabajadores asalariados. Por lo tanto, se quiere estudiar si la formación de estos dos grupos ha provocado una mayor polarización en España. Al proponer el uso de distribuciones mixtas, se pueden separar los salarios nulos del resto de la distribución de salarios. Se utiliza este tipo de distribuciones para que, al determinar las particiones óptimas, los salarios nulos no contaminen la formación de los grupos. Además, puede observarse como la distribución de salarios en España es asimétrica a la derecha y los primeros años presenta una elevado apuntamiento, que disminuye bruscamente en 2009 y 2010.

Finalmente, para completar este breve análisis descriptivo, se presenta, en el Gráfico 58, la desagregación educativa de la población activa española. Para ello, se diferencian los parados de los ocupados y se calculan las proporciones de personas con estudios universitarios (Educación Superior) y el resto, es decir, las personas que tienen hasta una formación profesional.

Gráfico 58: Desagregación educativa de la población activa española (en %)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV.

En este gráfico, se observa como las personas con menos estudios (hasta formación profesional) son más porcentualmente en todos los años considerados, tanto para parados como para activos. No obstante, las tendencias

no se comportan de la misma manera en estos dos grupos. Los porcentajes de las personas ocupadas poco cualificadas presentan una tendencia decreciente en todo el período analizado, mientras que las personas ocupadas con título universitario presentan un porcentaje cada vez mayor, alcanzando el 42% en 2010. En relación con la tendencia de los dos grupos educativos en el caso de las personas desempleadas, se manifiesta una tendencia creciente de los parados con menos estudios hasta 2008 y decreciente desde 2009. Los desempleados con título universitario disminuyeron en porcentaje hasta 2008 y aumentaron a partir de 2010. Estos rasgos sugieren que la crisis cambió las tendencias de los porcentajes relacionados con el nivel de educación de los desocupados, afectando en mayor medida a las personas con mayor nivel de educación.

3.1.1.- Resultados obtenidos a partir de la distribución completa de salarios

Los índices de polarización de *ER* (1994) y *EGR* (1999) se presentan en la Tabla 20 (Gráfico 62 del anexo). Antes de comenzar el análisis de los resultados obtenidos, debe recalcar que el período estudiado se puede dividir en 2 etapas, siendo la primera la que se desarrolla desde el año 2004 hasta el 2007, que fue una época de crecimiento económico en España y donde se alcanzó la tasa de paro más baja en toda la democracia (8,26%), y la segunda etapa que va desde 2008 a 2010, marcada por una pronunciada crisis económica que ha provocado que España dispare su tasa de desempleo al 20,02% en 2010.

Dicho esto, no sorprende que el índice *ER* disminuya hasta 2007 y en 2008 comience a aumentar para todos los grupos considerados. En el caso del índice *EGR* sucede lo mismo. Como es de esperar, los mayores valores de polarización se dan con la medida *ER* porque no considera la heterogeneidad que se da en cada grupo, mientras que el índice *EGR* sí que tiene en cuenta este aspecto, por lo que sus valores son menores. Así, se consideran dos ponderaciones distintas de los errores, sin que esto suponga un comportamiento distinto en las tendencias

de los índices *EGR*. La polarización alcanza su valor máximo cuando la población se divide en dos grupos, tanto para $\beta=0,5$ como para $\beta=1$. Al analizar la heterogeneidad interna en los grupos, es decir, los términos de error, se observa que, considerando dos grupos, disminuye hasta 2007 y a partir de 2008 comienza a aumentar. Cuando se consideran tres y cuatro grupos, la tendencia es decreciente en todo momento, de manera que los grupos se sienten más identificados unos con otros con el paso del tiempo. Como era de esperar, los grupos son más heterogéneos cuando la población se divide en dos grupos y más homogéneos cuando se divide en cuatro.

Tabla 20: Índices de Polarización *ER* y *EGR*⁵⁶.

Distribución completa de salarios brutos por hora normalizados, 2004-2010.

Dos Grupos													
		ER						EGR ($\beta=0,5$)			EGR ($\beta=1$)		
Año	Observaciones (ponderadas)	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$G(f)$	$G(\rho^*)$	ϵ	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,278	0,227	0,186	0,406	0,278	0,128	0,214	0,163	0,122	0,150	0,099	0,059
2005	14.658.724	0,262	0,214	0,176	0,382	0,262	0,120	0,202	0,154	0,116	0,142	0,094	0,056
2006	16.917.398	0,252	0,206	0,169	0,367	0,252	0,115	0,194	0,149	0,112	0,137	0,091	0,054
2007	16.849.456	0,246	0,201	0,165	0,358	0,246	0,113	0,189	0,145	0,109	0,133	0,088	0,052
2008	17.554.814	0,250	0,204	0,167	0,363	0,250	0,114	0,193	0,147	0,110	0,136	0,090	0,053
2009	17.236.910	0,288	0,234	0,191	0,417	0,288	0,129	0,223	0,170	0,126	0,158	0,105	0,062
2010	17.325.607	0,297	0,242	0,197	0,433	0,300	0,133	0,230	0,175	0,130	0,163	0,108	0,064
Tres Grupos													
		ER						EGR ($\beta=0,5$)			EGR ($\beta=1$)		
Año	Observaciones (ponderadas)	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$G(f)$	$G(\rho^*)$	ϵ	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,229	0,166	0,121	0,406	0,348	0,057	0,200	0,138	0,093	0,172	0,109	0,064
2005	14.658.724	0,214	0,155	0,113	0,382	0,327	0,055	0,187	0,128	0,086	0,160	0,100	0,058
2006	16.917.398	0,204	0,148	0,107	0,367	0,313	0,054	0,177	0,121	0,080	0,150	0,094	0,053
2007	16.849.456	0,200	0,145	0,105	0,358	0,306	0,052	0,174	0,119	0,079	0,148	0,092	0,053
2008	17.554.814	0,203	0,147	0,107	0,363	0,311	0,053	0,177	0,121	0,081	0,151	0,094	0,054
2009	17.236.910	0,239	0,173	0,126	0,417	0,363	0,054	0,212	0,146	0,099	0,185	0,119	0,072
2010	17.325.607	0,248	0,180	0,131	0,433	0,380	0,053	0,222	0,153	0,105	0,195	0,127	0,078
Cuatro Grupos													
		ER						EGR ($\beta=0,5$)			EGR ($\beta=1$)		
Año	Observaciones (ponderadas)	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$G(f)$	$G(\rho^*)$	ϵ	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,185	0,124	0,084	0,406	0,376	0,030	0,170	0,109	0,069	0,155	0,094	0,054
2005	14.658.724	0,173	0,116	0,078	0,382	0,353	0,029	0,159	0,101	0,063	0,144	0,086	0,049
2006	16.917.398	0,166	0,111	0,075	0,367	0,337	0,030	0,151	0,096	0,060	0,136	0,081	0,045
2007	16.849.456	0,162	0,109	0,074	0,358	0,329	0,029	0,148	0,094	0,059	0,133	0,080	0,045
2008	17.554.814	0,165	0,111	0,074	0,363	0,335	0,028	0,151	0,096	0,060	0,137	0,082	0,046
2009	17.236.910	0,191	0,126	0,084	0,417	0,389	0,027	0,177	0,113	0,071	0,163	0,099	0,057
2010	17.325.607	0,197	0,131	0,087	0,433	0,406	0,027	0,184	0,117	0,074	0,171	0,104	0,060

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV

El índice *LVU* se presenta en la Tabla 21 (Gráfico 63 del anexo).

⁵⁶ Las elecciones de los valores de α y β son por comparabilidad con trabajos relacionados.

Tabla 21: Índice de Polarización LVU ⁵⁷
Distribución completa de salarios brutos por hora normalizados, 2004-2010.

Dos Grupos												
Observaciones			LVU ($\delta=0,5$)			LVU ($\delta=1$)			LVU ($\delta=1,5$)			
Año	(ponderadas)	$G(1)$	$G(2)$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,365	0,213	0,231	0,189	0,154	0,193	0,157	0,128	0,162	0,131	0,107
2005	14.658.724	0,329	0,203	0,222	0,182	0,149	0,189	0,154	0,126	0,161	0,131	0,107
2006	16.917.398	0,301	0,200	0,216	0,177	0,145	0,186	0,152	0,124	0,160	0,130	0,106
2007	16.849.456	0,291	0,197	0,212	0,173	0,142	0,183	0,150	0,122	0,159	0,129	0,106
2008	17.554.814	0,313	0,190	0,214	0,175	0,143	0,184	0,150	0,122	0,159	0,129	0,105
2009	17.236.910	0,438	0,197	0,234	0,190	0,155	0,193	0,156	0,126	0,159	0,129	0,104
2010	17.325.607	0,467	0,201	0,238	0,193	0,157	0,193	0,156	0,126	0,158	0,127	0,103

Tres Grupos													
Observaciones				LVU ($\delta=0,5$)			LVU ($\delta=1$)			LVU ($\delta=1,5$)			
Año	(ponderadas)	$G(1)$	$G(2)$	$G(3)$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,590	0,111	0,185	0,193	0,141	0,104	0,167	0,122	0,090	0,147	0,108	0,080
2005	14.658.724	0,474	0,105	0,172	0,185	0,134	0,098	0,162	0,118	0,086	0,143	0,104	0,077
2006	16.917.398	0,416	0,102	0,174	0,179	0,130	0,094	0,158	0,115	0,084	0,141	0,102	0,075
2007	16.849.456	0,398	0,098	0,169	0,176	0,128	0,093	0,156	0,114	0,083	0,140	0,102	0,074
2008	17.554.814	0,455	0,102	0,160	0,177	0,129	0,094	0,157	0,114	0,083	0,139	0,102	0,074
2009	17.236.910	0,726	0,112	0,162	0,194	0,142	0,104	0,166	0,122	0,090	0,147	0,108	0,080
2010	17.325.607	0,795	0,114	0,162	0,196	0,144	0,106	0,167	0,123	0,091	0,149	0,110	0,082

Cuatro Grupos														
Observaciones				LVU ($\delta=0,5$)			LVU ($\delta=1$)			LVU ($\delta=1,5$)				
Año	(ponderadas)	$G(1)$	$G(2)$	$G(3)$	$G(4)$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,803	0,093	0,087	0,166	0,155	0,105	0,072	0,138	0,094	0,064	0,127	0,086	0,048
2005	14.658.724	0,737	0,089	0,085	0,157	0,150	0,101	0,069	0,135	0,092	0,063	0,124	0,085	0,047
2006	16.917.398	0,619	0,086	0,082	0,158	0,147	0,099	0,067	0,133	0,090	0,062	0,122	0,083	0,046
2007	16.849.456	0,580	0,083	0,082	0,149	0,144	0,098	0,066	0,131	0,089	0,061	0,121	0,082	0,046
2008	17.554.814	0,692	0,084	0,079	0,145	0,145	0,098	0,067	0,131	0,089	0,061	0,121	0,083	0,045
2009	17.236.910	0,919	0,099	0,083	0,140	0,149	0,100	0,067	0,132	0,089	0,060	0,123	0,083	0,048
2010	17.325.607	0,949	0,100	0,085	0,138	0,148	0,098	0,066	0,131	0,087	0,059	0,122	0,082	0,048

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV

Los mayores niveles de polarización se alcanzan cuando la población se divide en dos grupos, independientemente del valor del parámetro δ elegido. En cuanto a su tendencia, estos índices presentan comportamientos similares que los EGR , es decir, descendiente hasta 2007 y creciente a partir de 2008 en general para todos los casos considerados. Sin embargo, cuando aumenta la cantidad de grupos y el grado de sensibilidad hacia la cohesión interna de los grupos, δ , los cambios temporales en los índices se reducen, o sea, las tendencias son menos pronunciadas. Esto se debe a que cuanto mayor es δ , mayor es la importancia que se le da a la cohesión interna de los grupos. Al analizar los índices de desigualdad de cada uno de los grupos formados, en todos los casos el primer grupo el que presenta la mayor desigualdad, disminuyendo hasta 2007 y aumentando considerablemente a partir de 2008, para alcanzar valores cercanos a 1 al considerar cuatro grupos. Todo ello era esperable porque ese es el grupo que contiene a los salarios nulos, que disminuyen su proporción hasta 2007 y la

⁵⁷ Nuevamente, la elección de los valores de δ son por comparabilidad con trabajos relacionados.

aumentan considerablemente a partir de 2008. La desigualdad del segundo grupo también muestra el mismo comportamiento sea cual sea el número de grupos formados, con una leve tendencia decreciente hasta 2007 y un leve repunte desde 2008. La desigualdad del tercer grupo disminuye hasta 2008 y presenta un pequeño aumento en 2009 y 2010. Finalmente, el índice de Gini del cuarto grupo presenta una tendencia decreciente en todo el período analizado aunque su desigualdad es mayor que la que se presenta en los grupos segundo y tercero.

Las particiones óptimas de la distribución de salarios se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22: Partición óptima de la distribución completa de salarios brutos por hora normalizados, 2004-2010.

Dos Grupos											
Año	Población		Medias		Cortes						
	p_1	p_2	y_1	y_2	z_1						
2004	0,594	0,406	0,532	1,683	1,000						
2005	0,600	0,400	0,563	1,654	1,000						
2006	0,595	0,405	0,577	1,621	1,000						
2007	0,598	0,402	0,589	1,611	1,000						
2008	0,582	0,418	0,571	1,598	1,000						
2009	0,555	0,445	0,481	1,645	1,000						
2010	0,559	0,441	0,459	1,663	1,000						

Tres Grupos									
Año	Población			Medias			Cortes		
	p_1	p_2	p_3	y_1	y_2	y_3	z_1	z_2	
2004	0,297	0,457	0,246	0,244	0,935	2,035	0,663	1,320	
2005	0,326	0,441	0,233	0,327	0,963	2,014	0,693	1,326	
2006	0,326	0,432	0,242	0,361	0,951	1,949	0,697	1,309	
2007	0,330	0,434	0,236	0,379	0,958	1,945	0,708	1,305	
2008	0,315	0,438	0,247	0,344	0,955	1,917	0,700	1,302	
2009	0,287	0,446	0,267	0,161	0,955	1,980	0,644	1,338	
2010	0,287	0,451	0,262	0,117	0,950	2,016	0,626	1,342	

Cuatro Grupos												
Año	Población				Medias				Cortes			
	p_1	p_2	p_3	p_4	y_1	y_2	y_3	y_4	z_1	z_2	z_3	
2004	0,207	0,359	0,281	0,154	0,091	0,751	1,232	2,381	0,510	0,962	1,638	
2005	0,191	0,348	0,297	0,163	0,125	0,733	1,187	2,257	0,517	0,942	1,566	
2006	0,195	0,353	0,292	0,160	0,187	0,741	1,188	2,224	0,543	0,943	1,554	
2007	0,201	0,360	0,286	0,153	0,213	0,760	1,199	2,231	0,564	0,954	1,557	
2008	0,188	0,355	0,283	0,173	0,152	0,749	1,185	2,133	0,543	0,943	1,544	
2009	0,220	0,327	0,283	0,170	0,036	0,771	1,254	2,270	0,475	0,995	1,635	
2010	0,236	0,323	0,271	0,169	0,022	0,779	1,263	2,304	0,459	1,000	1,663	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV

Cuando se trata de dos grupos, se observa que las proporciones de personas se han mantenido estables hasta 2007; sin embargo, a partir de 2008, las personas con menos salarios han ido disminuyendo en proporción, mientras que las personas con mayores salarios han ganado en proporción poblacional. En cuanto

a los salarios medios de estos grupos, se observa que los de las personas con más salarios han disminuido hasta 2007 y han aumentado desde 2008. Lo contrario ha pasado con los salarios promedio de las personas con menores salarios. Todo ello es un claro efecto de la crisis por la que atraviesa España.

3.1.2.- Resultados obtenidos a partir de una distribución mixta para los salarios

En la Tabla 23, se presentan los índices de polarización ER y EGR para los salarios brutos normalizados, considerando que la distribución es mixta (Gráfico 64 del anexo).

Tabla 23: Índice de Polarización de ER (1994) y EGR (1999).
Distribución mixta de salarios brutos por hora normalizados, 2004-2010.

Dos Grupos													
		ER						EGR ($\beta=0,5$)			EGR ($\beta=1$)		
Observaciones													
Año	(ponderadas)	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$G(f)$	$G(p^*)$	ϵ	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,135	0,120	0,109	0,406	0,161	0,244	0,013	-0,002	-0,013	-0,109	-0,128	-0,139
2005	14.658.724	0,117	0,106	0,098	0,382	0,135	0,247	-0,006	-0,018	-0,026	-0,135	-0,146	-0,153
2006	16.917.398	0,101	0,092	0,086	0,367	0,113	0,253	-0,026	-0,035	-0,040	-0,156	-0,165	-0,170
2007	16.849.456	0,096	0,088	0,083	0,358	0,107	0,251	-0,030	-0,037	-0,043	-0,159	-0,166	-0,172
2008	17.554.814	0,109	0,099	0,092	0,363	0,124	0,240	-0,011	-0,021	-0,028	-0,136	-0,145	-0,152
2009	17.236.910	0,161	0,140	0,124	0,417	0,201	0,216	0,053	0,032	0,017	-0,055	-0,076	-0,091
2010	17.325.607	0,173	0,149	0,131	0,433	0,223	0,210	0,068	0,044	0,026	-0,037	-0,061	-0,079
Tres Grupos													
		ER						EGR ($\beta=0,5$)			EGR ($\beta=1$)		
Observaciones													
Año	(ponderadas)	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$G(f)$	$G(p^*)$	ϵ	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,201	0,152	0,117	0,406	0,338	0,068	0,167	0,118	0,083	0,132	0,085	0,050
2005	14.658.724	0,198	0,152	0,118	0,382	0,314	0,069	0,163	0,117	0,084	0,128	0,083	0,049
2006	16.917.398	0,197	0,153	0,121	0,367	0,296	0,071	0,162	0,118	0,085	0,126	0,082	0,050
2007	16.849.456	0,195	0,152	0,120	0,358	0,288	0,070	0,160	0,117	0,085	0,125	0,082	0,050
2008	17.554.814	0,192	0,148	0,116	0,363	0,297	0,066	0,159	0,115	0,082	0,126	0,082	0,050
2009	17.236.910	0,194	0,144	0,108	0,417	0,357	0,059	0,164	0,114	0,078	0,134	0,084	0,048
2010	17.325.607	0,196	0,144	0,107	0,433	0,376	0,057	0,168	0,116	0,079	0,139	0,087	0,050
Cuatro Grupos													
		ER						EGR ($\beta=0,5$)			EGR ($\beta=1$)		
Observaciones													
Año	(ponderadas)	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$G(f)$	$G(p^*)$	ϵ	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,156	0,106	0,072	0,406	0,374	0,032	0,140	0,090	0,056	0,124	0,074	0,040
2005	14.658.724	0,154	0,105	0,072	0,382	0,351	0,032	0,138	0,089	0,056	0,122	0,073	0,041
2006	16.917.398	0,154	0,106	0,074	0,367	0,334	0,033	0,137	0,090	0,058	0,121	0,073	0,041
2007	16.849.456	0,152	0,105	0,073	0,358	0,326	0,033	0,135	0,088	0,057	0,119	0,072	0,041
2008	17.554.814	0,149	0,102	0,070	0,363	0,328	0,031	0,133	0,086	0,054	0,118	0,071	0,039
2009	17.236.910	0,152	0,101	0,068	0,417	0,389	0,028	0,138	0,087	0,054	0,124	0,073	0,040
2010	17.325.607	0,154	0,102	0,068	0,433	0,406	0,027	0,141	0,089	0,054	0,127	0,075	0,041

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV

Lo primero que destaca es que los comportamientos de las distintas series de medidas de polarización, tanto ER , EGR como LVU , varían de acuerdo con la cantidad de grupos que se considere. Esto indica que la consideración de las personas con salarios nulos en un grupo separado provoca un comportamiento

diferente en las series. En cuanto a las, se aprecia que cuanto mayor es el valor de α seleccionado, los cambios en los índices son menos pronunciados. Tanto el índice ER como el EGR presentan una tendencia negativa hasta 2007, que cambia en 2008 cuando se trata de dos grupos para todos los valores de β considerados. Cuando se consideran tres o cuatro grupos, los índices de polarización se comportan de acuerdo al valor de α . Así, cuando α vale 1, la tendencia decreciente de la serie se prolonga hasta 2008, y es en 2009 cuando cambia. Sin embargo, al considerar que α es 1,3 o 1,6, la tendencia es estable o levemente decreciente en el período considerado. Asimismo, para tres o cuatro grupos, las tendencias son menos pronunciadas que cuando se consideran solo dos grupos. La heterogeneidad presente en cada grupo (corrección que se utiliza para calcular el índice EGR) aumenta hasta 2006 y, a partir de 2007, disminuye para los distintos grupos considerados, de forma más pronunciada para el caso de dos grupos. Nuevamente, la mayor heterogeneidad se da cuando la población se divide en dos grupos y la menor cuando se la divide en cuatro. Los mayores niveles de polarización se alcanzan, sin embargo, cuando la población se divide en tres grupos.

El índice de polarización LVU para distribuciones mixtas se presenta en la Tabla 24. Asimismo, estos valores se muestran en el Gráfico 65 del anexo, donde se observa que, si se consideran dos grupos, cualquiera sea el valor de α y δ , la serie disminuye considerablemente hasta 2007 y en 2008 comienza a aumentar, también de manera importante. Cuando se trata de tres o cuatro grupos, las tendencias son mucho menos pronunciadas, y además el comportamiento de la serie depende del valor que tome α . Así, con tres grupos y α igual a 1, la disminución en el índice se da hasta el 2008 y el aumento, aunque moderado, comienza en 2009; para α igual a 1,3, el cambio de tendencia se da en 2010 y si α se toma como 1,6 la serie presenta una leve tendencia negativa en el período analizado. Para cuatro grupos y α igual a 1, la serie decrece hasta 2007 y aumenta a partir de 2008; cuando α es 1,3 o 1,6 la serie es relativamente estable. Al analizar

los índices de Gini de los distintos grupos, se observa que los grupos con mayores ingresos son los que más ha visto disminuir su desigualdad en el período estudiado.

Tabla 24: Índice de Polarización de *LVU* (2006).
Distribución mixta de salarios brutos por hora normalizados, 2004-2010.

Dos Grupos		LVU ($\delta=0,5$)			LVU ($\delta=1$)			LVU ($\delta=1,5$)						
Año	Observaciones (ponderadas)	$G(0)$	$G(1)$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$		
2004	15.262.940	0,000	0,291	0,117	0,103	0,093	0,102	0,089	0,080	0,090	0,077	0,068		
2005	14.658.724	0,000	0,286	0,102	0,091	0,083	0,088	0,078	0,071	0,077	0,067	0,061		
2006	16.917.398	0,000	0,286	0,087	0,079	0,073	0,075	0,068	0,062	0,065	0,058	0,053		
2007	16.849.456	0,000	0,281	0,083	0,075	0,071	0,072	0,065	0,060	0,063	0,056	0,051		
2008	17.554.814	0,000	0,274	0,095	0,085	0,079	0,083	0,074	0,068	0,073	0,064	0,058		
2009	17.236.910	0,000	0,270	0,142	0,122	0,108	0,126	0,108	0,094	0,112	0,095	0,082		
2010	17.325.607	0,000	0,271	0,153	0,131	0,114	0,137	0,116	0,100	0,122	0,102	0,088		
Tres Grupos		LVU ($\delta=0,5$)			LVU ($\delta=1$)			LVU ($\delta=1,5$)						
Año	Observaciones (ponderadas)	$G(0)$	$G(1)$	$G(2)$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	
2004	15.262.940	0,000	0,149	0,195	0,185	0,140	0,108	0,171	0,129	0,099	0,158	0,119	0,092	
2005	14.658.724	0,000	0,148	0,188	0,182	0,140	0,109	0,168	0,129	0,100	0,155	0,118	0,092	
2006	16.917.398	0,000	0,150	0,188	0,181	0,141	0,111	0,167	0,129	0,102	0,153	0,119	0,093	
2007	16.849.456	0,000	0,147	0,185	0,180	0,140	0,111	0,166	0,129	0,102	0,152	0,119	0,093	
2008	17.554.814	0,000	0,143	0,174	0,178	0,137	0,107	0,164	0,126	0,099	0,152	0,117	0,091	
2009	17.236.910	0,000	0,142	0,169	0,181	0,134	0,100	0,169	0,125	0,093	0,158	0,117	0,087	
2010	17.325.607	0,000	0,140	0,168	0,184	0,135	0,100	0,172	0,126	0,094	0,162	0,118	0,088	
Cuatro Grupos		LVU ($\delta=0,5$)			LVU ($\delta=1$)			LVU ($\delta=1,5$)						
Año	Observaciones (ponderadas)	$G(0)$	$G(1)$	$G(2)$	$G(3)$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$	$\alpha=1$	$\alpha=1,3$	$\alpha=1,6$
2004	15.262.940	0,000	0,119	0,090	0,168	0,148	0,100	0,068	0,140	0,095	0,064	0,133	0,090	0,049
2005	14.658.724	0,000	0,118	0,087	0,160	0,145	0,099	0,068	0,138	0,094	0,064	0,130	0,089	0,048
2006	16.917.398	0,000	0,121	0,088	0,161	0,145	0,100	0,070	0,137	0,094	0,066	0,129	0,089	0,047
2007	16.849.456	0,000	0,121	0,085	0,157	0,143	0,099	0,069	0,135	0,093	0,065	0,128	0,088	0,047
2008	17.554.814	0,000	0,114	0,084	0,147	0,147	0,107	0,078	0,139	0,101	0,074	0,130	0,095	0,047
2009	17.236.910	0,000	0,116	0,084	0,141	0,145	0,097	0,065	0,139	0,092	0,062	0,133	0,088	0,051
2010	17.325.607	0,000	0,112	0,086	0,139	0,148	0,098	0,065	0,141	0,094	0,062	0,136	0,090	0,054

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV

En la Tabla 25 se presentan las particiones que se obtienen cuando se considera una distribución mixta. En todos los casos, el primer grupo lo componen los individuos en paro, es decir, las personas con salario nulo. Así, la proporción de personas con salarios nulos disminuye hasta 2007 y aumenta a partir de 2008. Para el caso de dos grupos, el resto de personas asalariadas presenta la tendencia contraria, aumenta hasta 2007 y disminuye a partir de 2008. Si se consideran tres grupos, las proporciones de los grupos segundo y tercero presentan la misma tendencia, que aumenta hasta 2007 y disminuye a partir de 2008. Asimismo, la mayor proporción está asociada al grupo 2, así como los cambios más pronunciados.

Tabla 25: Particiones de la distribución de salarios en España.
Distribución mixta de salarios brutos por hora normalizados, 2004-2010.

Dos Grupos											
Año	Población		Medias		Cortes						
	p_1	p_2	y_1	y_2	z_1						
2004	0,162	0,838	0,000	1,000	0,000						
2005	0,136	0,864	0,000	1,000	0,000						
2006	0,114	0,886	0,000	1,000	0,000						
2007	0,108	0,892	0,000	1,000	0,000						
2008	0,124	0,876	0,000	1,000	0,000						
2009	0,201	0,799	0,000	1,000	0,000						
2010	0,223	0,777	0,000	1,000	0,000						

Tres Grupos											
Año	Población			Medias			Cortes				
	p_1	p_2	p_3	y_1	y_2	y_3	z_1	z_2			
2004	0,162	0,543	0,295	0,000	0,676	1,598	0,000	1,000			
2005	0,136	0,552	0,312	0,000	0,678	1,569	0,000	1,000			
2006	0,114	0,564	0,323	0,000	0,677	1,564	0,000	1,000			
2007	0,108	0,568	0,324	0,000	0,682	1,557	0,000	1,000			
2008	0,124	0,552	0,324	0,000	0,687	1,534	0,000	1,000			
2009	0,201	0,499	0,300	0,000	0,687	1,520	0,000	1,000			
2010	0,223	0,490	0,287	0,000	0,687	1,533	0,000	1,000			

Cuatro Grupos												
Año	Población				Medias				Cortes			
	p_1	p_2	p_3	p_4	y_1	y_2	y_3	y_4	z_1	z_2	z_3	
2004	0,162	0,365	0,306	0,167	0,000	0,579	0,987	1,945	0,000	0,765	1,325	
2005	0,136	0,367	0,321	0,176	0,000	0,578	0,985	1,904	0,000	0,768	1,311	
2006	0,114	0,380	0,331	0,175	0,000	0,580	0,998	1,916	0,000	0,774	1,316	
2007	0,108	0,376	0,334	0,182	0,000	0,583	0,985	1,886	0,000	0,773	1,303	
2008	0,124	0,366	0,321	0,189	0,000	0,589	0,984	1,822	0,000	0,774	1,294	
2009	0,201	0,338	0,288	0,173	0,000	0,595	0,993	1,805	0,000	0,778	1,297	
2010	0,223	0,323	0,279	0,175	0,000	0,592	0,976	1,793	0,000	0,770	1,290	

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ECV

3.2.- Polarización por características

De los análisis de las secciones anteriores, se desprende que los mayores niveles de polarización se obtienen cuando la población está dividida en dos grupos para el caso de distribuciones completas y cuando son tres los grupos en los que se divide la población, si se consideran distribuciones mixtas. En esta Tesis, además de la inclusión del desempleo y su diferenciación en el cálculo de los índices de polarización, se busca determinar el nivel de relación entre la polarización de la sociedad y distintas características de la misma, como el nivel de educación de sus individuos. Para ello, se utiliza el índice propuesto por Gradín (2000). Gradín denomina “polarización por grupos” al nivel de polarización que se encuentra cuando una distribución determinada se divide exógenamente mediante una característica que no sea monetaria. De esta manera, las características más relevantes serán las que muestren al mismo tiempo mucha polarización entre los grupos y gran homogeneidad dentro de los mismos. A continuación, se presentan

los índices de polarización por grupos, utilizando algunas variables para determinar cuál es la que mejor podría explicar la polarización en España. Asimismo, en este trabajo se va un paso más allá y se calcula la polarización por grupos con el índice *LVU* para poder comparar los resultados obtenidos a partir de los dos índices. Las características para las que se computa el índice de polarización son: sexo, tipo de contrato, educación y situación en la actividad (desempleado o empleado). Salvo el nivel de educación, las demás variables son dicotómicas, por lo que se estudiará realmente la bipolarización por grupo.

1) Sexo: A partir del género de los trabajadores se pueden formar dos grupos, a saber:

- Primer Grupo: Mujer
- Segundo Grupo: Hombre

2) Tipo de contrato: Se presentan sólo dos categorías, por lo que son sólo dos los grupos que se pueden formar:

- Primer Grupo: Contrato temporal
- Segundo Grupo: Contrato de duración indefinida

3) Situación laboral: Aunque esta variable presenta varias categorías (trabajo a tiempo completo, trabajo a tiempo parcial, parado, estudiante, etc.), en este trabajo el interés recae sólo en dos, según que se esté empleado o desempleado:

- Primer Grupo: Desempleados
- Segundo Grupo: Empleados

4) Educación: Esta variable se presenta en la ECV dividida en 5 categorías, que son:

- 1.- Educación primaria
- 2.- Educación secundaria de primera etapa (incluye formación e inserción profesional equivalente)
- 3.- Educación secundaria de segunda etapa (incluye formación e inserción profesional equivalente)
- 4.- Formación e inserción profesional que precisa de título de educación secundaria de segunda etapa
- 5.- Educación Superior

Sin embargo, una de esas categorías (Formación Profesional que precisa de título de secundaria de segunda etapa) posee poca representación en el período estudiado (no es mayor del 2,7% en ningún año) por lo que no se la considera una categoría por sí sola. Así, se pueden llegar a combinar hasta 4 grupos con las agrupaciones de estas 4 categorías. Teniendo en cuenta todas las combinaciones posibles (2, 3 y 4 grupos), la que mayor polarización genera es:

- Primer Grupo: Educación primaria
- Segundo Grupo: Educación secundaria de primera etapa
- Tercer Grupo: Educación secundaria de segunda etapa o Formación Profesional que necesita de título de educación secundaria de segunda etapa
- Cuarto Grupo: Estudios universitarios

En la Tabla 26, se presentan los índices computados para las características mencionadas. A su vez, estos valores se trazan en el Gráfico 59.

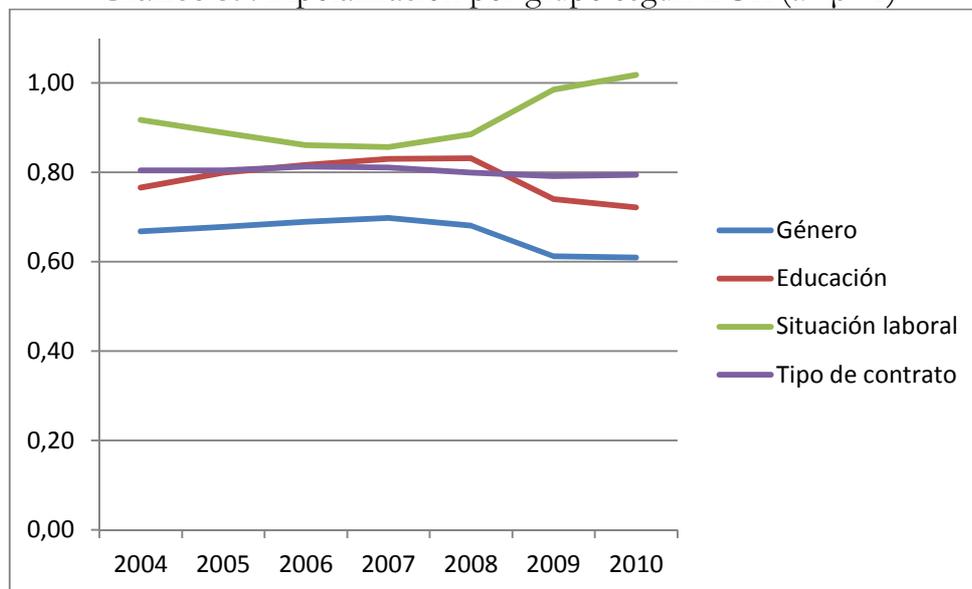
Tabla 26: Bipolarización por grupos según *EGR* ($\alpha=\beta=1$)

		Polarización por grupo						
		PG						
Características		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Género		0,668	0,678	0,689	0,698	0,681	0,612	0,610
Educación		0,766	0,800	0,817	0,830	0,832	0,740	0,721
Situación laboral		0,918	0,889	0,861	0,857	0,885	0,985	1,018
Tipo de contrato		0,805	0,805	0,813	0,811	0,800	0,792	0,794

		Descomposición de la polarización por grupo													
		Polarización							Falta de identificación						
		ER							ϵ						
Características		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Género		0,061	0,050	0,047	0,047	0,038	0,026	0,030	0,393	0,372	0,358	0,349	0,357	0,414	0,420
Educación		0,123	0,127	0,126	0,129	0,132	0,157	0,154	0,358	0,327	0,309	0,299	0,300	0,417	0,433
Situación laboral		0,162	0,136	0,114	0,108	0,124	0,201	0,220	0,244	0,247	0,253	0,251	0,239	0,216	0,203
Tipo de contrato		0,139	0,126	0,120	0,114	0,111	0,137	0,142	0,335	0,322	0,307	0,303	0,311	0,345	0,348

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV

Gráfico 59: Bipolarización por grupo según *EGR* ($\alpha=\beta=1$)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV

De acuerdo con los resultados obtenidos al utilizar el índice *EGR*, la situación laboral es la partición que mayor polarización genera, sin embargo, sigue una tendencia contrapuesta a la de los índices obtenidos al utilizar las demás variables, disminuyendo hasta 2007 y aumentando desde 2008. Esta conclusión es comprensible puesto que hasta 2007 el desempleo disminuyó en España y desde 2008 aumentó considerablemente. Para los índices obtenidos a partir de las particiones generadas por género y educación pasa lo inverso, es decir, aumentan

hasta 2007 y disminuyen desde 2008. La polarización que genera el tipo de contrato es relativamente estable en los años considerados. Además, el género es la característica que menos polarización produce y el tipo de contrato es la segunda en importancia al generar polarización, en 2004 y 2005 y en 2009 y 2010. No obstante, es la educación la que ocupa este segundo puesto entre 2006 y 2008, pasando al tercer lugar en los años restantes.

La descomposición del índice, que también se presenta en la Tabla 26, evidencia que la polarización disminuyó hasta 2007 y aumentó a partir de 2008 por la situación laboral, mientras que con la identificación de los grupos sucedió lo contrario. Por ello, de la descomposición de esta variable, se observa como la polarización ha sobrecompensado la homogeneidad entre los grupos. De la descomposición de la polarización por educación, se deduce que la polarización ha presentado una tendencia positiva en el período analizado, mientras que la homogeneidad ha disminuido hasta 2008 y ha aumentado considerablemente hasta 2010 y, es en este último período, donde la creciente identificación ha sobrecompensado el aumento de la polarización. La polarización por tipo de contrato ha permanecido relativamente constante en el período analizado ya que mientras que la identificación ha disminuido hasta 2007 y ha aumentado desde 2008, la polarización ha presentado la tendencia contraria contrarrestando los efectos de la homogeneidad. En cuanto a la descomposición de acuerdo con el género, se observa una tendencia decreciente de la polarización en el período analizado, pero una disminución en la homogeneidad hasta 2007, lo que ha sobrecompensado la disminución de la polarización, y el aumento continuado de la identificación a partir de 2008 ha reforzado la polarización decreciente.

En Tabla 27, se presenta la polarización por grupos calculada a partir del índice propuesto por *LVU*. Aunque los valores son más pequeños que los calculados con el índice de *EGR*, las tendencias son las mismas, salvo en el caso de la polarización por educación, que presenta una tendencia creciente en todo el

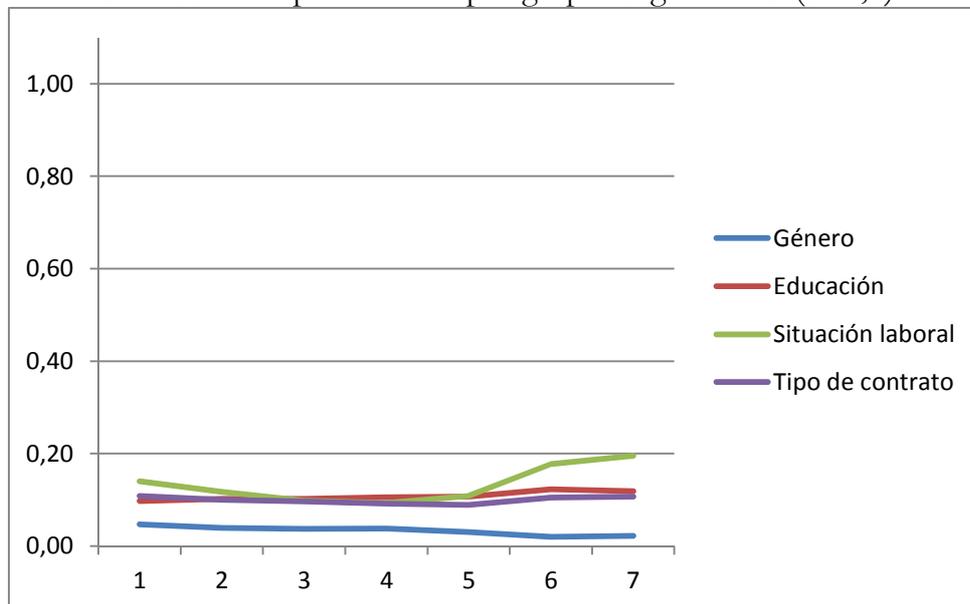
período analizado cuando se utiliza el índice *LVU*. Asimismo, otra diferencia se presenta en los *rankings* generados. Así, la polarización por situación laboral no es en todos los años, la característica que más polarización presenta, dado que la educación la supera en los años 2006 y 2007. Este hecho puede explicarse porque en ese período, España alcanzó los menores niveles de desempleo en la época de la democracia, de modo que el nivel de educación es la característica que más polarización social generaría dentro de ese panorama.

Tabla 27: Bipolarización por grupos según *LVU* ($\delta=0,5$)

Características	Polarización por grupo						
	PG						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Género	0,047	0,040	0,038	0,038	0,030	0,020	0,022
Educación	0,097	0,102	0,102	0,105	0,107	0,123	0,119
Situación laboral	0,140	0,118	0,098	0,093	0,108	0,178	0,195
Tipo de contrato	0,108	0,100	0,097	0,092	0,089	0,105	0,107

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV

Gráfico 60: Bipolarización por grupos según *LVU* ($\delta=0,5$)



Fuente: Elaboración propia con datos de la ECV

3.3.- Determinantes de la polarización

A continuación, mediante el enfoque de la polarización explicada, se intenta identificar cuál es la característica que mejor explica la tendencia que se observa en la bipolarización en España. Para este análisis, se tienen en cuenta tanto los índices de polarización obtenidos a partir de la distribución completa como los obtenidos para la distribución mixta. Asimismo, se utiliza, además del índice *EGR*, el índice *LVU*. Con todos estos elementos, desde este enfoque se comparan los resultados de las polarizaciones económicas calculadas con las distintas distribuciones con las de las polarizaciones obtenidas a partir de la partición de la población por características. Los resultados se presentan en la Tabla 28.

Tabla 28: Polarización explicada (*EGR* y *LVU*)

Características	EGR													
	Polarización Explicada (Dist. Completa)							Polarización Explicada (Dist. Mixta)						
	PE							PE						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Género	0,160	0,141	0,136	0,141	0,110	0,064	0,081	0,309	0,299	0,327	0,348	0,241	0,106	0,127
Educación	0,354	0,394	0,409	0,430	0,436	0,364	0,346	0,682	0,836	0,982	1,060	0,958	0,601	0,543
Situación laboral	0,582	0,518	0,452	0,438	0,497	0,699	0,752	1,122	1,100	1,084	1,078	1,092	1,155	1,180
Tipo de contrato	0,420	0,399	0,397	0,384	0,365	0,400	0,414	0,809	0,847	0,953	0,945	0,801	0,661	0,650

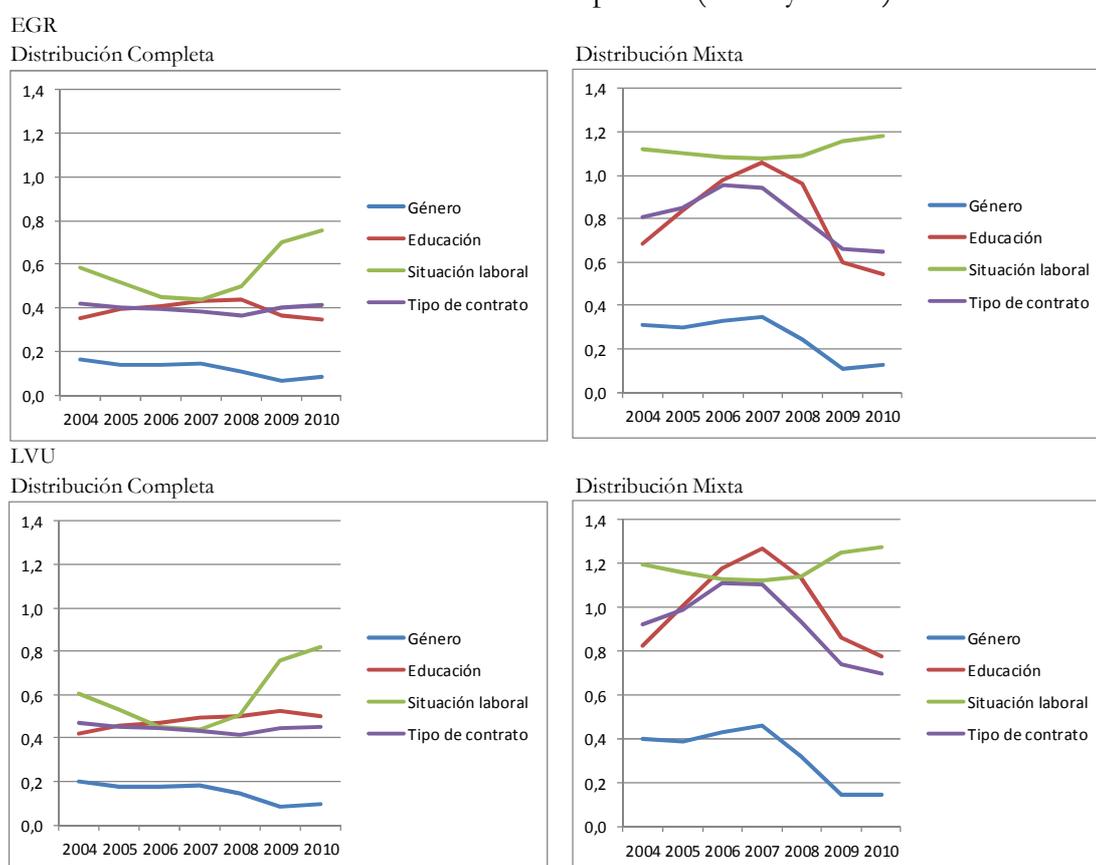
Características	LVU													
	Polarización Explicada (Dist. Completa)							Polarización Explicada (Dist. Mixta)						
	PE							PE						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Género	0,202	0,178	0,173	0,179	0,142	0,086	0,094	0,398	0,389	0,432	0,459	0,321	0,142	0,145
Educación	0,419	0,460	0,473	0,497	0,500	0,523	0,499	0,826	1,006	1,176	1,270	1,132	0,863	0,774
Situación laboral	0,605	0,529	0,454	0,438	0,505	0,758	0,821	1,193	1,157	1,129	1,121	1,142	1,251	1,274
Tipo de contrato	0,468	0,451	0,446	0,433	0,414	0,447	0,450	0,922	0,986	1,110	1,107	0,937	0,738	0,698

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV

Al observar los resultados obtenidos con el índice *EGR* y la distribución completa, la situación laboral es la característica que mejor explica la bipolarización en España en todo el período analizado. A continuación, figuraría el tipo de contrato en 2004 y 2005 aunque entre 2006 y 2008 es la educación la que ocuparía su lugar, mientras que en 2009 y 2010 vuelve a ser el tipo de contrato la variable que ocupa este segundo lugar. El género es la característica que menos bipolarización explica en España durante todo el período analizado. Cuando se utiliza la distribución mixta en el análisis, se observa que las características explican más la polarización económica pero, aunque las

tendencias son similares a las de la distribución completa, en el caso del tipo de contrato la tendencia obtenida es exactamente opuesta. Cuando se utiliza el índice *LVU*, los valores de polarización explicada son mayores tanto si se utiliza la distribución completa como la mixta. Asimismo, se alteran algunos *rankings* al ordenar las características según explican la polarización. En este caso la educación pasa a ser la característica que más explica la polarización en 2006 y 2007, mientras que el resto de los años es la situación laboral. La educación pasaría al segundo lugar entre 2008 y 2010.

Gráfico 61: Polarización explicada (*EGR* y *LVU*)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la ECV

3.4.- Consideraciones adicionales

La investigación llevada a cabo hasta aquí se podría ampliar de numerosas maneras. Un posible enfoque alternativo para futuras investigaciones consistiría

en realizar un análisis discriminatorio. Así, mediante la comparación de los resultados de ajuste en regresiones del tipo $y = f(x)$, en donde y toma dos valores (0 o 1, indicando bipolarización), con los resultados obtenidos cuando toma tres (0, 1 o 2) o más valores, mediante modelos *logit* o *multilogit*, se podría controlar cómo las modificaciones en la definición de la variable que representa los grupos resultantes de la polarización (y) afectan a la bondad del ajuste obtenido. Otra opción que complementa la línea de investigación anterior sería la utilización de modelos *probit* o *multiprobit*. Asimismo, podría ampliarse el análisis de la polarización a los países de la Unión Europea, lo que permitiría comparar tanto los niveles detectados como la influencia de las características de los individuos con el panorama existente en los países del entorno europeo más inmediato, en una primera fase, y con todos, en una fase ulterior.

4.- COMENTARIOS FINALES

El objetivo de este Capítulo ha sido el de analizar la evolución de la polarización en España entre 2004 y 2010. Para ello, se han utilizado distintos índices de polarización con diferentes valores en sus parámetros para evaluar la robustez de los resultados. Asimismo, para los cálculos se utilizan dos tipos de distribuciones, la completa y la mixta. Esta última se ha propuesto, con el fin de diferenciar el grupo de los desempleados. Además, se ha buscado establecer las variables que puedan estar detrás del comportamiento de la polarización, para lo que se calcula la polarización económica, además de la polarización por grupos, en donde las divisiones se definen mediante las características que se deseen analizar (género, nivel educativo, etc.).

Tal y como se ha comentado a lo largo de este capítulo, el período que comprende este estudio consta de dos etapas diferenciadas. En la primera etapa (2004-2007), España se encontraba en un período de crecimiento económico,

mientras que, en la segunda (2008-2010), los efectos de la crisis económica mundial empezaban a hacer mella en la economía española. Así, no sorprende la clara tendencia decreciente de los índices de polarización hasta 2007 y su cambio de tendencia desde 2008, tanto si se utiliza el índice *EGR* como si es el *LVU*, para los distintos grupos al considerar las distribuciones completas. En general, se puede concluir que los mayores valores de los índices de polarización salarial se obtienen al considerar dos grupos, si la distribución es completa, y tres grupos, si la distribución es mixta, con independencia del índice de polarización aplicado o los valores de los distintos parámetros. El hecho de considerar una distribución mixta, en lugar de una completa, separa los salarios extremos, los nulos, por lo que al considerar más de dos grupos, éstos son más homogéneos y las tendencias son menos pronunciadas. Este mismo efecto se logra al utilizar el índice *LVU*, si lo que se considera es la cohesión interna de cada grupo.

En cuanto a la polarización por características, utilizando el índice *EGR*, la situación laboral es la partición que mayor polarización genera, sin embargo, sigue una tendencia contraria a los índices calculados con las demás variables, disminuyendo hasta 2007 y aumentando desde 2008. Para los índices obtenidos a partir de las particiones generadas por género y educación ocurre lo inverso, aumentan hasta 2007 y disminuyen desde 2008. La polarización que genera el tipo de contrato es relativamente estable en los años considerados, siendo el género la característica que menos polarización produce. El tipo de contrato es la característica que se sitúa a continuación a la hora de generar polarización, en 2004 y 2005 y en 2009 y 2010, si bien la Educación ocupa este segundo lugar entre 2006 y 2008, y el tercero en los años restantes.

Al considerar la polarización por grupos, calculada a partir del índice *LVU*, se obtiene que los valores son más pequeños que los calculados con el índice *EGR*, pero las tendencias son las mismas. Sin embargo, los *rankings* obtenidos para las diversas características no lo son. Así, la polarización por situación laboral no es

la característica que más polarización genera todos los años, dado que la educación la supera en 2006 y 2007. El índice *EGR* establece que la situación laboral es la característica que más polarización genera en todo el período analizado. Sin embargo, en el año 2007, en España se alcanzó la tasa de paro más baja en toda la época de la democracia, por lo que no parece coherente que en ese año sea la situación de empleo-desempleo lo que genere más polarización. Con el índice *LVU*, en 2006 y 2007 es la educación la característica que más polarización genera en España. Por lo que se evidencia que el índice *LVU* captaría de mejor manera la polarización por características, lo que corrobora la decisión de proponer la adaptación este índice en la presente Tesis Doctoral.

Al tratar de explicar la bipolarización económica en España a partir de las características de los trabajadores, se observa que, de nuevo, la situación laboral es la característica que mejor explica los resultados obtenidos con el índice *EGR* y la distribución completa. Seguidamente, aparecería el tipo de contrato en 2004 y 2005, aunque entre 2006 y 2008 es la educación la que ocupa este lugar, mientras que en 2009 y 2010 vuelve a ser el tipo de contrato el segundo causante de la polarización. Cuando se utiliza la distribución mixta en el análisis, se observa que las características explican mejor la polarización económica, lo que justificaría su propuesta. Las tendencias son similares a las de la distribución completa salvo el caso del tipo de contrato, que es exactamente opuesta, al segregar en un grupo a todos los individuos desocupados. Cuando se utiliza el índice *LVU*, los valores de la polarización explicada son mayores tanto si se utiliza la distribución completa como la mixta. Asimismo, cambian algunos *rankings* de las características al explicar la polarización, de manera que la educación pasa a ser la característica que mejor explica la polarización en 2006 y 2007, mientras que el resto de los años lo es la situación laboral.

El género es la característica que menos polarización genera y su índice presenta una tendencia decreciente. A su vez, es la que menos polarización explica por lo que se puede hablar de una tendencia hacia la igualdad en el mercado laboral.

ANEXO CAPÍTULO 3

Gráfico 62: Índice de Polarización *ER* y *EGR*.
Distribución completa de salarios normalizados, 2004-2010

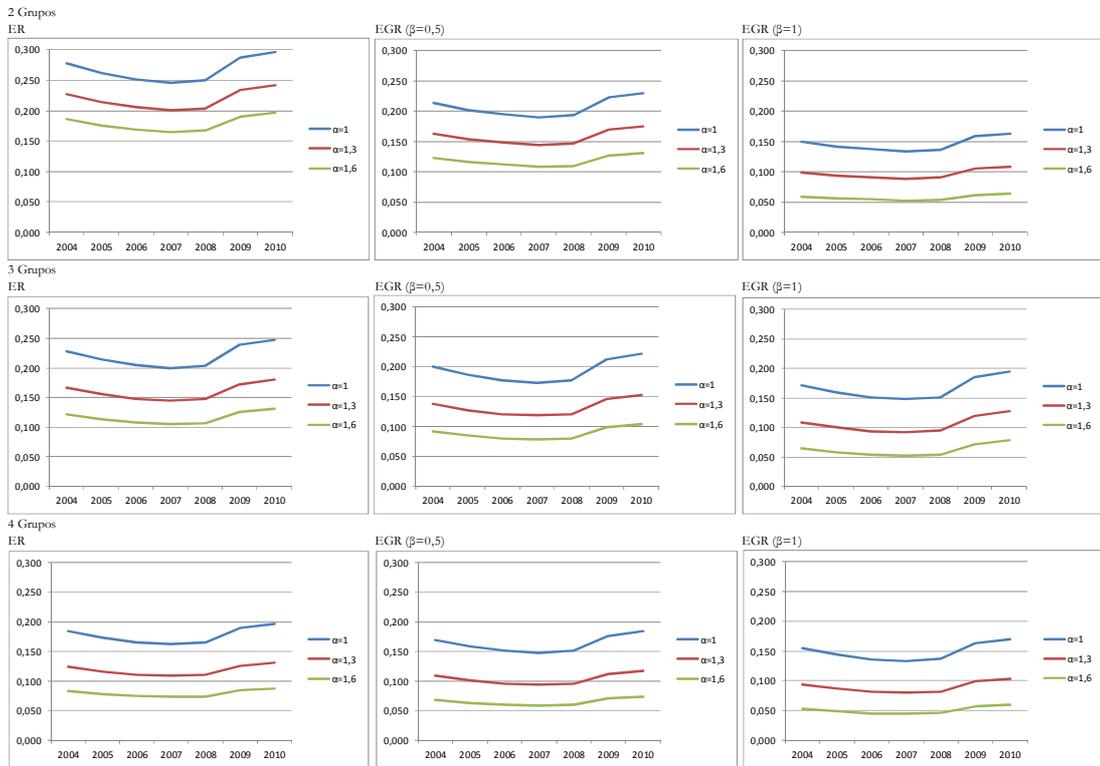


Gráfico 63: Índice de Polarización *LVU*.
 Distribución completa de salarios normalizados, 2004-2010.

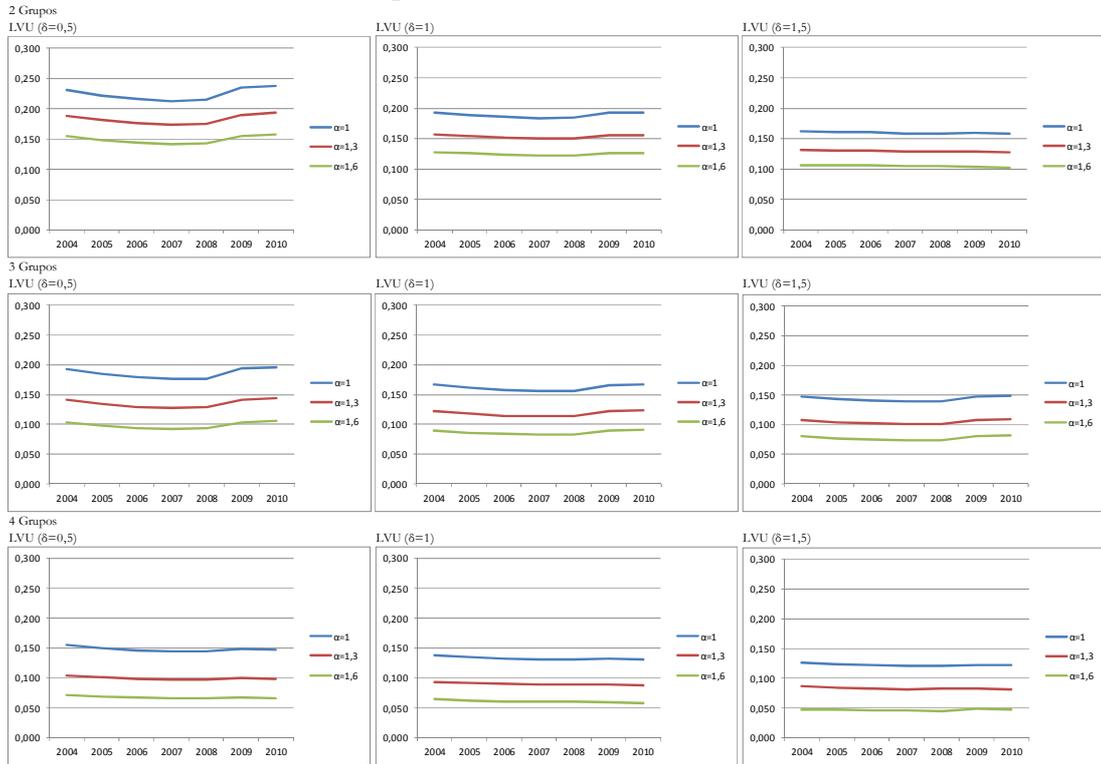


Gráfico 64: Índice de Polarización *ER* y *EGR*.
Distribución mixta de salarios normalizados, 2004-2010.

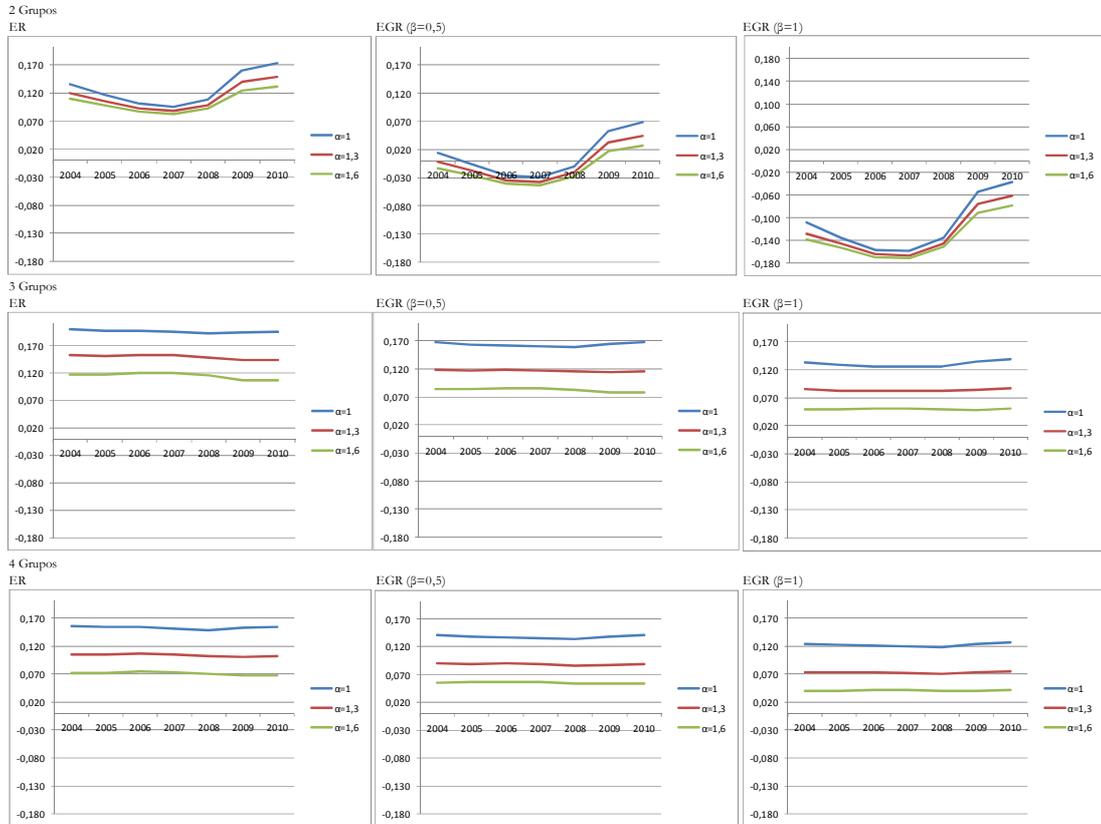
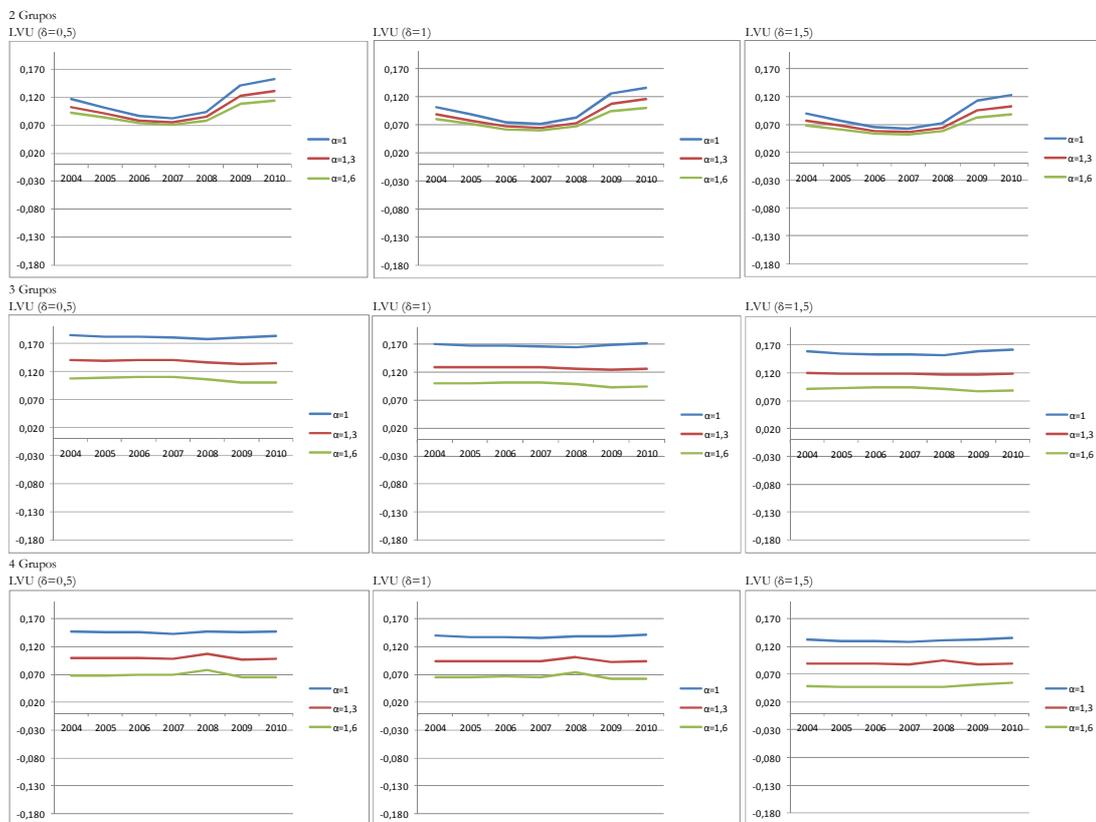


Gráfico 65: Índice de Polarización *LVU*.
 Distribución mixta de salarios normalizados, 2004-2010.



CHAPTER 4

AN ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PRODUCTIVITY AND WAGE POLARIZATION IN THE SPANISH REGIONS

1.- INTRODUCTION

The amount of literature on the relationship between income distribution and macroeconomic performance has increased in recent years (Eicher and Turnovsky, 2003; Breen and Garcia-Peñalosa, 2005; Ezcurra, 2009). The fundamental idea of this field of research is that income distribution can affect investment levels in physical and human capital which, in turn, determine the growth rate of the economy. The impact of income inequality on economic growth has been investigated by a great number of authors through different mechanisms (Ezcurra, 2009). However, these studies do not take into account that there are various aspects of the income distribution that cannot be captured using the conventional inequality indices employed in the analyses carried out. Particularly, it is not possible to distinguish whether the population is clustered around the average or around two or more separate poles by solely using inequality measures (Wolfson, 1994), so the level of polarization of the distribution under consideration is not accurately quantified. Inequality does not properly capture the social tension related to a specific distribution (Esteban and Ray, 1994), but polarization does. This is why polarization may be, in some cases, more relevant than inequality to analyze economic growth.

Income polarization generates social tension and tends to increase socio-political instability which should have a negative effect on economic growth (Barro, 1991). Furthermore, individual investment decisions are related to the degree of uncertainty in the political and legal environment. Also, socio-political instability disrupts market activities and labour relations and may have negative repercussions on aggregate productivity. On the basis of these ideas, Ezcurra (2009) studies the links between polarization and economic growth in the European regions. Although he finds a negative relation between them, he does not analyze the theoretical mechanisms explaining the degree of polarization on the economic performance of European regions. So, the main objective of this

work is trying to identify a way through polarization could influence economic growth, and that channel is productivities. Therefore, this research analyses how the polarization affects total factor productivity and, especially, worker's productivities.

Likewise, the literature on regional differences within the EU has stressed the impact of various factors on regional growth. However, the possible influence of personal income distribution on economic performance in the EU has hardly received any attention in the literature (Perugini and Martino, 2008, and Ezcurra, 2009). These reasons drive this work to search for new evidence on this area.

According to the literature linking macroeconomic performance and income distribution, we want to investigate the effect of wage polarization on regional total factor productivity (TFP). We also incorporate Research and Development (R&D) investment and human capital variables in the analysis. Finally, we study how these factors affect workers' productivity. Studying each worker's productivity, are these factors more significant in the analyses? Is the split of TFP between skilled and unskilled worker productivity giving more information to the policy makers? Used dataset includes the period 2004-2010, so we are interested in the way how unemployment impacts on these variables, as well.

The structure of this chapter is as follows. In the next section, the theoretical background of this research is exposed. The statistical sources and the data description are shown in section 3. In section 4 we interpret and discuss the results. Section 5 summarizes and exposes some conclusions. Finally, further details about data are relegated to the appendix.

2.- THEORETICAL BACKGROUND

Along the precedent section, we exposed that literature on the relationship between income distribution and macroeconomic performance has increased in recent years (Ezcurra, 2009). The main idea in these studies is that investment levels in physical and human capital can be affected by income distribution, which in turn determines the growth rate of the economy.

The impact of income inequality on economic growth has been investigated by a great number of authors through different mechanisms. In 1970's, the traditional point of view was equity-growth trade off (Osberg, 1995). Redistributive policies will result in lower productivity and/or productivity growth by distorting incentives. As an example, a progressive tax system (that reduces inequality) might reduce the after-tax returns in acquiring higher education, which could remove the incentives to go to university. Thus, reducing inequality could be reasonable from a welfare point of view, but the cost of archiving it could be lower growth.

However, at the beginning of the 1990's, this idea was challenged. Cross-country studies evidence a negative relationship between income inequality and economic growth (Alesina and Rodrik, 1994; Persson and Tabellini, 1994; Clarke, 1995; Benabou, 1996). Deininger and Squire (1998) find evidence suggesting that a great part of the impact of inequality on growth appears to come through investment in human capital rather than physical capital. Nevertheless, Lloyd-Ellis (2003) illustrates the importance of distinguishing between the long-run causal effects of persistent inequality on growth, and the short-term induced relationship between them.

In sum, on one hand, equity-efficiency trade off argument, points at the increases in equality as a disrupting factor of the competitive forces of markets, which

influence negatively to productivity and economic growth. On the other hand, other literature suggests that inequality may not reduce productivity significantly because of various mitigating factors that enhance other aspects of production either at the firm level or some higher unit of analysis (Kim and Sakamoto, 2008). Because of a general sparseness in this literature, further studies of this topic are needed. In this work, we will try to contribute to the analysis of the relationship between inequality and productivity literature, since polarization is a concept linked to inequality.

Although there is a lot of literature in this field, the evidence is far from conclusive so far and there is much to be done in identifying the mechanisms which link inequality and growth. As we stated earlier, polarization may be a useful concept to study social tension and other aspects of the income distribution which are not properly considered when inequality indices are used, and so it becomes a relevant concept to analyze economic growth.

One of the most popular explanations for the increasing inequality trend in economics is the skill-biased technical change (SBTC) (Atkinson, 1999; Card and DiNardo, 2002). According to this view, technical developments have increased the demand for skilled workers while they have decreased the demand for unskilled workers. This change in the demand for workers' abilities is pointed out like the cause for increased wage inequality in recent decades (Card and DiNardo, 2002; Autor et al, 2006). However, authors like Bernstein and Mishel (2001), point out that productivity growth has not been particularly high in recent decades despite large increases in inequality.

Also, the recent growth in wage inequality coincides with institutional changes in the economy. The so-called New Economy involves changes that may include globalization in production, greater price competition, advances in the use of technology, increased competition in capital markets, increased use of

subcontracting and outsourcing. For some authors, a fact related to the New Economy is that productivity and efficiency are greater given the current technology and market conditions. As well, the idea of the New Economy is compatible with the SBTC explanation of rising inequality. Both concepts highlight the importance of market competition and technology changes that increasingly force to reduce unnecessary costs because of greater price competition. For example, some economist, like Autor et al (2006), explain the downscaling of middle-level white-collar jobs as a result of the efficient substitution of bookkeepers, accountants and lower-level manager for computerized technologies, which perform cheaply routine cognitive tasks.

Nevertheless, in contrast to this view, other authors argue that the statement assuring that organizational restructuring improves efficiency is more assumed than demonstrated because the positive impact of these changes on productivity has not been proven (Hirsch and Soucey, 2006).

In sum, some authors claim that the restructuring of the New Economy with higher productivity is due to greater market competition and SBTC (Davis and Moore, 1945). However, other authors point out that these institutional changes increase inequality and that they may reflect increased segmentation in the labor market and may not increase productivity, contrary to SBTC explanation (Bernstein and Mishel, 2001; Kim and Sakamoto, 2008).

The idea of worker polarization, rich versus poor, has been studied in the literature (Kim and Sakamoto, 2008). On the one hand, some researchers contend that workers near the bottom of the distribution have had their wage mobility reduced (Morris and Western, 1999). On the other hand, authors like Autor et al (2006) analyze the increasing trend in the incomes of workers near the top of the distribution. Likewise, works like Kim and Sakamoto (2008) mention polarization issues, although they use inequality indexes to measure this

phenomenon. So, while this concept has been analyzed using inequality measures, like the Gini coefficient (Kim and Sakamoto, 2008) or the ratios of top-bottom deciles (Atkinson, 1999), in this research we use polarization indexes.

The relationship between wage inequality and labor productivity has been studied in the literature in different ways. Shibata (2001) studies this link at firm level, comparing the productivity of the automobile manufacturing of two companies with nearly identical technology, one placed in the United States and the other one in Japan. He finds that the plant in the United States had 10% lower productivity than the one in Japan. Other studies, like Takeuchi's (1985), find similar results and explain those findings by arguing that firms with greater intrafirm wage equality tend to have greater productivity. On the contrary, other studies consider that increased income inequality does not necessarily reduce productivity and may even increase it. In this way, Frank and Cook (1995) argue that increased competition, as a result of New Economy, creates processes in the labor market that emphasize the rankings of workers creating a "winner-take-all society". Disproportionate rewards for the small proportion of workers who are at the top of their occupations cause wasteful investment and the misallocation of resources. Since most of society's top earners are participants in winner-take-all markets, it follows that a more progressive tax structure would not reduce but actually increase efficiency.

The identification of the main factors that motivate productivity growth in the Spanish regions is essential for a regional, as well as for a national strategy growth. The literature points to the investment in infrastructure, human capital and technological capital as the main productivity factors (Bengoa y Pérez, 2009). However, although there is large theoretical and empirical literature about this topic, the regional works of this issue are scarce. The spatial effect of technical change has been studied for Oakey (1984, 1985), Brugger and Stuckey (1987),

Todtling (1990) and Wakelin (2001). The Spanish case has been analyzed by Gumbau-Albert and Maudos (2006) and Bengoa and Pérez (2009).

The literature on regional differences within the EU has stressed the impact of various factors on regional growth. Sectorial composition of economic activity (Neven and Gouyette, 1995), structural change processes (Paci, 1997), infrastructure endowment (Gil et al., 2002), human capital stock (Rodríguez-Pose and Vilalta-Bufi, 2005), technology and innovation capacity (Bilbao-Osorio and Rodríguez-Pose, 2004), spatial externalities (López-Bazo et al., 2004), European regional policy (Rodríguez-Pose and Fratesi, 2004), or market potential (Brulthar et al., 2004), are some examples of aspects studied on regional growth. However, the possible influence of personal income distribution on economic performance in the EU has received hardly any attention in the literature (Perugini and Martino, 2008, and Ezcurra, 2007 and 2009).

At a macro-analytical level, few cross-national studies have analyzed the link between income inequality and economic growth. A negative long-term relationship between income inequality and growth in per capita income across nations is found in some works (e.g. Alesina and Perotti, 1996, Clarke, 1995). Excessive market segmentation, associated with greater income inequality, may be related to this issue. Also, human capital improvement may have indirect positive effects on production. Reduced inequality could allow poor people to invest more in human capital, which might in turn lead to a reduction in crime and to an increase in welfare participation (Krueger and Lindahl, 2001). Taking into account the aforementioned arguments, we are interested along this research in analyzing the relationship between productivity and polarization at macroeconomic-level in the Spanish regions between 2004 and 2010. We compute TFP, as well as the labor productivity associated to the two types of workers we consider – skilled and unskilled ones.

3.- METHODOLOGICAL ISSUES

In this section, methodological issues are presented. In order to get robustness in the results we compute different productivity measures. Total factor productivity (TFP) is computed in two different ways, first, considering only capital stock and labor, and then, taking into account human resources. Also, we show how to estimate a workers' productivity if we understand that workers are imperfect substitutes according to their educational level (unskilled and skilled). Also, we present three different ways of classifying skilled and unskilled workers. Finally, the statistical sources and variables used are presented.

3.1.- Total factor productivity

The importance of TFP as the main source of economic growth is well known (Gumbau y Maudos, 2006). For the Spanish economy case, Pérez et al. (1997) show that increases in TFP explain more than two third of the growth in production, while capitalization process (increases in the capital-labor ratio) is the responsible for the remaining third part. That is why we are interested in studying factors behind TFP growth, that is, we want to investigate what variables influence TFP.

TFP can be constructed in a number of ways.⁵⁸ The basic method used is the difference between weighted inputs and outputs (Faggio et al, 2007). Thus, TFP for region j at time t is:

$$(69) \quad \ln TFP_{jt} = \ln Y_{jt} - \alpha_j \ln K_{jt} - (1 - \alpha_j) \ln L_{jt}$$

Where Y_{jt} denotes GDP, α_j is the share of labor costs in output, L_{jt} represents labor and K_{jt} capital stock.

⁵⁸ Griffith et al. (2004) discuss the methods commonly used in the growth accounting literature.

Let the production function in terms of output per worker be given by:

$$(70) \quad y = Ak^{\alpha_K}$$

where y is the output per worker, k stands for physical capital per worker, α_K equals the capital share of output, and A is TFP. So, taking logarithms:

$$(71) \quad \ln A = \ln y - \alpha_K \ln k$$

The capital share of output is assumed to be 1/3 like in chapter 2 (seeking for comparability with the previous literature results).

The discussion on the relative importance of factor endowments and productivity in explaining cross-country income differences started with Mankiw, Romer and Weil (1992). Other contributions were Islam (1995), Caselli, Esquivel and Lefort (1996), Klenow and Rodriguez (1997), and Hall and Jones (1999), among others. All these studies use a TFP approach to investigate differences in technologies and augment the production function incorporation human capital. The emerging view attributes to TFP differences roughly 50% of the responsibility for GDP differences.

Augmenting the Solow model by including accumulation of human as well as physical capital, Mankiw et al (1992) show the importance of human capital in explaining economic growth. This idea has been repeatedly stressed in the literature (Freire Serén, 2001 and Barro y Sala-i-Martin, 2004). Hence, economies with higher human capital endowment are considered to have greater development potential than those with insufficient or inadequate human resources. For the Spanish regions, Sosvilla-Rivero and Alonso (2005) assume the following augmented production function:

$$(72) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha H_t^\beta L_t^\gamma$$

Where Y_t is the production in the year t ; A_t is the level of efficiency or productivity in the year t ; K_t is physical capital in year t , H_t is human capital in year t , and L_t is the employment in year t .⁵⁹

Using data from 1965 to 1995 they find that the long-term elasticity for physical capital, human capital and labor are 0.24, 0.36 and 0.4, respectively (suggesting constant return to scale). Taking logarithms in (72) and working out the value of A_t :

$$(73) \quad \ln A_t = \ln Y_t - \alpha \ln K_t - \beta \ln H_t - \gamma \ln L_t$$

In this paper, the human capital of each region has been approached using the percentage of the workers who possess at least a secondary education degree as a proxy. This procedure is similar to the one used by Serrano (1996), who takes the qualified labor force as the proportion of the population that has, at least, secondary education.

3.2.- Workers' productivity

Analyzing cross-country economic growth literature, one of the main conclusions states that countries growth differences just diverge in a multiplicative TFP level, and all what is needed is to transfer the technologies observed in rich countries to poor countries⁶⁰. However, Caselli and Coleman (2006) argue this idea as exceedingly simplistic and propose a realistic generalization of the aggregate production function to allow for imperfect substitutability among labor types.

⁵⁹ Serrano (1996) use the same production function, but considering $\gamma = 1 - \alpha - \beta$.

⁶⁰ Caselli (2005) presents a partial survey on this topic.

Thus, workers are seen as imperfect substitutes and are classified in two different groups, as unskilled or skilled, according to their education:

$$(74) \quad \mathbf{y} = \mathbf{k}^\alpha [(\mathbf{A}_u \mathbf{L}_u)^\sigma + (\mathbf{A}_s \mathbf{L}_s)^\sigma]^{\frac{1-\alpha}{\sigma}}$$

where L_u stands for unskilled labor and L_s is skilled labor. Here, the labor input can be thought of as a constant-elasticity-of-substitution (CES) aggregate function of unskilled and skilled labor in which the elasticity of substitution between skilled and unskilled labor is $1/(1-\sigma)$.

If factors of production are paid with their marginal productivity, the skill premium is:

$$(75) \quad \left(\frac{w_s}{w_u}\right) = \left(\frac{A_s}{A_u}\right)^\sigma \left(\frac{L_s}{L_u}\right)^{\sigma-1}$$

As was pointed in chapter two, (75) can be used as a second equation to combine with (74) and solve A_u and A_s :

$$(76) \quad A_u = \frac{y^{1(1-\alpha)} k^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{L_u} \left(\frac{w_u L_u}{w_u L_u + w_s L_s}\right)^{\frac{1}{\sigma}}$$

$$(77) \quad A_s = \frac{y^{1(1-\alpha)} k^{-\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{L_s} \left(\frac{w_s L_s}{w_u L_u + w_s L_s}\right)^{\frac{1}{\sigma}}$$

Table 29: Different levels of unskilled/skilled for the workers' productivity calculation

Worker educational levels	Classification into unskilled/skilled workers		
	Sec1	Sec2	Sup
Primary School	unskilled	unskilled	unskilled
Lower Secondary School	skilled	unskilled	unskilled
Upper Secondary School	skilled	skilled	unskilled
Tertiary Education	skilled	skilled	skilled

Thus, to compute the productivity of the different groups we use data on output, factor inputs, and factor prices. Also, to give robustness to the results, workers' productivity is estimated using three different thresholds of unskilled/skilled workers (Table 29).

When the threshold is lower secondary education, unskilled worker productivity (AuSec1) is calculated using employees with primary or lower education, and the productivity of skilled workers is computed with workers with lower secondary education or higher.

In the case of upper secondary education's cut off, all workers with lower secondary education are considered as the unskilled worker productivity (AuSec2) and workers with upper secondary or higher education are taken as skilled workers and used in their productivity measure (AsSec2).

Finally, when higher education's threshold is used, an employee is called skilled if he/she has completed high school. So, to calculate the productivity of an unskilled worker (AuSup) all workers with high school or higher education are considered. For the skilled worker productivity (AsSup) only employees with tertiary education are used for the calculation.

The new theories of economic growth see economic progress as an endogenous process. For them, economic growth is due to technical change resulting from the investment in R&D and human capital (Gumbau y Maudos, 2006). In this work we want to investigate how R&D investment and human capital influence regional TFP. Likewise, in accordance with the literature linking macroeconomic performance and income distribution, we also incorporate in the analysis the effect of wage polarization on regional TFP. Finally, we investigate how these factors affect worker's productivity.

3.3.- Statistical sources and variables used

To test the relationship between wage polarization and productivity in a Spanish regional context, we use microeconomic data to estimate wage polarization indexes and the different productivities are obtained. In this section the variables used in the empirical analysis are presented, as well as some statistics of them. These correspond to the 17 Spanish regions (Comunidades Autónomas) in the period 2004-2010 and are presented in 2010's euros.

To calculate TFP we use INE's, IVIE's and BBVA's foundation data bases. For the output per worker, we use Gross Domestic Product from INE's Spanish Regional Accounts (2010 basis) to measure output per region and, for employment, we use IVIE's estimation. Capital Stock is obtained from the estimations made by the IVIE and BBVA. The latest information currently available at regional level is 2010.

R&D variables (expenditure and employee) also are obtained from INE's Spanish Regional Accounts. Expenditures are offered as total and disaggregated in private firms, public administration and higher education and private non-profit bodies. R&D's expenditure has been standardized by each regional GDP and R&D's employees are normalized by regional employment (every 1000 employees). Unemployment rate is also obtained from INE's regional data base.

Human capital, obtained from the European Union Statistics on Income and Living Conditions (EU-SILC), is the percentage of the survey respondents with upper secondary or more studies (like Serrano, 1996 or Gumbau and Maudos, 2006). Other studies working with human capital variables across European regions, use data from the European Community Household Panel (ECHP)⁶¹ (Rodríguez-Pose and Vilalta-Bufi, 2005; Ezcurra, 2007; Rodríguez-Pose and

⁶¹ Data survey conducted by the EU during the period 1994-2001.

Tselios, 2008). In this study EU-SILC (2004-2010) is used. Wages are also obtained from this data base.

Polarization indexes are computed like in the previous chapter using mixed distribution, as well as the normal one, to get more robustness in the results.

To obtain worker productivity, we restrict our samples to 18–65-year-old individuals in paid employment. We thus exclude workers, like teenagers and, senior workers, who have a marginal attachment. Self-employed workers are also excluded in our study. Likewise, we considered three breaks in education. The education variables are calculated using the microeconomic variable *‘Highest level of education completed’* which is extracted from the EU-SILC data survey. Individuals are classified into three educational categories: recognized third level education completed, upper secondary education completed, and lower secondary level education completed or lower. These categories are mutually exclusive. The educational attainment within a region is described in terms of the percentage of the population who has successfully achieved the three levels of formal education. The idea of using three different categories of education is to find which educational group is the critical factor in wage polarization variations. For instance, the work by Berry and Glaeser (2005) and Shapiro (2006) indicate that tertiary education is critical in terms of spatial variations in US cities’ earnings. However, according to Serrano (1996) or Gumbau and Maudos (2006), for the Spanish case, secondary education is the critical level of education.

Summary statics are shown in Table 30. Total factor productivity varies much more between regions than within each region, but if we consider unskilled and skilled workers’ productivity when the break is lower secondary education, the variation is greater within each region than between regions. Considering the other breaks, the variation relation is the other way round. Analyzing the polarization indexes, the variation between and within regions is very similar and small in all the cases studied.

Table 30: Summary Statics

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Obs	
lnA	overall	6,91	0,106	6,687	7,148	N	119
	between		0,106	6,741	7,131	n	17
	within		0,023	6,851	6,983	T	7
lnAsec2	overall	11,42	0,351	10,810	12,118	N	119
	between		0,359	10,889	12,096	n	17
	within		0,026	11,342	11,488	T	7
lnAuSec1	overall	2,05	1,827	-3,830	6,638	N	119
	between		1,260	-0,627	4,096	n	17
	within		1,353	-1,343	5,767	T	7
lnAsSec1	overall	9,99	0,198	9,421	10,417	N	119
	between		0,131	9,756	10,181	n	17
	within		0,151	9,342	10,337	T	7
lnAuSec2	overall	5,98	0,937	3,285	7,759	N	119
	between		0,851	4,439	7,571	n	17
	within		0,437	4,795	7,454	T	7
lnAsSec2	overall	9,24	0,287	8,621	9,915	N	119
	between		0,238	8,902	9,661	n	17
	within		0,169	8,889	9,655	T	7
lnAuSup	overall	7,95	0,627	5,970	9,394	N	119
	between		0,568	6,782	9,135	n	17
	within		0,295	7,143	8,964	T	7
lnAsSup	overall	8,05	0,466	6,741	9,305	N	119
	between		0,369	7,359	8,874	n	17
	within		0,297	7,414	8,798	T	7
2 group Polarization (mix distribution and $\alpha=1$)	overall	-0,09	0,081	-0,222	0,160	N	119
	between		0,050	-0,153	0,025	n	17
	within		0,064	-0,198	0,138	T	7
3 group Polarization (mix distribution and $\alpha=1$)	overall	0,15	0,022	0,110	0,227	N	119
	between		0,015	0,124	0,178	n	17
	within		0,016	0,118	0,222	T	7
4 group Polarization (mix distribution and $\alpha=1$)	overall	0,15	0,024	0,108	0,232	N	119
	between		0,018	0,118	0,184	n	17
	within		0,017	0,118	0,221	T	7
2 group Polarization (total distribution and $\alpha=1$)	overall	0,14	0,024	0,101	0,232	N	119
	between		0,017	0,116	0,177	n	17
	within		0,018	0,110	0,230	T	7
3 group Polarization (total distribution and $\alpha=1$)	overall	0,16	0,032	0,109	0,268	N	119
	between		0,023	0,126	0,209	n	17
	within		0,023	0,123	0,255	T	7
4 group Polarization (total distribution and $\alpha=1$)	overall	0,14	0,027	0,096	0,234	N	119
	between		0,020	0,112	0,185	n	17
	within		0,019	0,112	0,222	T	7
LnR&D private (over GDP)	overall	-5,51	0,825	-7,506	-4,134	N	119
	between		0,827	-7,361	-4,281	n	17
	within		0,176	-6,045	-5,117	T	7
LnR&D public (over GDP)	overall	-6,48	0,511	-7,564	-5,181	N	119
	between		0,438	-7,117	-5,314	n	17
	within		0,282	-7,383	-5,814	T	7
LnR&D superior education institutions (over GDP)	overall	-5,79	0,355	-6,512	-5,198	N	119
	between		0,318	-6,432	-5,345	n	17
	within		0,175	-6,521	-5,284	T	7
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	overall	1,05	0,837	-0,788	2,621	N	119
	between		0,842	-0,377	2,448	n	17
	within		0,167	0,573	1,403	T	7
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	overall	0,23	0,529	-0,904	1,725	N	119
	between		0,484	-0,621	1,598	n	17
	within		0,239	-0,399	0,853	T	7
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	overall	1,23	0,420	0,231	2,019	N	119
	between		0,405	0,358	1,968	n	17
	within		0,143	0,756	1,594	T	7
Primary education (employment share)	overall	12,87	5,662	1,940	36,301	N	119
	between		3,616	6,840	20,272	n	17
	within		4,432	2,779	28,899	T	7
Lower Secondary education (employment share)	overall	25,13	6,773	11,514	39,972	N	119
	between		5,342	16,887	34,534	n	17
	within		4,335	7,193	35,651	T	7
Upper Secondary education (employment share)	overall	23,40	3,448	13,620	32,907	N	119
	between		2,761	18,774	28,403	n	17
	within		2,158	17,752	28,954	T	7
Tertiary education (employment share)	overall	38,60	7,876	23,988	64,240	N	119
	between		7,332	27,186	55,993	n	17
	within		3,318	27,584	46,845	T	7
Unemployment rate	overall	11,47	5,370	4,760	28,700	N	119
	between		3,275	7,244	18,214	n	17
	within		4,319	5,049	23,309	T	7

As it was exposed previously, polarization is a measure of the social tension. Since the increase of unemployment has been really important, we considered unemployed people (people without salaries) in the index we computed. The indexes computed are displayed in the appendix (Figure 10 to Figure 15). There is a generalized negative trend in the first years studied and a turnover around 2008 followed by an increasing tendency during the rest of the analyzed period. However, in 2010 the growing trend starts to slow down.

The graph of productivity for the different groups of workers can be found in the appendix too (Figure 4 to Figure 9). Roughly speaking, a decreasing trend can be appreciated in unskilled worker productivity, becoming more significant when the thresholds are upper secondary and tertiary education. On the other hand, skilled worker productivity presents an increasing trend in the studied period, also more important when the cut offs are upper secondary and tertiary education.

4.- REGRESSIONS RESULTS

The new theories of economic growth consider economic progress as an endogenous process. For them, economic growth is due to technical change resulting from the investment in R&D and human capital (Gumbau y Maudos, 2006). In this work we study how R&D investment and human capital influence regional TFP. Likewise, according to the literature linking macroeconomic performance and income distribution, we also incorporate the effect of wage polarization on regional TFP in the analysis. Finally, we investigate how these factors affect worker's productivity.

The empirical analysis exploits the panel structure of the dataset (17 Spanish regions during the period 2004-2010), using the standard static model. Different

empirical specifications are used in order to assess the robustness of the estimations and to examine the impact of adding control variables, such as R&D expenditure, the average education of the regions or unemployment rate. Table 31 illustrates the results obtained when the measure of generalized polarization is calculated for each region from a partition of the wage distribution into two groups. In the first column, (a), the productivity measure used is TFP (equation (71)), the second column, (b), reports the result for the TFP when human capital is considered as the employment share with at least secondary education (equation (73)). The rest of the columns, from (c) to (h), show the results for unskilled and skilled workers' productivity, allowing for the three different thresholds considered.

In the first regression (a), TFP is affected positively by the employment share with lower secondary education and negatively by the ratio of the labor force with upper secondary and tertiary education, while the coefficient of the upper secondary education is not statistically significant. So, for the case of Spanish regions in the period studied, more education does not necessarily translate into increased production. R&D private expenditure also affects negatively TFP in the period under study.

When the human capital is incorporated in the production function to calculate the TFP, the R&D private expenditure is not significant anymore in the analyses and the unemployment rate became significant, affecting negatively the productivity. This result is similar to Bentolila et al (2011)'s result, who find that productivity is countercyclical and that wages and hours worked do not adjust in response to negative shocks in Spain, causing high levels of unemployment.

Table 31: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(wage polarization in the two-group case, total distribution)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnAsSec1	lnAuSec2	lnAsSec2	lnAuSup	lnAsSup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
2 group Polarization (Total distribution, $\alpha=1$)	0,167 (0,113)	-0,087 (0,079)	-6,863 ** (3,267)	0,804 * (0,382)	-1,655 (1,187)	2,472 *** (0,427)	-0,931 (0,762)	3,969 *** (0,739)
LnR&D private (over GDP)	-0,046 *** (0,014)	-0,005 (0,011)	0,224 (0,382)	0,019 (0,048)	-0,330 * (0,167)	-0,020 (0,055)	-0,311 *** (0,105)	0,023 (0,084)
LnR&D public (over GDP)	-0,009 (0,009)	0,013 (0,008)	0,212 (0,375)	0,035 (0,033)	-0,109 (0,123)	0,029 (0,046)	-0,106 (0,081)	0,127 (0,086)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,002 (0,015)	-0,004 (0,012)	-0,342 (0,308)	-0,019 (0,042)	0,148 (0,188)	-0,080 * (0,047)	0,071 (0,094)	-0,021 (0,067)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,017 (0,013)	0,005 (0,014)	-0,021 (0,374)	-0,027 (0,035)	0,515 *** (0,174)	0,095 * (0,055)	0,409 *** (0,108)	0,049 (0,083)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,013 (0,019)	0,002 (0,013)	-0,028 (0,381)	0,022 (0,052)	-0,181 (0,122)	0,034 (0,053)	0,042 (0,105)	-0,054 (0,086)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,005 (0,026)	0,006 (0,015)	0,334 (0,307)	-0,077 ** (0,037)	-0,060 (0,310)	0,036 (0,053)	0,006 (0,118)	0,015 (0,066)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 * (0,000)	0,000 (0,000)	-0,265 *** (0,015)	0,030 *** (0,003)	0,003 (0,006)	0,001 (0,002)	-0,005 * (0,003)	0,009 ** (0,004)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001 (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,305 *** (0,023)	0,028 *** (0,003)	-0,097 *** (0,011)	0,034 *** (0,003)	0,000 (0,006)	-0,005 (0,005)
Tertiary education (employment share)	-0,001 * (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,279 *** (0,015)	0,029 *** (0,003)	-0,103 *** (0,010)	0,036 *** (0,002)	-0,071 *** (0,004)	0,063 *** (0,003)
Unemployment rate	0,000 (0,001)	-0,002 *** (0,000)	-0,005 (0,015)	0,002 (0,002)	-0,006 (0,007)	-0,002 (0,002)	-0,014 *** (0,004)	0,000 (0,003)
Constant	6,662 *** (0,128)	11,847 *** (0,143)	27,884 *** (3,246)	7,651 *** (0,339)	10,348 *** (1,724)	6,134 *** (0,480)	8,679 *** (0,965)	5,722 *** (0,718)
Fixed Effect	Yes	No	No	Yes	Yes	No	No	No
R-square	0,598		0,925		0,866			
Adjust R-square	0,556		0,918		0,853			
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

Although worker's level of education continues affecting TFP in the same direction, this influence is stronger and the coefficient of upper secondary education became significant. These results are consistent with previous research (Mankiw et al. 1992, for example), which found that augmented Solow model including accumulation of both human and physical capital provides a better description of the cross-country data than the Solow model including only physical capital.

Differentiating between unskilled and skilled workers' productivity, R&D variables do not influence productivity if we consider unskilled/skilled first threshold (lower secondary), except for the case of skilled workers productivity that is negatively influenced by the R&D superior education institutions' employees. In regard to the remaining two thresholds, R&D's private expenditure impacts negatively on unskilled workers productivity, while R&D's employees in private institutions affected this productivity positively. This variable also affects the skilled worker productivity positively when the cut off is upper secondary education. This productivity is also affected, but negatively, by the higher education expenditure in R&D.

The educational stocks of the regions affect workers' productivity in different ways, depending on the threshold used to classify into unskilled or skilled. When the threshold is lower secondary education, the three human-capital controls are negatively correlated with unskilled workers' productivity and positively related with skilled workers' productivity, and all of them are statistically significant. When upper secondary is the threshold, lower secondary education is statistically significant anymore neither for unskilled worker productivity nor for skilled worker productivity. In the case of tertiary education's cut off, skilled worker productivity is correlated positively with lower secondary education and tertiary education stocks of human capital; and these two control variables affect in the opposite way to the unskilled worker productivity.

The two group polarization index affect unskilled worker productivity negatively and skilled worker productivity positively. This correlation is statistically significant in all cases, except for unskilled worker's productivity when lower secondary and higher education are the cut offs.

From a theoretical point of view, the correlation between wage polarization and productivity may be sensitive to the number of groups or the distribution employed to calculate the index. Taking this into account, the estimates were repeated using the different methodologies used in the previous chapter (total distribution and mixed distribution), and the generalized measures of polarization were also calculated for the three- and four-group cases. Table 31 to Table 33 show the results when the polarization index is computed with total distribution, while Table 34 to Table 36 present the estimations when the mixed distribution is used to calculate the index. In general, the estimated coefficients on the different polarization measures continue to be negative for unskilled worker productivity and positive for skilled worker productivity, except for the case of two group polarization when the mixed distribution is used, that affect the unskilled worker productivity positively (although this effect is not statistically significant).

Polarization indexes affect skilled worker productivity positively no matter the criteria used to calculate them (mixed or total distribution), and the coefficient are statistically significant in all the cases, except for two group polarization in the mixed distribution when the threshold is higher education. Therefore, the positive relationship detected between wage polarization and skilled worker productivity does not depend on the specific number of groups employed to characterize the wage distribution in the Spanish regions. The negative relationship between wage polarization and unskilled worker productivity is not that strong. Because of this fragility, more research will be done.

Why polarization influences unskilled and skilled workers' productivity in opposite ways? Income polarization generates social tension which tends to increase socio-political instability and could have a negative effect on economic growth (Barro, 1991). Nowadays, after the huge impact of the financial crisis on employment, the unemployment in Spain is over 26% (4Q2012) and it was over 20% at the end of 2010 (4Q2010) ⁶². Although it is often argued that the huge employment-GDP elasticity is due to large employment losses in the construction industry, Bentolila et al (2011) find evidence that the main guilty is the insider-outsider Spanish labor market model⁶³. The Spanish labor market stands out as an extreme case of a dual labor market in which the insider-outsider division is very pronounced. In their research, they find that productivity is countercyclical and that wages and hours worked do not adjust in response to negative shocks in Spain. They also argue that increases in productivity, hours per worker, and the labor force have also pushed unemployment up⁶⁴, to a large extent, as consequences of the institutional framework of the Spanish labor market.

Temporary contracts, typically associated to low-wage/productivity jobs, are easily created in expansions and quickly destroyed in downturns. In Spain, the cumulative decline in GDP during 2008Q2-2009Q2 was equal to 4.4%, and the employment loss, in the same period, was around 7%.

⁶² Data from the Spanish National Statistics Institute (Spanish: Instituto Nacional de Estadística, INE).

⁶³ In the insider-outsider models of unemployment insiders are employees and outsiders are unemployed people, but in a two-tier labor market this partition is not right, since temporary workers have little employment protection and therefore suffer high turnover.

⁶⁴ Unlike Germany, where a larger output decline coexisted with a fall in unemployment, due to reductions in labor productivity, hours per worker, and the labor force.

Table 32: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(wage polarization in the three-group case, total distribution)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnAsSec1	lnAuSec2	lnAsSec2	lnAuSup	lnAsSup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
3 group Polarization (Total distribution, $\alpha=1$)	0,166 * (0,079)	-0,077 (0,067)	-3,457 (2,760)	0,707 ** (0,245)	-1,969 ** (0,961)	1,952 *** (0,361)	-0,853 (0,637)	2,522 *** (0,843)
LnR&D private (over GDP)	-0,045 *** (0,014)	-0,006 (0,011)	0,156 (0,422)	0,023 (0,047)	-0,332 ** (0,157)	0,014 (0,058)	-0,317 *** (0,105)	0,213 (0,141)
LnR&D public (over GDP)	-0,007 (0,009)	0,013 (0,008)	0,232 (0,379)	0,040 (0,032)	-0,215 * (0,123)	0,037 (0,047)	-0,109 (0,081)	0,054 (0,105)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,001 (0,014)	-0,004 (0,012)	-0,262 (0,345)	-0,025 (0,040)	0,077 (0,138)	-0,102 ** (0,050)	0,078 (0,094)	-0,100 (0,150)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,018 (0,013)	0,005 (0,014)	0,031 (0,414)	-0,032 (0,036)	0,489 *** (0,160)	0,058 (0,058)	0,415 *** (0,109)	-0,167 (0,177)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,013 (0,019)	0,002 (0,013)	-0,072 (0,403)	0,025 (0,048)	0,114 (0,155)	0,039 (0,056)	0,037 (0,105)	0,097 (0,158)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,007 (0,025)	0,006 (0,015)	0,223 (0,361)	-0,083 ** (0,033)	-0,037 (0,171)	0,039 (0,058)	0,009 (0,119)	-0,213 (0,194)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 (0,000)	0,000 (0,000)	-0,266 *** (0,015)	0,030 *** (0,003)	0,003 (0,005)	0,001 (0,002)	-0,005 * (0,003)	0,010 ** (0,004)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001 (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,294 *** (0,024)	0,028 *** (0,003)	-0,099 *** (0,009)	0,035 *** (0,003)	0,000 (0,006)	0,005 (0,008)
Tertiary education (employment share)	-0,001 * (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,285 *** (0,016)	0,029 *** (0,002)	-0,104 *** (0,007)	0,037 *** (0,002)	-0,071 *** (0,004)	0,070 *** (0,007)
Unemployment rate	0,000 (0,001)	-0,002 *** (0,000)	-0,004 (0,016)	0,001 (0,002)	-0,009 (0,006)	-0,004 (0,002)	-0,013 *** (0,004)	0,003 (0,006)
Constant	6,679 *** (0,126)	11,840 *** (0,144)	27,773 *** (3,570)	7,710 *** (0,336)	9,390 *** (1,430)	6,271 *** (0,513)	8,651 *** (0,971)	5,902 *** (1,460)
Fixed Effect	Yes	No	No	Yes	No	No	No	Yes
R-square	0,601			0,926				0,797
Adjust R-square	0,560			0,918				0,736
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

Table 33: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(wage polarization in the four-group case, total distribution)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnASec1	lnAuSec2	lnASec2	lnAuSup	lnASup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
4 group Polarization (Total distribution, $\alpha=1$)	0,184 *	-0,109	-4,075	0,797 **	-2,179 *	2,260 ***	-0,907	3,820 ***
	(0,089)	(0,082)	(3,370)	(0,290)	(1,178)	(0,445)	(0,780)	(0,738)
LnR&D private (over GDP)	-0,045 ***	-0,006	0,138	0,026	-0,338 **	0,021	-0,320 ***	0,091
	(0,014)	(0,011)	(0,428)	(0,047)	(0,158)	(0,059)	(0,105)	(0,091)
LnR&D public (over GDP)	-0,007	0,012	0,248	0,038	-0,212 *	0,033	-0,106	0,107
	(0,009)	(0,008)	(0,380)	(0,032)	(0,124)	(0,048)	(0,081)	(0,087)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,002	-0,004	-0,265	-0,022	0,070	-0,096 *	0,075	-0,040
	(0,014)	(0,012)	(0,351)	(0,040)	(0,138)	(0,050)	(0,094)	(0,072)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,019	0,006	0,051	-0,034	0,494 ***	0,050	0,418 ***	-0,021
	(0,013)	(0,014)	(0,421)	(0,036)	(0,161)	(0,059)	(0,109)	(0,089)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,012	0,002	-0,093	0,026	0,117	0,041	0,036	-0,042
	(0,019)	(0,013)	(0,407)	(0,049)	(0,155)	(0,056)	(0,106)	(0,089)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,007	0,007	0,215	-0,082 **	-0,040	0,039	0,007	0,035
	(0,025)	(0,015)	(0,370)	(0,033)	(0,171)	(0,059)	(0,119)	(0,072)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 *	0,000	-0,266 ***	0,030 ***	0,002	0,001	-0,005 *	0,009 ***
	(0,000)	(0,000)	(0,015)	(0,003)	(0,005)	(0,002)	(0,003)	(0,004)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001	-0,006 ***	-0,293 ***	0,028 ***	-0,099 ***	0,035 ***	0,000	-0,002
	(0,001)	(0,001)	(0,025)	(0,003)	(0,009)	(0,003)	(0,006)	(0,005)
Tertiary education (employment share)	-0,001 *	-0,006 ***	-0,285 ***	0,029 ***	-0,104 ***	0,038 ***	-0,071 ***	0,065 ***
	(0,001)	(0,001)	(0,016)	(0,002)	(0,007)	(0,002)	(0,004)	(0,003)
Unemployment rate	0,000	-0,002 ***	-0,004	0,001	-0,010	-0,003	-0,013 ***	-0,001
	(0,001)	(0,000)	(0,017)	(0,002)	(0,006)	(0,002)	(0,004)	(0,004)
Constant	6,679 ***	11,835 ***	27,775 ***	7,714 ***	9,364 ***	6,298 ***	8,644 ***	5,782 ***
	(0,124)	(0,144)	(3,620)	(0,326)	(1,435)	(0,520)	(0,974)	(0,757)
Fixed Effect	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No
R-square	0,599			0,925				
Adjust R-square	0,558			0,917				
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

Table 34: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(wage polarization in the two-group case, mixed distribution)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnAsSec1	lnAuSec2	lnAsSec2	lnAuSup	lnAsSup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
2 group Polarization (Mix distribution, $\alpha=1$)	0,052 *	-0,028	0,509	0,160	0,284	0,412 **	0,455	0,736 **
	(0,028)	(0,028)	(1,235)	(0,105)	(0,407)	(0,167)	(0,276)	(0,288)
LnR&D private (over GDP)	-0,044 ***	-0,007	0,204	0,027	-0,307 **	0,031	-0,304 ***	0,072
	(0,014)	(0,011)	(0,472)	(0,048)	(0,161)	(0,065)	(0,112)	(0,100)
LnR&D public (over GDP)	-0,007	0,013	0,324	0,034	-0,163	0,032	-0,004	0,179 *
	(0,009)	(0,009)	(0,387)	(0,030)	(0,126)	(0,052)	(0,084)	(0,093)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,000	-0,003	-0,172	-0,026	0,089	-0,118 **	0,185	-0,062
	(0,014)	(0,012)	(0,390)	(0,039)	(0,141)	(0,056)	(0,119)	(0,077)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,022 *	0,007	-0,027	-0,046	0,458 ***	0,038	0,308 **	0,010
	(0,012)	(0,014)	(0,471)	(0,039)	(0,166)	(0,066)	(0,140)	(0,100)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,010	0,001	-0,235	0,038	0,058	0,052	-0,115	-0,112
	(0,019)	(0,013)	(0,441)	(0,049)	(0,158)	(0,063)	(0,124)	(0,094)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,007	0,006	0,059	-0,076 *	-0,110	0,054	-0,117	0,051
	(0,025)	(0,016)	(0,441)	(0,038)	(0,176)	(0,067)	(0,155)	(0,076)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 *	0,000	-0,271 ***	0,031 ***	-0,002	0,003 *	-0,008 ***	0,012 ***
	(0,000)	(0,000)	(0,015)	(0,003)	(0,005)	(0,002)	(0,003)	(0,004)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001	-0,006 ***	-0,283 ***	0,028 ***	-0,100 ***	0,036 ***	-0,002	-0,003
	(0,001)	(0,001)	(0,026)	(0,003)	(0,009)	(0,004)	(0,006)	(0,006)
Tertiary education (employment share)	-0,001 *	-0,006 ***	-0,289 ***	0,029 ***	-0,106 ***	0,038 ***	-0,073 ***	0,066 ***
	(0,001)	(0,001)	(0,018)	(0,003)	(0,007)	(0,003)	(0,005)	(0,004)
Unemployment rate	0,000	-0,002 ***	-0,013	0,001	-0,015 **	-0,002	-0,014 ***	0,000
	(0,001)	(0,000)	(0,019)	(0,002)	(0,007)	(0,003)	(0,005)	(0,004)
Constant	6,710 ***	11,825 ***	29,104 ***	7,762 ***	10,082 ***	6,476 ***	10,454 ***	6,489 ***
	(0,124)	(0,122)	(4,192)	(0,289)	(1,523)	(0,601)	(1,205)	(0,829)
Fixed Effect	Yes	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No
R-square	0,595	0,829		0,922			0,871	
Adjust R-square	0,554	0,779		0,914			0,833	
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

Table 35: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(wage polarization in the three-group case, mixed distribution)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnAsSec1	lnAuSec2	lnAsSec2	lnAuSup	lnAsSup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
3 group Polarization (Mix distribution, $\alpha=1$)	0,223 * (0,123)	-0,084 (0,093)	-8,769 ** (3,686)	1,061 ** (0,400)	-4,336 *** (1,318)	3,002 *** (0,482)	-1,741 ** (0,876)	5,022 *** (0,806)
LnR&D private (over GDP)	-0,047 *** (0,014)	-0,005 (0,011)	0,221 (0,378)	0,017 (0,047)	-0,293 * (0,153)	-0,024 (0,054)	-0,306 *** (0,104)	0,027 (0,081)
LnR&D public (over GDP)	-0,007 (0,009)	0,013 (0,008)	0,214 (0,372)	0,041 (0,032)	-0,258 ** (0,123)	0,036 (0,045)	-0,119 (0,081)	0,122 (0,083)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,001 (0,015)	-0,004 (0,012)	-0,328 (0,304)	-0,022 (0,040)	0,051 (0,132)	-0,085 * (0,046)	0,068 (0,092)	-0,028 (0,064)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,017 (0,013)	0,005 (0,014)	-0,014 (0,370)	-0,023 (0,033)	0,453 *** (0,153)	0,098 * (0,054)	0,406 *** (0,107)	0,044 (0,079)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,014 (0,019)	0,002 (0,013)	-0,015 (0,376)	0,014 (0,053)	0,215 (0,148)	0,022 (0,052)	0,059 (0,104)	-0,058 (0,082)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,005 (0,025)	0,005 (0,015)	0,329 (0,302)	-0,076 * (0,035)	-0,022 (0,158)	0,039 (0,052)	0,015 (0,116)	0,020 (0,062)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 (0,000)	0,000 (0,000)	-0,263 *** (0,015)	0,030 *** (0,003)	0,004 (0,005)	0,001 (0,002)	-0,004 (0,003)	0,007 ** (0,003)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001 (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,304 *** (0,023)	0,028 *** (0,003)	-0,098 *** (0,008)	0,034 *** (0,003)	0,001 (0,006)	-0,005 (0,005)
Tertiary education (employment share)	-0,001 ** (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,279 *** (0,015)	0,028 *** (0,002)	-0,100 *** (0,006)	0,036 *** (0,002)	-0,070 *** (0,004)	0,063 *** (0,003)
Unemployment rate	0,000 (0,001)	-0,002 *** (0,000)	-0,004 (0,015)	0,002 (0,002)	-0,011 ** (0,006)	-0,002 (0,002)	-0,013 *** (0,004)	0,000 (0,003)
Constant	6,664 *** (0,125)	11,849 *** (0,144)	28,194 *** (3,225)	7,661 *** (0,329)	9,320 *** (1,357)	6,073 *** (0,471)	8,631 *** (0,953)	5,545 *** (0,691)
Fixed Effect	Yes	No	No	Yes	No	No	No	No
R-square	0,601			0,927				
Adjust R-square	0,560			0,919				
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

Table 36: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(wage polarization in the four-group case, mixed distribution)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnAsSec1	lnAuSec2	lnAsSec2	lnAuSup	lnAsSup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
4 group Polarization (Mix distribution, $\alpha=1$)	0,210 *	-0,096	-4,895	0,937 **	-2,964 **	2,619 ***	-1,214	3,105 ***
	(0,105)	(0,088)	(3,644)	(0,335)	(1,256)	(0,472)	(0,834)	(1,111)
LnR&D private (over GDP)	-0,045 ***	-0,006	0,152	0,025	-0,334 **	0,017	-0,319 ***	0,221
	(0,014)	(0,011)	(0,423)	(0,046)	(0,157)	(0,058)	(0,105)	(0,142)
LnR&D public (over GDP)	-0,008	0,013	0,250	0,038	-0,219 *	0,031	-0,109	0,042
	(0,009)	(0,008)	(0,379)	(0,032)	(0,123)	(0,047)	(0,081)	(0,105)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,001	-0,004	-0,271	-0,022	0,064	-0,096 *	0,073	-0,092
	(0,014)	(0,012)	(0,347)	(0,041)	(0,137)	(0,050)	(0,093)	(0,151)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,018	0,005	0,040	-0,031	0,491 ***	0,053	0,417 ***	-0,166
	(0,013)	(0,014)	(0,415)	(0,035)	(0,159)	(0,058)	(0,108)	(0,178)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,013	0,002	-0,092	0,022	0,136	0,043	0,042	0,092
	(0,019)	(0,013)	(0,404)	(0,048)	(0,153)	(0,056)	(0,105)	(0,160)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,006	0,006	0,224	-0,082 **	-0,032	0,037	0,011	-0,202
	(0,025)	(0,015)	(0,363)	(0,034)	(0,168)	(0,059)	(0,118)	(0,195)
Lower Secondary education (employment share)	0,001	0,000	-0,265 ***	0,030 ***	0,003	0,001	-0,005	0,011 ***
	(0,000)	(0,000)	(0,015)	(0,003)	(0,005)	(0,002)	(0,003)	(0,004)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001	-0,006 ***	-0,293 ***	0,028 ***	-0,099 ***	0,035 ***	0,000	0,005
	(0,001)	(0,001)	(0,024)	(0,003)	(0,009)	(0,003)	(0,006)	(0,008)
Tertiary education (employment share)	-0,001 *	-0,006 ***	-0,285 ***	0,029 ***	-0,103 ***	0,037 ***	-0,071 ***	0,070 ***
	(0,001)	(0,001)	(0,016)	(0,002)	(0,006)	(0,002)	(0,004)	(0,007)
Unemployment rate	0,000	-0,002 ***	-0,005	0,002	-0,010 *	-0,003	-0,013 ***	0,004
	(0,001)	(0,000)	(0,016)	(0,002)	(0,006)	(0,002)	(0,004)	(0,006)
Constant	6,674 ***	11,843 ***	27,923 ***	7,697 ***	9,354 ***	6,228 ***	8,637 ***	5,817 ***
	(0,128)	(0,144)	(3,583)	(0,336)	(1,411)	(0,511)	(0,966)	(1,466)
Fixed Effect	Yes	No	No	Yes	No	No	No	Yes
R-square	0,600			0,926				0,794
Adjust R-square	0,559			0,918				0,733
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

By the mid-2000s, the temporary employment rate was still very high (33.5% of employees) and while temporary contracts were initially limited to younger workers, they are now widespread also among adults. The high and persistent segmentation prevailing in the Spanish labor market since the late 1980s is the key factor behind its huge (un)employment volatility. Workers employed under standard (open-ended) contracts are subjected to high firing cost and the collective bargaining agreements protect their wages and working conditions against inflation and adverse productivity shocks. By contrast, workers with temporary contracts can be easily fired, suffering the main weight of the adjustment to productivity or demand shocks. Temporary contracts do not only tolerate the effect of the adjustment during recessions but they also negatively affect the career developments and productivity of temporary workers (typically young, female, and low-skilled).

Following Bentolila et al (2011)'s idea of the insider-outsider employment model and the difference between the productivity of temporary workers and permanent workers, the percentage of temporary workers is included in the analyses. Likewise, all the polarization indexes are re-calculated excluding the unemployed workers (Table 37 to Table 39). This time the result shows that wage polarization affects negatively to unskilled workers' productivity while its impact is always positive in skilled workers' productivity, no matter the cut off used to consider an employee unskilled or skilled. Besides, all the polarization indexes coefficients are bigger than in the previous estimations.

Table 37: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(excluding unemployment in wage polarization, two-group case)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnASec1	lnAuSec2	lnASec2	lnAuSup	lnASup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
2 group Polarization (Employment distribution, $\alpha=1$)	0,331 (0,226)	-0,071 (0,179)	-23,469 *** (6,773)	2,292 *** (0,611)	-12,204 *** (2,702)	6,149 *** (1,175)	-9,698 *** (1,225)	12,992 *** (1,670)
LnR&D private (over GDP)	-0,046 *** (0,015)	-0,004 (0,011)	0,461 (0,414)	0,009 (0,047)	-0,217 * (0,114)	-0,008 (0,058)	-0,227 * (0,127)	0,099 (0,139)
LnR&D public (over GDP)	-0,009 (0,008)	0,014 * (0,008)	0,299 (0,367)	0,035 (0,034)	-0,154 (0,113)	0,026 (0,051)	-0,097 (0,088)	0,064 (0,103)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,004 (0,014)	-0,004 (0,012)	-0,400 (0,339)	-0,010 (0,043)	0,103 (0,151)	-0,020 (0,061)	0,144 (0,084)	-0,034 (0,138)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,019 (0,015)	0,003 (0,015)	-0,350 (0,406)	-0,008 (0,045)	0,276 (0,149)	-0,028 (0,072)	0,109 (0,121)	0,055 (0,177)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,018 (0,018)	-0,001 (0,013)	-0,114 (0,400)	-0,008 (0,055)	-0,023 (0,102)	0,073 (0,083)	0,065 (0,108)	-0,078 (0,176)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,009 (0,025)	0,000 (0,016)	0,335 (0,353)	-0,083 * (0,046)	-0,096 (0,266)	-0,052 (0,086)	-0,066 (0,114)	-0,172 (0,187)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 ** (0,000)	0,000 (0,000)	-0,261 *** (0,014)	0,031 *** (0,003)	0,005 (0,006)	0,002 (0,003)	-0,003 ** (0,001)	0,010 ** (0,004)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001 (0,001)	-0,007 (0,001)	-0,291 (0,027)	0,027 (0,003)	-0,096 (0,011)	0,036 (0,004)	0,000 (0,006)	0,004 (0,008)
Tertiary education (employment share)	-0,001 * (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,282 *** (0,018)	0,028 *** (0,003)	-0,097 *** (0,009)	0,035 *** (0,005)	-0,067 *** (0,004)	0,063 *** (0,007)
Unemployment rate	0,000 (0,001)	-0,002 *** (0,000)	-0,018 (0,016)	0,003 * (0,002)	-0,014 ** (0,005)	0,005 (0,003)	-0,015 *** (0,003)	0,013 *** (0,003)
Temporal workers (share)	-0,001 ** (0,001)	0,000 (0,000)	-0,004 (0,018)	-0,004 * (0,002)	0,001 (0,007)	-0,005 ** (0,002)	-0,001 (0,004)	-0,009 ** (0,004)
Constant	6,7079 *** (0,148)	11,8974 *** (0,150)	31,5714 *** (3,680)	7,6303 *** (0,447)	11,6598 *** (1,485)	6,4395 *** (0,636)	10,8555 *** (1,367)	4,6970 *** (1,293)
Fixed Effect	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R-square	0,614			0,933	0,894	0,881	0,910	0,856
Adjust R-square	0,570			0,925	0,882	0,867	0,900	0,839
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

Table 38: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(excluding unemployment in wage polarization, three-group case)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnASec1	lnAuSec2	lnASec2	lnAuSup	lnASup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
3 group Polarization (Employment distribution, $\alpha=1$)	0,387 (0,286)	-0,186 (0,225)	-23,964 *** (8,590)	2,337 ** (1,050)	-15,728 *** (3,784)	7,066 *** (1,611)	-12,097 *** (1,133)	15,739 *** (2,307)
LnR&D private (over GDP)	-0,044 *** (0,015)	-0,004 (0,011)	0,343 (0,426)	0,022 (0,049)	-0,277 ** (0,098)	0,025 (0,062)	-0,276 ** (0,114)	0,167 (0,134)
LnR&D public (over GDP)	-0,011 (0,008)	0,015 ** (0,008)	0,374 (0,376)	0,025 (0,035)	-0,101 (0,102)	-0,002 (0,053)	-0,054 (0,081)	0,006 (0,101)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,004 (0,014)	-0,004 (0,012)	-0,417 (0,357)	-0,008 (0,045)	0,070 (0,155)	-0,008 (0,066)	0,121 (0,089)	-0,005 (0,150)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,020 (0,014)	0,001 (0,015)	-0,214 (0,417)	-0,020 (0,045)	0,287 * (0,153)	-0,047 (0,073)	0,123 (0,131)	0,028 (0,177)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,017 (0,018)	0,000 (0,013)	-0,239 (0,413)	0,006 (0,055)	-0,067 (0,095)	0,105 (0,079)	0,026 (0,119)	-0,020 (0,178)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,010 (0,025)	0,001 (0,016)	0,254 (0,373)	-0,085 (0,050)	-0,081 (0,255)	-0,058 (0,094)	-0,055 (0,096)	-0,186 (0,190)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 ** (0,000)	0,000 (0,000)	-0,265 *** (0,014)	0,031 *** (0,003)	0,005 (0,006)	0,002 (0,003)	-0,003 ** (0,001)	0,011 ** (0,004)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001 (0,001)	-0,007 (0,001)	-0,292 (0,028)	0,028 (0,003)	-0,097 (0,011)	0,036 (0,004)	0,000 (0,006)	0,005 (0,009)
Tertiary education (employment share)	-0,001 * (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,289 *** (0,018)	0,029 *** (0,003)	-0,102 *** (0,008)	0,038 *** (0,005)	-0,071 *** (0,005)	0,069 *** (0,008)
Unemployment rate	0,000 (0,001)	-0,002 *** (0,000)	-0,018 (0,016)	0,003 (0,002)	-0,013 ** (0,005)	0,004 (0,003)	-0,015 *** (0,004)	0,012 *** (0,004)
Temporal workers (share)	-0,001 ** (0,001)	0,000 (0,000)	-0,006 (0,018)	-0,004 * (0,002)	0,003 (0,007)	-0,006 * (0,003)	0,000 (0,004)	-0,010 ** (0,004)
Constant	6,7003 *** (0,152)	11,9091 *** (0,151)	31,7896 *** (3,870)	7,6103 *** (0,480)	12,0837 *** (1,311)	6,3090 *** (0,707)	11,1535 *** (1,223)	4,3428 *** (1,252)
Fixed Effect	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R-square	0,613			0,929	0,895	0,872	0,909	0,849
Adjust R-square	0,569			0,921	0,883	0,857	0,898	0,832
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

Table 39: Panel Regression of Spanish Regional Productivities between 2004 and 2010
(excluding unemployment in wage polarization, four-group case)

Independent variables	lnA	lnASec2	lnAuSec1	lnASec1	lnAuSec2	lnASec2	lnAuSup	lnASup
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
4 group Polarization (Employment distribution, $\alpha=1$)	0,360 (0,282)	-0,335 (0,267)	-30,407 *** (10,423)	0,628 (1,091)	-18,044 *** (4,449)	8,147 *** (1,830)	-12,179 *** (1,636)	12,331 *** (2,102)
LnR&D private (over GDP)	-0,044 ** (0,015)	-0,003 (0,011)	0,373 (0,423)	-0,039 (0,045)	-0,249 ** (0,103)	0,012 (0,068)	-0,263 * (0,130)	-0,050 (0,085)
LnR&D public (over GDP)	-0,011 (0,009)	0,014 * (0,008)	0,359 (0,374)	0,002 (0,036)	-0,113 (0,116)	0,004 (0,057)	-0,061 (0,089)	0,100 (0,084)
LnR&D superior education institutions (over GDP)	0,003 (0,014)	-0,004 (0,012)	-0,370 (0,351)	-0,091 ** (0,038)	0,093 (0,159)	-0,019 (0,073)	0,145 (0,100)	-0,003 (0,067)
LnR&D employees private institutions (per 1000 workers)	-0,022 (0,014)	0,000 (0,014)	-0,246 (0,415)	0,164 *** (0,045)	0,332 (0,159)	-0,067 (0,076)	0,178 (0,148)	0,165 ** (0,082)
LnR&D employees public institutions (per 1000 workers)	-0,015 (0,018)	0,000 (0,013)	-0,226 (0,410)	0,042 (0,043)	-0,097 (0,095)	0,118 (0,079)	-0,010 (0,126)	-0,018 (0,086)
LnR&D employees sup. education institutions (per 1000 workers)	-0,010 (0,026)	0,001 (0,015)	0,242 (0,367)	0,006 (0,044)	-0,051 (0,273)	-0,071 (0,093)	-0,037 (0,110)	0,028 (0,066)
Lower Secondary education (employment share)	0,001 ** (0,000)	0,000 (0,000)	-0,265 *** (0,014)	0,031 *** (0,001)	0,005 (0,007)	0,002 (0,003)	-0,004 **** (0,001)	0,012 **** (0,003)
Upper Secondary education (employment share)	-0,001 (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,293 *** (0,028)	0,026 *** (0,003)	-0,097 *** (0,011)	0,036 *** (0,004)	0,000 (0,006)	-0,003 (0,006)
Tertiary education (employment share)	-0,001 * (0,001)	-0,006 *** (0,001)	-0,288 *** (0,018)	0,030 *** (0,002)	-0,102 *** (0,008)	0,038 *** (0,005)	-0,071 *** (0,005)	0,068 *** (0,004)
Unemployment rate	0,000 (0,001)	-0,002 *** (0,000)	-0,019 (0,016)	-0,001 (0,002)	-0,014 ** (0,006)	0,004 (0,003)	-0,015 *** (0,004)	0,007 ** (0,003)
Temporal workers (share)	-0,001 ** (0,001)	0,000 (0,000)	-0,006 (0,018)	0,000 (0,002)	0,002 (0,007)	-0,005 ** (0,003)	-0,001 (0,004)	0,004 (0,004)
Constant	6,7051 *** (0,150)	11,9217 *** (0,152)	32,4350 *** (3,886)	6,4614 *** (0,418)	12,1941 *** (1,576)	6,2557 *** (0,783)	11,0848 *** (1,470)	3,8848 *** (0,780)
Fixed Effect	Yes	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No
R-square	0,610				0,893	0,869	0,897	
Adjust R-square	0,566				0,881	0,854	0,885	
Number of observations	119	119	119	119	119	119	119	119

Notes:

1) Standard errors in parentheses.

2) *Significant at 10% level; **Significant at 5% level; and ***Significant at 1% level.

5.- CONCLUDING REMARKS

In the attempt to bring new evidence on the possible influence of personal income distribution on economic performance, the principal aim of this work was to analyze how wage polarization affects total factor productivity and, especially, worker's productivity. To give more robustness to the results, three different categories of skilled workers were considered. The first results show that polarization indexes affect skilled workers' productivity positively no matter the criteria used to calculate them (mixed or total distribution), and the coefficients were statistically significant in all the cases, except for two group polarization in the mixed distribution when the threshold is higher education. Therefore, the positive relationship detected between wage polarization and skilled workers' productivity does not depend on the specific number of groups employed to characterize the wage distribution in the Spanish regions. The negative relationship between wage polarization and unskilled worker' productivity is not that strong.

Because of this fragility, we continue our analysis excluding unemployed workers from the calculation of the polarization indexes. We also include the percentage of the temporary workers in the regression. The results show that wage polarization affects negatively unskilled workers' productivity while its impact is always positive in skilled workers' productivity, no matter the cut off used to consider an employee unskilled or skilled.

Studying skilled and unskilled workers' productivity gives more information to policy makers than working with TFP because distinction between inputs allows more detail in the analysis.

Future research should pay particular attention to analyze the theoretical mechanisms explaining why wage polarization affects unskilled workers' productivity negatively and skilled workers' productivity positively. This would

permit to identify the ways through wage polarization affects economic growth, which is an especially relevant question from the economic policy's perspective. Furthermore, computing capital's productivity, as well, could give a more complete scene of the economic outlook.

APPENDIX CHAPTER 4

Table 40: Spanish regions' numbers

Number	Spanish Regions
1	Andalusia
2	Aragon
3	Asturias
4	Balearics
5	Canaries
6	Cantabria
7	Castilla-Leon
8	Castilla-La Mancha
9	Catalonia
10	Valencia Region
11	Extremadura
12	Galicia
13	Madrid
14	Murcia
15	Navarra
16	Basque Country
17	La Rioja

Figure 2: Total Factor Productivity (LnA)

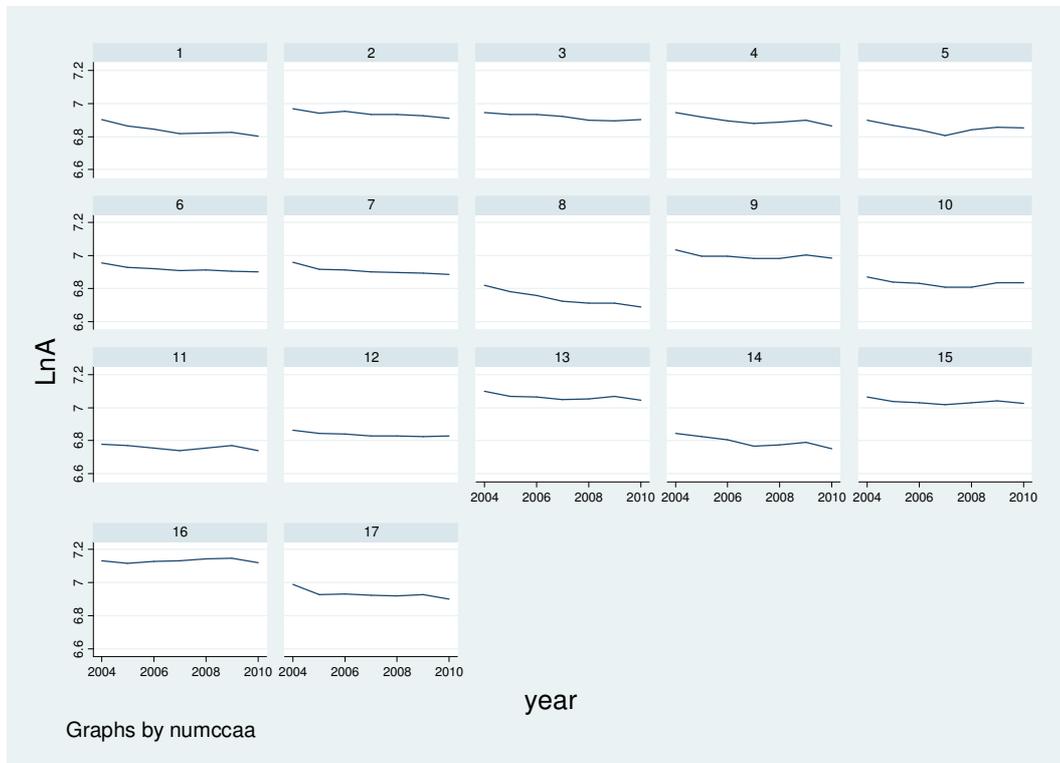


Figure 3: TFP considering human capital (Ln Asec2)

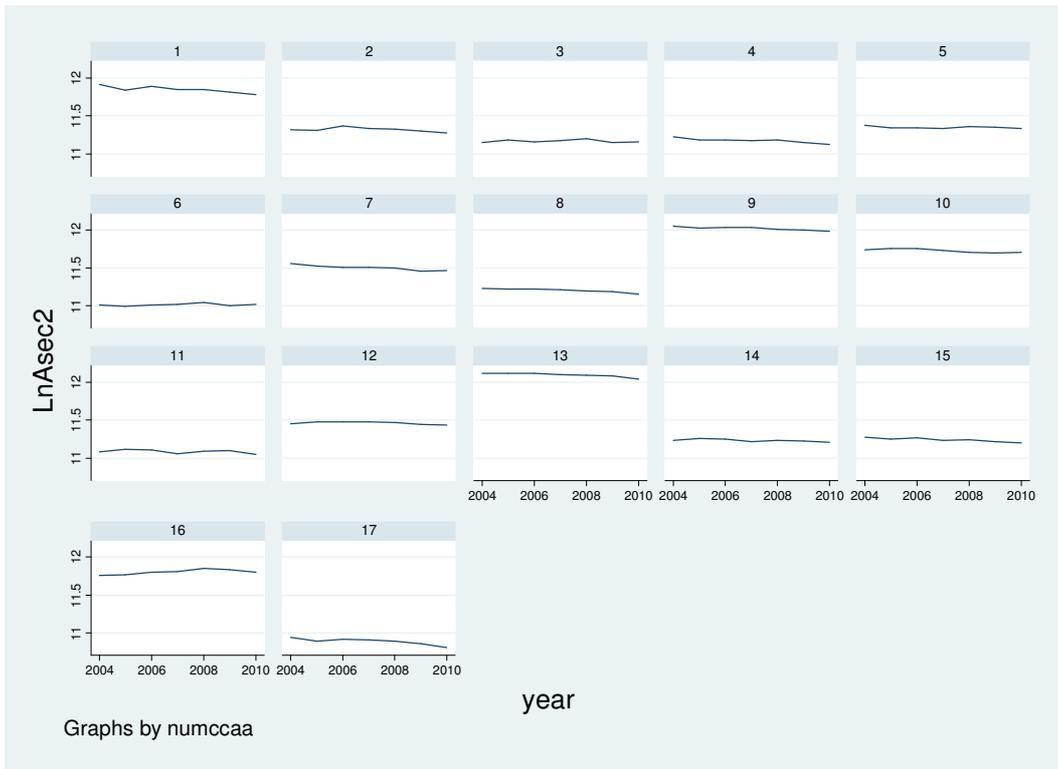


Figure 4: Unskilled workers' productivity when lower secondary school is the break (LnAuSec1)

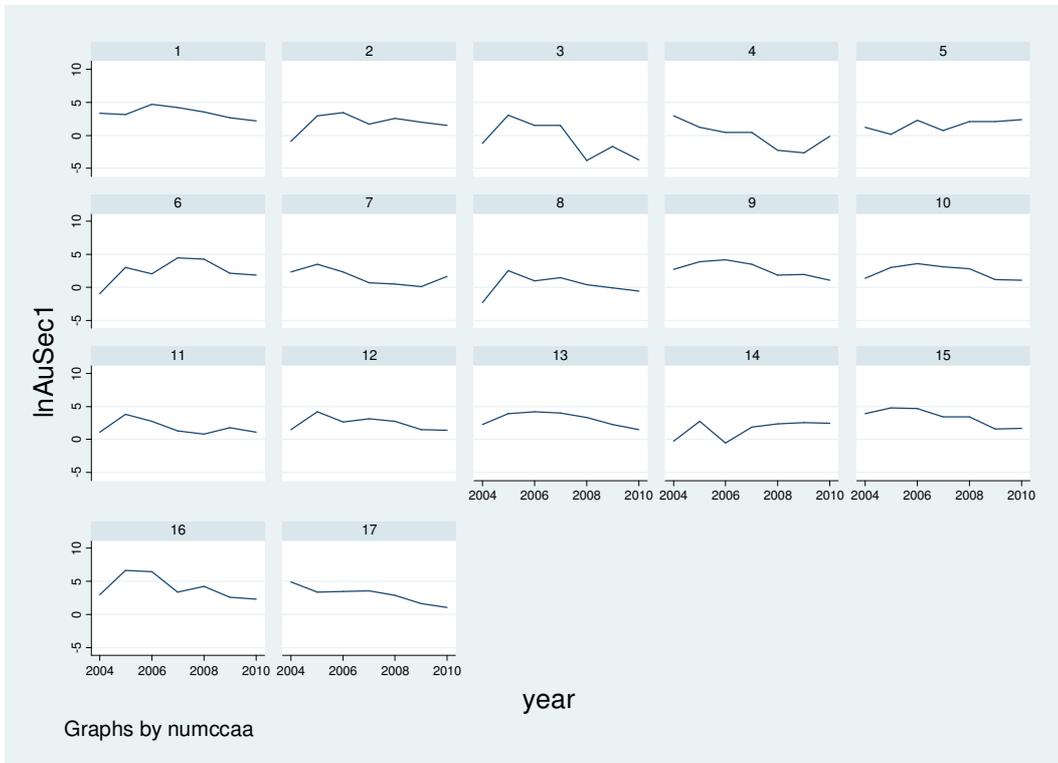


Figure 5: Skilled workers' productivity when lower secondary school is the break (LnAsSec1)

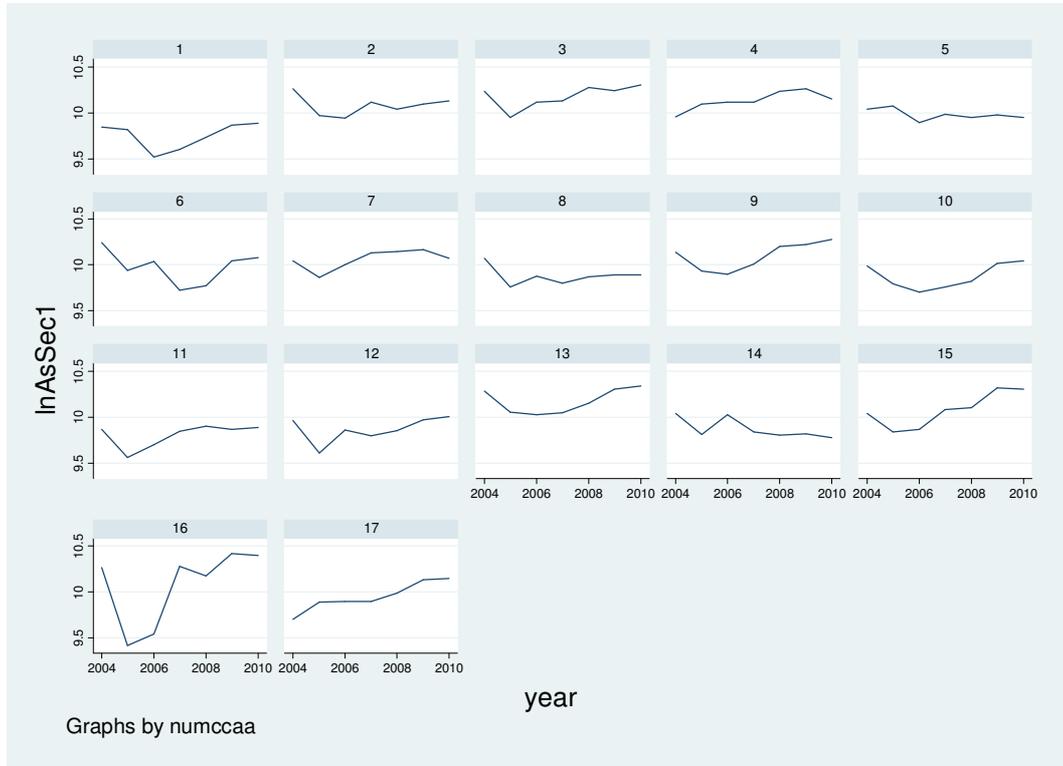


Figure 6: Unskilled workers' productivity when upper secondary school is the break (LnAuSec2)

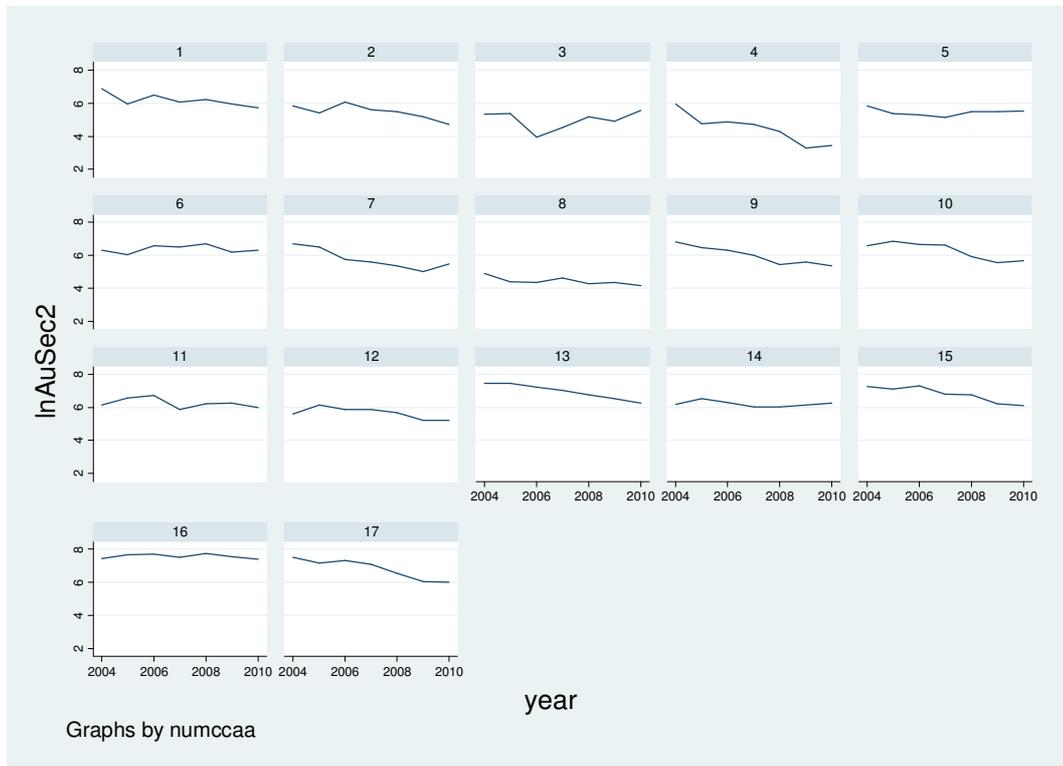


Figure 7: Skilled workers' productivity when upper secondary school is the break (LnAsSec2)

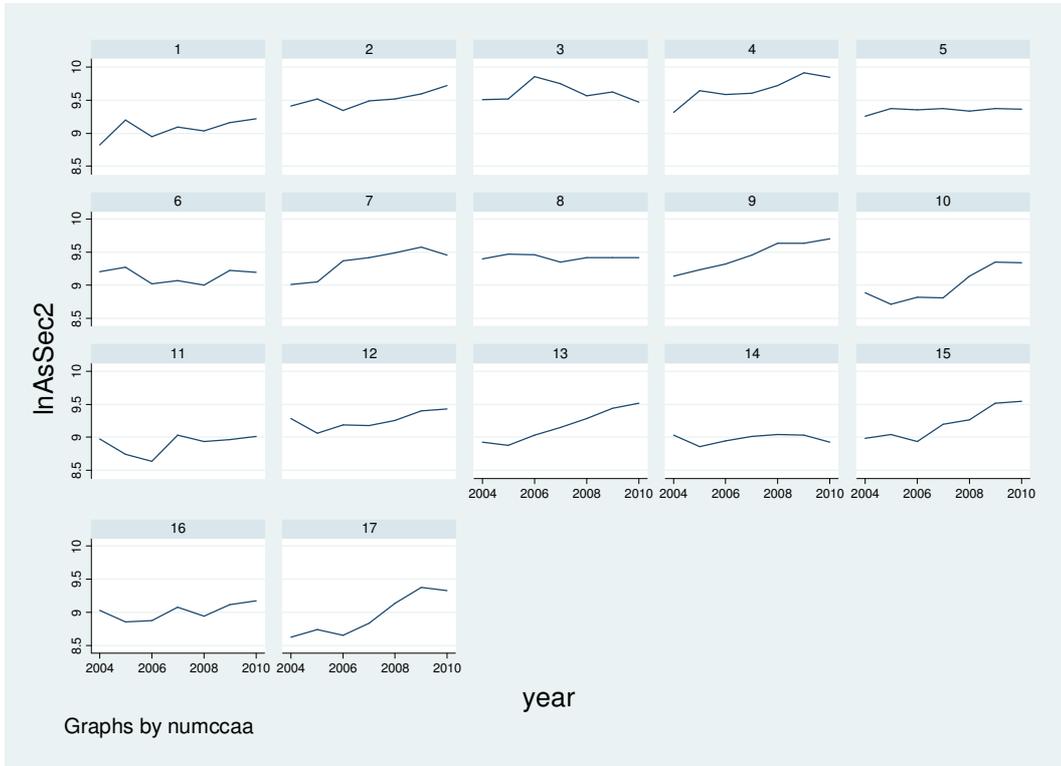


Figure 8: Unskilled workers' productivity when higher education is the break (LnAuSup)

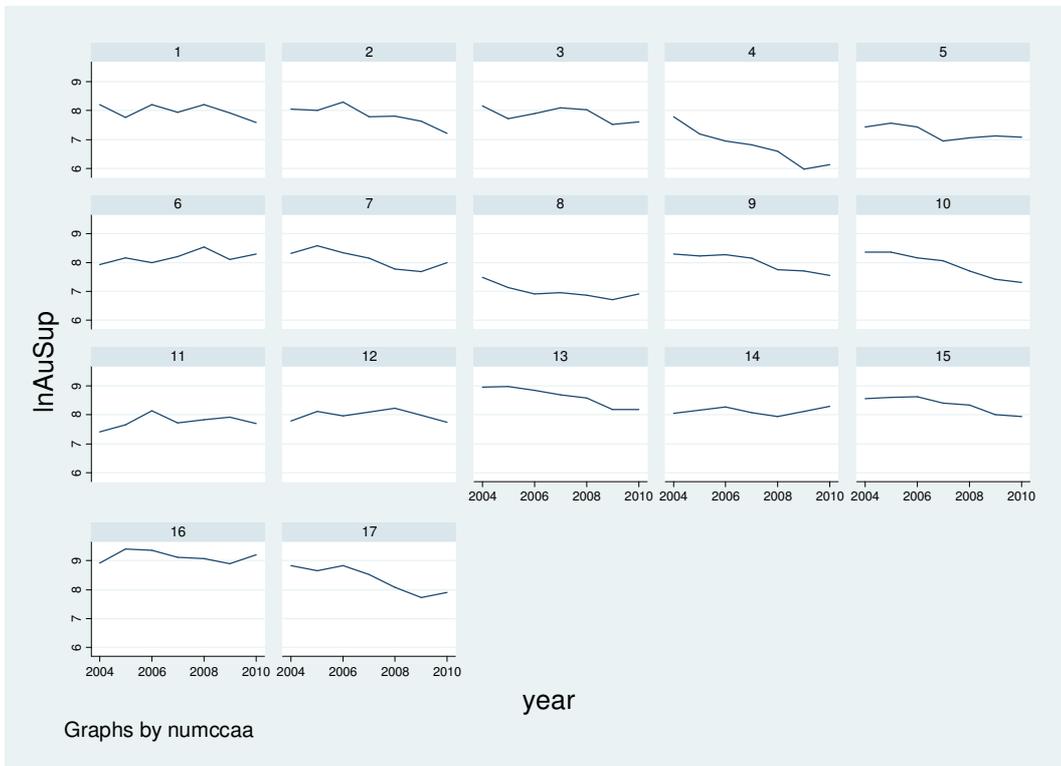


Figure 9: Skilled workers' productivity when tertiary education is the break (LnAsSup)

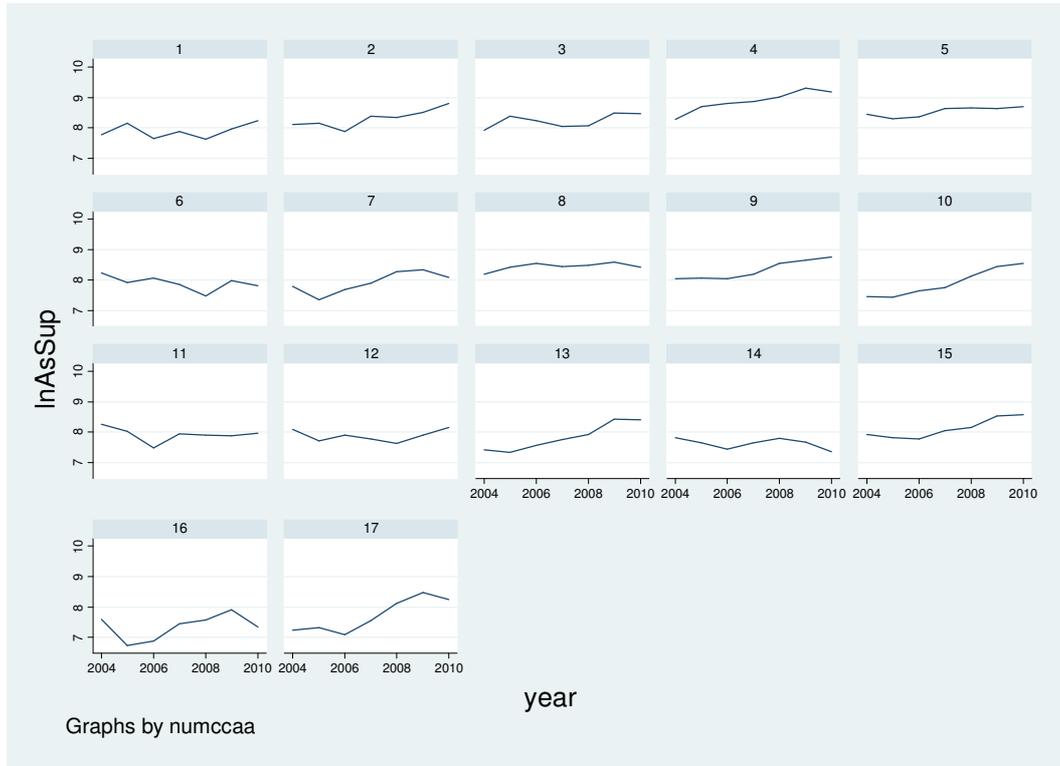


Figure 10: Two-group index polarization (mixed distribution)

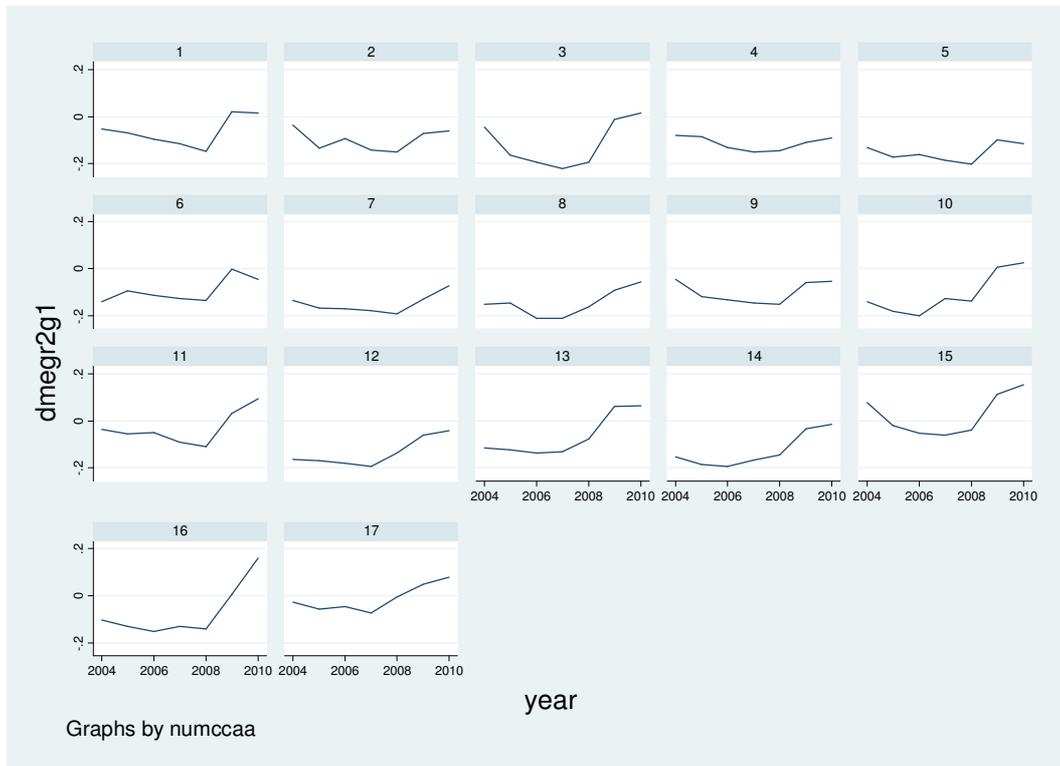


Figure 11: Three-group index polarization (mixed distribution)

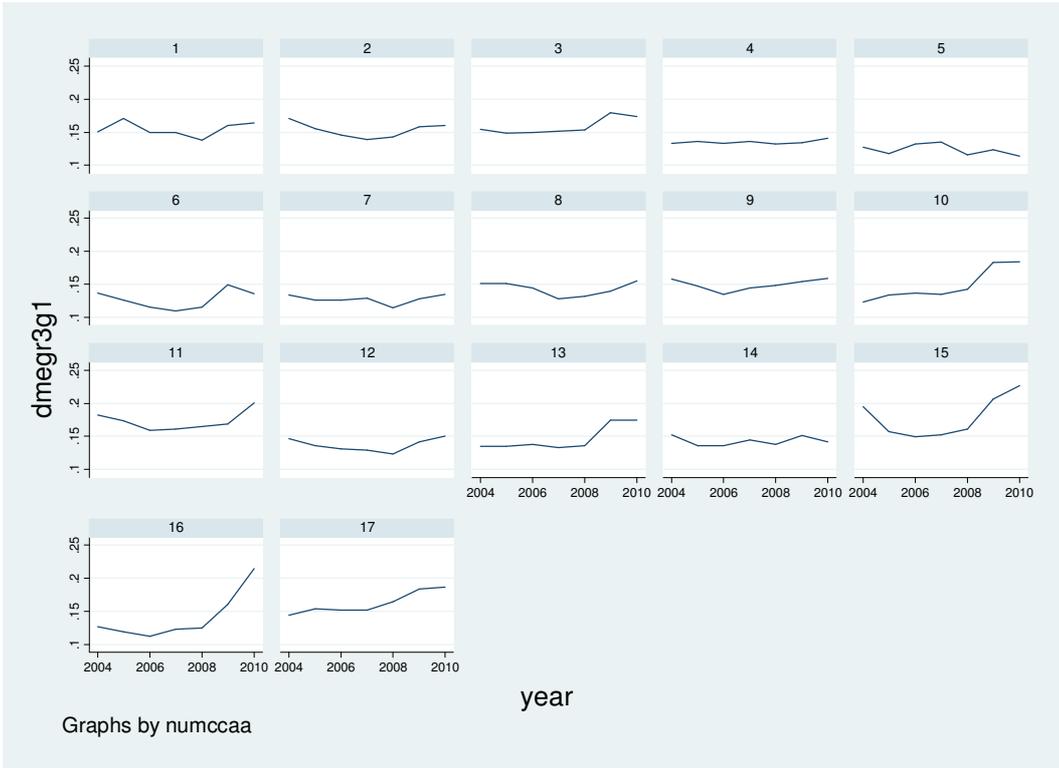


Figure 12: Four-group index polarization (mixed distribution)

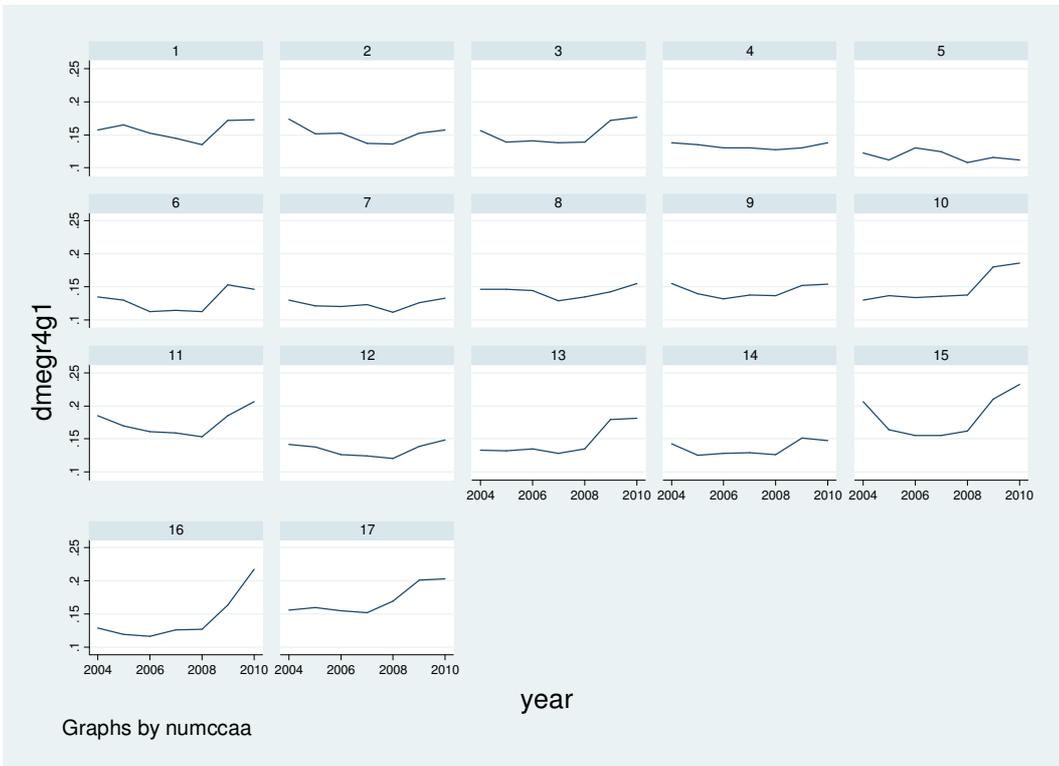


Figure 13: Two-group index polarization (total distribution)

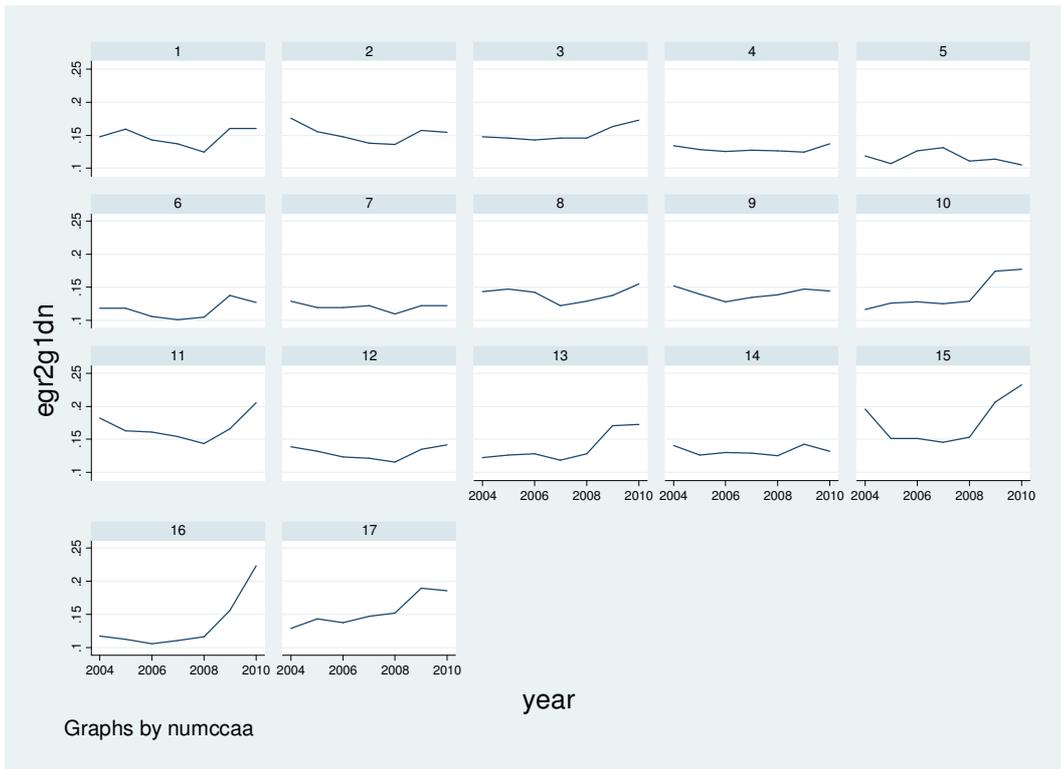


Figure 14: Three-group index polarization (total distribution)

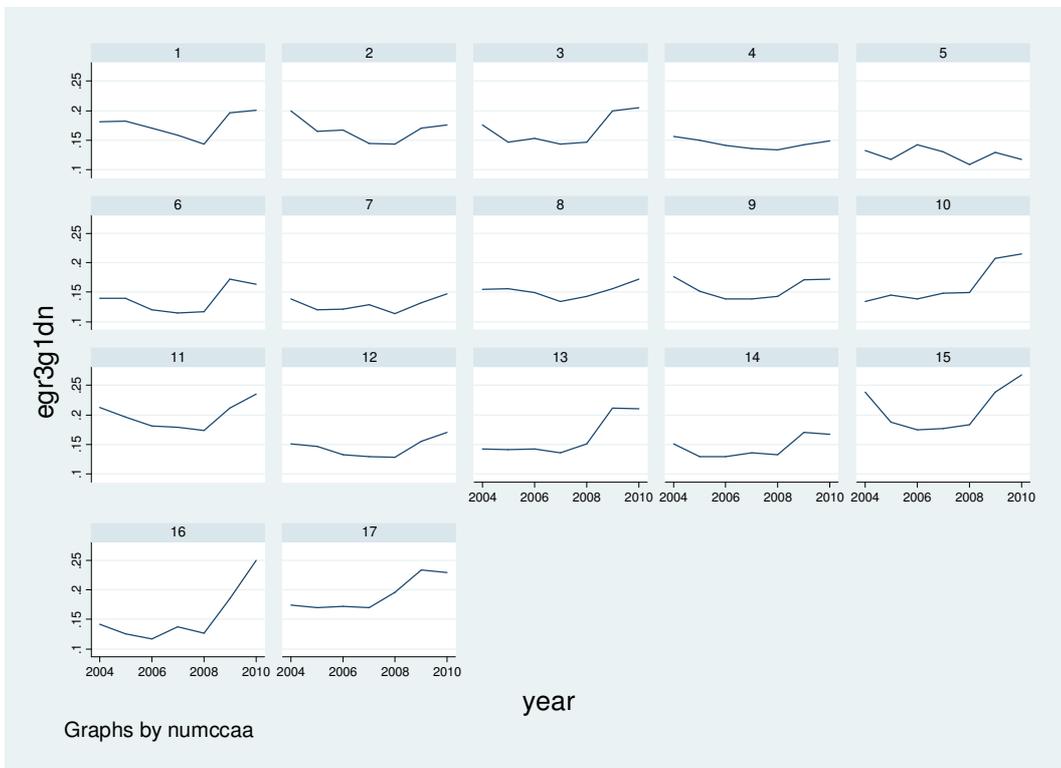
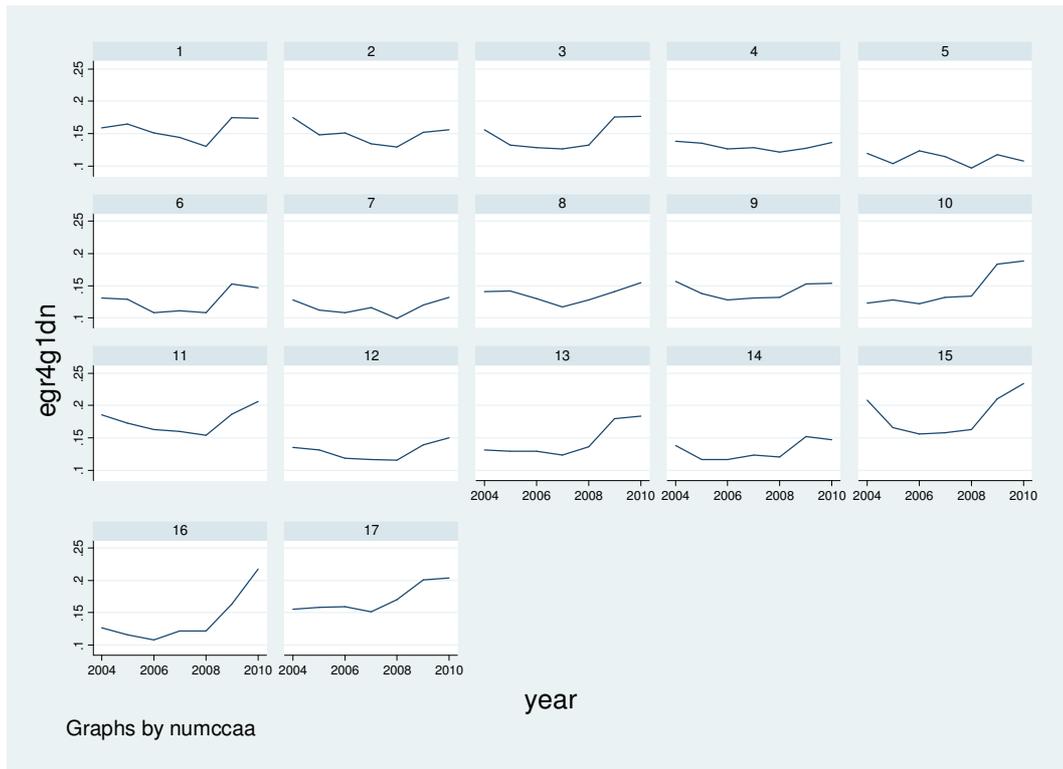


Figure 15: Four-group index polarization (total distribution)



**CONCLUSIONES GENERALES Y LÍNEAS ABIERTAS DE
INVESTIGACIÓN**

Esta investigación abarca dos períodos diferenciados de la realidad española. Por una parte, un período de expansión con tasas de crecimiento positivas y disminución del desempleo y, por otro, el período que comenzó con la crisis económica, un período de recesiones, de altas tasas de desempleo, de descontento y tensión social. Así, con el objetivo de analizar este período, se ha dividido esta Tesis en 3 secciones: el análisis de la productividad de los trabajadores en las regiones españolas, el examen de la polarización salarial en España y, finalmente, el estudio de la interrelación de estos dos conceptos con un panel de CCAA entre 2004 y 2010.

Aunque el trabajo realizado en la elaboración de esta Tesis Doctoral no ha sido poco, éste es sólo el comienzo de esta investigación. Existen aún muchos aspectos en los que es necesario seguir indagando para tratar de resolver cuestiones que permitan aclarar los puntos que han quedado abiertos en el transcurso de ella. Por este motivo, en este apartado, no sólo se presentan las conclusiones generales sino que, además, se describen las principales líneas de investigación abiertas que dan pie a futuros trabajos de investigación.

Con el objetivo de ilustrar algunos de los rasgos distintivos de las Comunidades Autónomas en la época de expansión económica se analiza, en la primera sección, el sesgo de las diferencias tecnológicas entre las mismas en el año 2007 (año en el que España alcanza la tasa de paro más baja en la época de la democracia). Asimismo, se afronta la construcción de la frontera tecnológica española de ese año con el fin de estudiar la idoneidad de las tecnologías utilizadas por las distintas regiones españolas. Estos análisis, junto con el estudio de la relación entre las productividades del trabajo cualificado y del trabajo no cualificado y distintas variables, como la calidad de la educación, y algunas variables de carácter tecnológico, pretenden esbozar una idea de las medidas necesarias para lograr el crecimiento de las regiones con el objetivo de procurar

una mayor calidad de vida a sus habitantes. Entre las principales conclusiones obtenidas, se destacan las que se presentan a continuación.

Las diferencias tecnológicas entre las Comunidades Autónomas españolas en 2007 presentan un sesgo absoluto hacia las habilidades. Es decir, las regiones ricas utilizan más eficientemente el trabajo cualificado (su factor abundante) y menos eficientemente el trabajo no cualificado, mientras que las regiones pobres utilizan más eficientemente el trabajo no cualificado (su factor abundante) y menos eficientemente el trabajo cualificado. Concretamente, las regiones más ricas (con mayores niveles de PIB), como el País Vasco o Madrid, presentan no sólo mayores productividades en el trabajo cualificado, sino también menores productividades en el trabajo no cualificado.

Al calcular la frontera tecnológica española a partir de las productividades de los trabajadores, se observa que queda determinada por las Islas Baleares, lo que estaría mostrando evidencia a favor de la teoría de la tecnología apropiada o acorde a la dotación de factores de cada región. Es decir, no es la región más rica (el País Vasco, en este caso en particular) la que determina la frontera tecnológica, sino la que extrae el mejor provecho de sus recursos productivos.

Al analizar la relación entre la calidad de la educación y las productividades de los dos tipos de trabajadores se evidencia una relación negativa entre la productividad del trabajo no cualificado y los rendimientos académicos de los estudiantes con educación secundaria de primera etapa. Sin embargo, la correlación entre el rendimiento de estos estudiantes y la productividad de los trabajadores cualificados es positiva, lo que no es nada raro porque, en general, las personas con mejor rendimiento en la primera etapa de la educación secundaria, son las que continúan sus estudios y, en la mayoría de los casos, son los que realizan estudios más allá de los obligatorios, por lo que redundan en la productividad del trabajo cualificado.

El análisis de la correlación de la calidad de la educación universitaria con las productividades de los trabajadores establece que las regiones que presentan mejores puestos en los rankings de universidades públicas son las que mayores productividades del trabajo presentan en los trabajadores cualificados.

Todas las variables que hacen referencias a tecnología o inversiones tecnológicas utilizadas (PTF⁶⁵, Gasto en I&D, personal I&D, investigadores o conectividad) o los resultados que se obtienen de estas inversiones (patentes), presentan una relación positiva con la productividad de los trabajadores cualificados y una relación negativa con la productividad de los trabajadores no cualificados. Es decir, que las regiones con mayor productividad del trabajo cualificado son las que más invierten en tecnología y las que mejores resultados obtienen de estas inversiones (patentes), mientras que las regiones con mayor productividad del trabajo no cualificado son las que menos invierten en tecnología y, por ende, sus resultados tecnológicos son inferiores (patentes).

Al desagregar las empresas de acuerdo a su uso de tecnología se observa que las regiones con presencia de empresas más tecnológicas son las que mayores productividades de trabajadores cualificados ostentan, mientras que las regiones que poseen empresas con menos tecnologías poseen una mayor productividad de los trabajadores no cualificados. Lo que sería una evidencia de la buena explotación de los recursos por parte de las empresas regionales y estaría en concordancia con la idea de que cada región debe elegir la tecnología apropiada a su dotación de factores. En tanto que, al desagregar las patentes por sector tecnológico (en alto o bajo), las regiones con más cantidad de patentes en los sectores de tecnología bajos son aquellas que presentan las menores productividades de los trabajadores no cualificados, mientras que las regiones con

⁶⁵ Productividad Total de los Factores.

mayor cuantía de patentes en los sectores de tecnología altos son las que poseen trabajadores cualificados más productivos.

Por todo lo antes expuesto, ante la pregunta de cómo impulsar la innovación, se considera que el mejor camino es la diferenciación de la misma, es decir, las innovaciones deben adecuarse a la dotación de factores de cada región para sacar el mayor provecho del factor abundante en cada una de ellas.

Finalmente, en este capítulo, se estudia la relación entre las diferencias tecnológicas existentes en las Comunidades Autónomas y el desempleo, encontrándose evidencia de que estas diferencias afectan de manera directa al desempleo de los trabajadores poco cualificados. Es decir, cuanto más grande sea la brecha entre la productividad de los trabajadores cualificados y los no cualificados, mayor será el desempleo de este último colectivo. Dado que el tema del desempleo es muy amplio y complejo, una línea de investigación que queda abierta en esta sección es el estudio en profundidad de la relación entre el desempleo y los temas tratados en este capítulo, es decir, la frontera tecnológica y la productividad de los trabajadores. Así, la consideración de los salarios mínimos en el modelo sería una forma de abordar este tema.

Como se ha comentado a lo largo de esta Tesis, a partir de 2008, los efectos de la crisis económica mundial empezaron a hacer mella en la economía española, aumentando considerablemente la tasa de desempleo y el descontento social. Por este motivo, en la segunda sección de este trabajo, se estudia la evolución de la polarización salarial en España, teniendo en cuenta no sólo los trabajadores, sino también los desempleados. Para ello, se propone una aportación metodológica que aproxima la medida de la polarización para que tenga en cuenta a los desempleados a través de la utilización de distribuciones mixtas.

En el análisis de los índices calculados, se observa una clara tendencia decreciente hasta 2007 y un cambio de tendencia en 2008, independientemente de la

metodología, grupos o distribuciones utilizadas para su cómputo. En general, al considerar una distribución completa, se puede decir que los mayores índices de polarización salarial se obtienen cuando se consideran dos grupos y, si la distribución es mixta, los valores más elevados se alcanzan al considerar tres grupos.

En este trabajo, además de la inclusión del desempleo y su diferenciación en el cálculo de los índices de polarización, se intenta determinar la relación entre la polarización salarial y distintas características de la población, como el nivel de educación de sus individuos. Para ello, se calcula la polarización por características, es decir, la polarización en la que los grupos los determinan las distintas características que se quieren estudiar y no los ingresos de los individuos. Al utilizar el índice de Esteban, Gradín y Ray (*EGR*), la situación laboral es la partición que mayor polarización genera, mientras que el género es la que menos polarización induce. El tipo de contrato (indeterminado o temporal) aparece a continuación en lo que se refiere a generación de polarización en los años en los que se presentan mayores niveles de desempleo, mientras que la educación ocupa este puesto cuando las tasas de desempleo son menos elevadas. En cuanto a las tendencias de estos índices, la polarización por situación laboral es contra-cíclica, es decir, disminuye hasta 2007 y aumenta desde 2008. Para los índices obtenidos a partir de las particiones generadas por género y educación ocurre lo inverso, es decir, aumentan hasta 2007 y disminuyen desde 2008. La polarización que genera el tipo de contrato es relativamente estable en los años considerados.

Cuando la polarización por grupos se calcula a partir del índice propuesto por Lasso de Vega y Urrutia (*LVU*), sus valores son más pequeños que los calculados con el índice *EGR*. En referencia a los *rankings*, la polarización por situación laboral no es la característica que más polarización presenta en todos los años, puesto que la educación la supera en 2006 y 2007. El índice *EGR* establece que la situación laboral es la característica que más polarización genera en todo el período analizado. Sin embargo, en el año 2007, se alcanzó en España la tasa de

paro más baja en toda la época de la democracia, por lo que no resulta coherente que, en ese año, sea la situación de empleo-desempleo lo que genere más polarización. Con el índice *LVU*, en 2006 y 2007, es la educación la característica que más polarización genera en España. Por ello, parece evidenciarse que el índice *LVU* capta de mejor manera la polarización según las características de la población.

Al tratar de explicar la bipolarización económica en España según las diversas características, se observa que, cuando se utiliza una distribución mixta para estos cálculos, todas las características explican más la polarización económica, dado que presentan mayores valores que utilizando la distribución completa. La situación laboral es la característica que más explica los resultados obtenidos con el índice *EGR*. Entre los años 2006 y 2008, la educación aparece a continuación, mientras que es el tipo de contrato el que lo hace en los años restantes. Las tendencias de estos índices son similares, tanto utilizando la distribución completa como la mixta, salvo al considerar el tipo de contrato, ya que, en el primer caso, disminuye hasta 2008, momento a partir del cual comienza a aumentar, mientras que presenta el comportamiento opuesto cuando se utiliza la distribución mixta. Si se utiliza el índice *LVU*, las tendencias son las mismas que con el índice *EGR* pero, sin embargo, cambian algunos *rankings* de las características en cuanto a capacidad para explicar la polarización. Así, la educación pasa a ser la característica que más explica la polarización en 2006 y 2007, cuando se utiliza la distribución completa (y en 2007, cuando se utiliza la distribución mixta) y el resto de los años es la situación laboral la que lo hace. Esto evidencia nuevamente que el índice *LVU* resulta más coherente para captar la polarización por características. La característica que menos polarización induce es el género y su índice presenta una tendencia decreciente para los todos los índices calculados.

Ante la pregunta de si debería considerarse específicamente el hecho de contar con una importante cantidad de personas desempleadas, es decir, con salario cero, se considera que una medida que trate de cuantificar la tensión social debería incluir estos individuos en su cálculo. En el caso particular de segregarlos en el cálculo, en nuestro caso mediante distribuciones mixtas, se obtiene que las características de los individuos explican más los índices de polarización, aunque estos resultan ser menores que los obtenidos utilizando distribuciones completas.

Los posibles enfoques alternativos para futuras líneas de investigación que se plantean son:

1. Realizar un análisis discriminador, mediante la comparación de los resultados de ajuste en regresiones del tipo $y = f(x)$, en donde y toma dos valores (0 o 1, indicando bipolarización), con los resultados obtenidos cuando toma tres (0, 1 o 2) o más valores, mediante modelos *logit* o *multilogit*. La idea de realizar este análisis radica en cuantificar la contribución de las características a los diferentes grupos resultantes del análisis de la polarización, comparando los resultados en función del número de polos o grupos que se consideran. Esta propuesta busca ser un control sobre cómo las modificaciones en la definición de la variable que representa los grupos resultantes de la polarización (y) afectan a la bondad del ajuste obtenido.
2. Otra opción que complementa la anterior sería la utilización de modelos *probit* o *multiprobit*, en relación con la línea anterior de investigación.
3. Dependiendo siempre de la disponibilidad de los datos necesarios, podría ampliarse el análisis de la polarización a los países de la Unión Europea, lo que permitiría comparar tanto los niveles detectados como la influencia de las características de los individuos con lo obtenido en los países del entorno europeo más inmediato, en una primera fase, y con todos, en una fase ulterior.

Finalmente, en el tercer apartado se intenta encontrar evidencia sobre la influencia de la distribución de ingresos de las personas sobre el comportamiento económico de las regiones. Así, se analiza cómo la polarización salarial afecta a la productividad de las Comunidades Autónomas entre 2004 y 2010. Para ello, las medidas de productividad calculadas son la PTF y las productividades de los trabajadores por nivel educativo (cualificados y no cualificados). Las conclusiones que se extraen de este análisis se resumen en los párrafos siguientes.

En general, se puede clasificar a las medidas de productividad en indicadores simples o compuestos, según se refieran a un solo factor o a varios, respectivamente. En esta investigación se utilizan ambos tipos de medidas, una compuesta (la PTF) y dos simples (la productividad de los trabajadores cualificados y la de los no cualificados). Se considera que los indicadores simples, en este caso las productividades de los trabajadores, ofrecen más información a los diseñadores de políticas públicas que la PTF, y las medidas compuestas en general, dado que la diferenciación entre insumos brinda más detalle en el análisis. Concretamente, los resultados de esta Tesis muestran cómo la polarización afecta a la productividad de los trabajadores cualificados positivamente y negativamente a la productividad de los trabajadores no cualificados. Mientras que al analizar la PTF, se observa una relación negativa con la polarización. Este último resultado podría ser una evidencia de la contradicción observada por otros autores de la productividad en España, dado que los mayores niveles de polarización se producen ante el aumento del desempleo. Sin embargo, al analizar las productividades por separado, se encuentra evidencia que la productividad del trabajo no cualificado es pro-cíclica.

Entre las cuestiones que quedaron abiertas en este trabajo y que se pretende estudiar en futuras investigaciones, está el mecanismo teórico que explica por qué la polarización salarial afecta positivamente a la productividad de los trabajadores

cualificados y negativamente a la productividad de los trabajadores no cualificados. La idea de encontrar el mecanismo que está detrás de esta relación es consiste en encontrar la vía o las vías por las cuales la polarización afecta al crecimiento económico de las regiones, lo que es una cuestión muy importante desde el punto de vista de la política económica. Asimismo, el cómputo de la productividad del capital podría brindarnos, junto con las productividades de los trabajadores, una escena más completa de la realidad económica, por lo que, entre las futuras líneas de investigación de esta Tesis, se considera su cálculo.

GENERAL CONCLUSIONS AND FUTURE REASERCH LINES

Although a lot of work has been done in this thesis, we are quite sure that this is only the beginning of this research. There are still many unanswered questions and many ways to investigate them. That is why, in this section, we present not only the general conclusions but we also describe future lines of research.

This research studies the 2004-2010 period, which includes two different phases of the Spanish reality. The first phase was a growth period with positive growth rates and diminishing unemployment rates. This period of prosperity, that started after crisis of the early 90's, ended abruptly with the global crisis and in 2008, growth rates started to slow down and unemployment started to rise, increasing social tension. Thus, with the objective of analyzing this period, this thesis is structured in 3 sections: the study of workers' productivity in the Spanish regions during the period of prosperity, the analysis of the evolution of wage polarization in Spain from 2004 to 2010 and finally, the investigation of the relationship between these two concepts (workers' productivity and wage polarization) with a regional panel of the Spanish regions between 2004 and 2010.

In the first section of this research, we study certain Spanish regions' characteristics during the growth period, particularly in 2007, the year in which Spain reached the lowest unemployment rate of the democracy period. Workers are classified into two groups (unskilled and skilled) according to their studies, and technological differences are analyzed using each group's productivity. Also, the Spanish technological frontier is computed to evaluate how each Spanish region used their technology. Additionally, in order to get information to help regions' growth, the relationship between worker's efficiency and both education quality and technological variables are analyzed. The principal conclusions of this section are presented in the following paragraphs.

Technological differences between the Spanish regions in 2007 are found to present a skill bias. Thus, higher-income regions use skilled labor (their abundant

factor) more efficiently than lower-income regions, although they use unskilled labor less efficiently. Specifically, the richest Spanish regions (those with higher GDP), like the Basque Country and Madrid present the greatest skilled workers' productivity and the lowest unskilled workers' productivity. This result suggests that differences in technology are not merely a matter of some countries having an overall higher level of technical efficiency (total factor productivity) or higher-GDP than others.

Using workers' productivity in each region as their technology frontiers, the Spanish technology frontier is determined by the Balearic Islands. This evidence supports the need for appropriate technology, which establishes that regions should choose different technologies influenced by their factor endowments.

Analyzing the relationship between education quality and workers' productivity, the academic performance of secondary students shows a negative trend when associated with unskilled workers' productivity. However, this academic performance shows a positive one corresponding to skilled workers' productivity. This is not surprising, since students with higher performance in high school are the ones who continue their studies, and this results in skilled workers' productivity.

Studying the correlation between university education quality and workers' productivity, regions with a better position in the public university ranking are the ones that present higher skilled workers' productivity.

All the technological variables (TFP⁶⁶, R&D expenditure, R&D personnel, researchers or connectivity) and the results of these investments (patents), show a positive relationship with skilled workers' productivity and a negative one with unskilled workers' productivity. That is, the highly skilled efficiency regions invest

⁶⁶ Total Factor Productivity.

the most in technology, and they obtain the best results from these expenditures (patents), while the highly unskilled efficiency regions spend less in technology and their technological results (patents) are lower.

When firms are differentiated by the technology used, regions with more technological firms are the ones with the highest skilled workers' productivity, while regions with less technologically advanced firms present the highest unskilled workers' productivity. This is evidence of how well regional firms use their resources, which is the idea of endogenous or appropriate technology (each region should choose the technology that makes the most of their abundant factor). However, separating patents by their technology sectors, the regions with more patents in the low technology sector have less productive unskilled workers, and the regions with more patents in high technology sector have more productive skilled workers.

Given the above, we think that one way to improve innovation is differentiation; that is, innovation should adjust to each region's factor endowment and make the most of their abundant factor.

Finally, in the first section, the relationship between cross-regional technological differences and unemployment is investigated finding evidence of a positive association concerning these technological differences and unskilled workers' unemployment. That is, the greater the difference between unskilled and skilled worker's productivity the bigger the unskilled worker's unemployment. Given that, Spain's unemployment problem is important and complex; this is one of the future research lines of this work. How unemployment affects the Spanish technological frontier or worker efficiency could also be studied in future works. Minimum wages' consideration in the model studied could be another way to expand this study.

Since 2008, because of the effects of the world economic crisis, unemployment started to rise abruptly in Spain, causing an appreciable magnification in social tension. For this reason, in the second phase of this research, we analyze the evolution of the Spanish wage polarization considering not only employed people, but also, unemployed ones. For this, using mix distributions, a methodology that approximates polarization's measure to take into account unemployed people is proposed.

Analyzing the computed indexes, there is a clear negative tendency until 2007 and a change in this tendency in 2008, no matter the methodology used to calculate them, the quantity of groups considered or the kind of distribution employed. Generally speaking, considering the completed distribution, the highest levels of wage polarization are reached when the population is divided in two groups; while using mix distribution methodology, the highest indexes are computed when the population is separated in three groups.

Besides wage polarization and the inclusion of unemployed people in its calculation, the correlation between wage polarization and different characteristics of the population are studied. According to group polarization, groups in the distribution are the result of similarities with respect to an attribute other than wages, for instance, education. Using the Esteban, Gradín and Ray Index (*EGR*), employment situation (employed or unemployed) is the situation that generates more polarization, while sex produces less. The type of contract (permanent or temporary) is the second characteristic generating polarization when unemployment is high, and this position is occupied by education when the unemployment rate is lower. Regarding the indexes' tendencies, labor situation polarization is countercyclical, that is, it goes down until 2007 and rises since 2008; while with sex and education polarization it does the opposite. Type of contract polarization is relatively stable in the period studied.

When group polarization is computed using the Lasso de la Vega and Urrutia Index (*LVU*), their values are smaller than the ones obtained from the *EGR* index. In reference to rank, employment situation is not always the characteristic that generates more polarization; in 2006 and 2007, education generates more polarization. Using the *EGR* index, employment situation produces more polarization than other characteristics; however we find these results inconsistent in 2007, as Spain reached its lowest unemployment rate during the democracy period in this year. We believe that the *LVU* index is better than the *EGR* index to compute group polarization because using *LVU*, education generates more polarization in 2006 and 2007.

When mixed distribution is used to compute explained polarization, instead of total distribution, their values are higher. This means that the characteristics explained economic bipolarization better by using mix distribution than by using total distribution. Using the *EGR* index, employment situation is the characteristic that best describes income polarization. From 2006 to 2008, the second position is occupied by education, while type of contract is second in the rest of the studied period. The tendencies of these indexes are similar, using both total and mixed distribution, except for the case of type of contract, which diminishes until 2008 and increases since 2009 using total distribution, and has the opposite performance using mixed distribution. The tendencies are the same using *EGR* or *LVU* indexes; however, the characteristics' rankings are not the same. Thus, education is the characteristic that explains economic polarization the best in 2006 and 2007 using total distribution (and in 2007 using mixed distribution) and the rest of the years, employment situation is the first one. This suggests, again, that *LVU* is better than *EGR* at explaining economic polarization by characteristics. Sex is the characteristic that explains economic polarization the least and its tendency is declining.

To sum up, in our opinion, if a measure tries to quantify social tension, it should include unemployed people (people without a salary) in its calculations. In our research, we considered them as a separate group using mixed distributions and, although the indexes are lower than using a complete distribution, when explained polarization is calculated, the characteristic better explained economic polarization.

In future works, we are interested in developing a methodological contribution. Thus, we are interested in applying a discriminatory analysis, comparing the results of the regressions of the type $y=f(x)$, where y takes two values (0 or 1, indicating bipolarization) and the results when y takes the values (0, 1 or 2, indicating multi-polarization). Using *logit* and *multilogic* (or *probit* and *multiprobit*) models, we could estimate how the modification of the independent variable (x) in different groups would affect the accuracy of the fit obtained.

Furthermore, the polarization analyses could be extended to the European Union, which would allow us to compare both the index computed and the individual characteristics' influence on them, in other European countries.

Finally, in the third section of this thesis, the influence of personal income distribution on regional economic performance is investigated. Particularly, we analyze how wage polarization affects the Spanish regions' productivity between 2004 and 2010. Thus, the productivity measures used are TFP and labor productivity for educational level (skilled and unskilled workers' productivity). The principal conclusions are presented in the following paragraphs.

Generally speaking, productivity measures can be classified in single indexes, if they are calculated from one factor, or in compound indexes, if they are computed using two or more factors. In this thesis, we used both types of indexes, a compound (TFP) and two singles (skilled and unskilled labor's

productivity). We believe that, in our research, single indicators give more information than compound indexes, since they give more detailed information. Concretely, in this thesis, the evidence suggests that wage polarization affects skilled workers' productivity positively and unskilled workers' efficiency negatively. However, TFP and wage polarization shows a negative relationship. In our opinion, the last result is evidence of the Spanish countercyclical productivity, found in other works, since the higher polarization index is caused by a rise in unemployment. However, analyzing workers' productivities separately, unskilled labor's productivity shows evidence of being pro-cyclical.

The theoretical mechanism explaining why wage polarization positively affects skilled workers' productivity but negatively affects unskilled workers' productivity is one of the future research lines. We believe that, if we can find this mechanism, we will be able to understand how polarization influences regions' economic growth. Additionally, capital productivity, along with workers' productivity, could provide a more complete picture of regions' economic reality. Thus, its calculation is another one of our goals in future research.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMOVITZ, M. (1956): “Resource and Output Trends in the United States since 1870”. *American Economic Review*, 46 (2), págs. 5-23.
- ACEMOGLU, D. (2002): “Technical Change, Inequality, and the Labour Market”. *Journal of Economic Literature*, 40 (1), págs. 7-72.
- ACEMOGLU, D. (2003): “Cross-country inequality trends”. *Economic Journal*, 113, F121-49.
- ACEMOGLU, D. y ZILIBOTTI, F. (2001): “Productivity Differences”. *Quarterly Journal of Economics*, 116(2), págs. 563-606.
- AGHEVLI, B. y MEHRAN, F. (1981): “Optimal grouping of income distribution data”. *Journal of the American Statistical Association*, 76 (373), págs. 22-26.
- AGHION P., CAROLI, E. y GARCIA-PENALOSA C. (1999): “Inequality and Economic Growth: The Perspective of the New Growth Theories”. *Journal of Economic Literature*, 37, págs. 1615-60.
- AITCHISON, J. (1955): “On the distribution of a positive random variable having a discrete probability mass at the origin”. *Journal of the American Statistical Association*, 50 (271), págs. 901-08.
- AIYAR, S. y DALGAARD, C.-J. (2005): “Total Factor Productivity Revisited: A Dual Approach to Development Accounting”. IMF Staff Papers, 52 (1), págs. 82-102.
- ALESINA, A. y PEROTTI, P. (1996): “Income Distribution, Political Instability and Investment”. *European Economic Review*, 81, págs. 1170-89.
- ALESINA, A. y RODRIK, D. (1994): “Distribution Politics and Economic Growth”. *Quarterly Journal of Economics*, 109, págs. 465-90.
- ALFARO, A.K. (2005): “Estudio de la pobreza, la desigualdad del ingreso y la polarización en Argentina en el período 1993-2003”. Trabajo de Investigación Tutelado por el Prof. Salas del Mármol. Universidad de Alcalá-Universidad Complutense de Madrid.
- ALVAREZ DE TOLEDO, P.; ROJO, J.; TORIBIO, A. y USABIAGA, C. (2000): *Convergencia: Un análisis conjunto de los sectores. Aplicación al caso de las regiones españolas*. Documento de Trabajo nº 2000-06, FEDEA.

- ÁLVAREZ GARCÍA, S., PRIETO RODRÍGUEZ, J. y SALAS, R. (2002). *The evolution of income inequality in the European Union*. Papel de Trabajo 10/02, Instituto de Estudios Fiscales. Disponible en: http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/papeles_trabajo/2002_10.pdf (Último acceso diciembre 2012).
- ARROW, K.J.; CHENERY, H.B.; MINHAS, B.S. y SOLOW, R.M. (1961): “Capital-Labour Substitution and Economic Efficiency”. *Review of Economic and Statistics*, 43 (3), págs. 225-50.
- ATKINSON, A. B. (1970). “On the measure of inequality”. *Journal of Economic Theory*, 2, págs. 244-263.
- ATKINSON, A. (1999): “Is rising income inequality inevitable? A critique of the transatlantic consensus”. *En WIDER annual lecture*. Universidad de Oslo, Noruega.
- ATKINSON, A.B (2007): “Disparidad salarial en los países de la OCDE”. *Revista Internacional de Trabajo*, 126 (1-2), págs. 45-68.
- ATKINSON, A.B. y STIGLITZ, J.E. (1969): “A New View of Technological Change”. *Economic Journal*, 79(315), págs. 573–78.
- AUTOR, D.H y DORN, D. (2010): *Inequality and Specialization: The Growth of Low-Skilled Service Jobs in the United States*. IZA Discussion Papers N° 4290.
- AUTOR, D.H.; KATZ, L.F. y KEARNEY, M.S. (2006): “The polarization of the US labor market”. *American Economic Review*, 96, págs. 189-94.
- AUTOR, D.H.; KATZ, L.F. y KEARNY; M.S. (2008): “Trends in the US Wage Inequality: Revising the Revisionist”. *Review of Economics and Statics*, 90 (2), págs. 300-23.
- AUTOR, D.H.; KATZ, L.F. y KRUEGER A.L. (1998): “Computing Inequality: Have Computers Change the Labour Market?” *Quarterly Journal of Economics*, 113 (4), págs. 1169-213.
- AZARIADIS, C. y DRAZEN, A. (1990): “Threshold externalities in economic development”. *Quarterly Journal of Economics*, 110, págs. 501-26.
- BAJO, O., y SOSVILLA-RIVERO, S. (1995): *El crecimiento económico en España, 1964-1993: Algunas regularidades empíricas*. Documento de Trabajo 95-26, FEDEA.

- BANERJEE, A. y DUFLO, E. (2008): “What is middle class about the middle classes around the world?” *Journal of Economic Perspective*, 22(2), págs. 3-28.
- BARRO, R. (1991): “Economic growth in a cross-section of countries”. *Quarterly Journal of Economics*, 106, págs. 407-43.
- BARRO, R. (1998): *Notes on growth accounting*. Working Paper 6654, NBER.
- BARRO, R. (1999): “Determinants of democracy”. *Journal of Political Economy*, 107(S6), págs. S158-29.
- BARRO, R. (2000): “Inequality and Growth in a Panel of Countries”. *Journal of Economic Growth*, 5 (1), págs. 5-32.
- BARRO, R. y SALA-I-MARTIN, X. (2004): *Economic Growth. Second Edition*. Massachusetts: MIT Press.
- BASU, S. y WEIL, D.N. (1998): “Appropriate Technology and Growth.” *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), págs. 1025–54.
- BENABOU, R. (1996): *Inequality and growth*. Working Paper 5658, NBER.
- BENGEOA, M. y PÉREZ, P. (2009): “Determinantes de la productividad total de los Factores en las regiones españolas”. En XIV Encuentro de Economía Aplicada (Huelva, 2 y 3 de junio).
- BENHABIB, J. y SPIEGEL, M.M. (1994): “The Role of Human Capital in economic Development: Evidence form Aggregate Cross-Country Data”. *Journal of Monetary Economics*, 34(2), págs. 143-73.
- BENTOLILA, S.; DOLADO, J.J. y JIMENO, J.F.: (2011): *Reforming an Insider-Outsider Labor Market: The Spanish Experience*. Working Paper 3670, CESifo.
- BENTOLILA, S. y SAINT-PAUL, G. (1999): *Explaining Movements in the Labor Share*, Working Paper 9905, CEMFI.
- BERMAN, E; BOUND, J. y GRILICHES, Z. (1994): *Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing Industries: Evidence from the Annual Survey of Manufacturing*. Working Papers 4255, NBER.

- BERNAT, L.F. (2009): *Desigualdades en el Mercado de Trabajo: Discriminación, Segregación Ocupacional y Polarización. Un análisis para Colombia de 2000 a 2006*. Tesis Doctoral, Departamento de Fundamentos e Historia Económica de la Universidad de Alcalá, en papel.
- BERNSTEIN, J. y MISHEL, L. (2001): “Seven reasons for skepticism about the technology story of the U.S. wage inequality”. En Berg y Kalleberg (Editores): *Sourcebook of labor markets: Evolving structures and processes*, New York: Kluwer Academic/Plenum, págs. 409-28.
- BERRY, C.R. y GLAESER, E.L. (2005): “The Divergence of Human Capital Levels across Cities”. *Papers in Regional Science*, 84, págs. 407-44.
- BERTOLA, G. (1999): “Microeconomic Perspectives on Aggregate Labor Markets”. En Ashenfelter y Card (Editores): *Handbook of Labor Economics* (vol. 3C), págs. 2985-3028. Amsterdam: Elsevier.
- BILBAO-OSORIO, B. y RODRÍGUEZ-POSE, A. (2004): “From R&D to Innovation and Economic Growth in the EU”. *Growth and Change*, 35, págs 434-55.
- BILS, M. y KLENOW, P.J. (2000): “Does Schooling Cause Growth?” *The American Economic Review*, 90 (5), págs. 1160-83.
- BIRDSALL, N.; GRAHAM, C. y PETTINATO, S. (2000): *Stuck in the Tunnel: Is Globalization Muddling the Middle Class?* Working Paper No. 14, Brookings Institution, Center on Social and Economic Dynamics.
- BLACKBURN, M.L. y BLOOM, D. (1985), “What is Happening to the Middle Class?” *American Demographics*, 7(1), págs. 19–25.
- BLACKBURN, M.L. y BLOOM, D. (1986): “Family Income Inequality in the United States, 1967-84”. *Proceedings of the 39th Annual Meetings*. Industrial Relations Research Association, págs. 349-58.
- BLANCHARD, O.J.; NORDHAUS, W.D. y PHELPS, E.S. (1997): “The Medium Run”. *Brooking Papers on Economic Activity*, 1997(2), págs. 89-158.
- BLAUG, M. (1967): “Approaches to Educational Planning”. *The Economic Journal*, 77 (306), págs. 262-87.
- BLUESTONE, B. y HARRISON, B. (1988): “The Growth of Low-Wage Employment: 1963-86”. *American Economic Review*. Papers and Proceedings, págs. 124-128.

- BOIX, R. y LAZZARETTI (2011): “Las industrias creativas en España: Una panorámicas”. *Investigaciones Regionales*, 22, págs. 181-206.
- BOMSDORF, E. y OTTO, C. (2007): “A new approach to the measurement of polarization for grouped data.” *ASTA-Advances in Statistical Analyses*, 91 (2), págs. 181-96.
- BOUND, J. y JOHNSON, G (1992): “Changes in the Structure of Wages in the 1980’s: An Evaluation of Alternative Explanations”. *American Economic Review*, 82, págs. 371-92.
- BOURGUIGNON, F. (1979): “Decomposable Income Inequality Measure.” *Econometrica*, 47, págs. 901-20.
- BOVER, O.; ARELLANO, M. y BENTOLILA, S. (2001): *The Distribution of Earnings in Spain During the 1980s: The Effects of Skill, Unemployment and Union Power*. CEPR Discussion Papers 2770.
- BOWLES, S. (1970): “Aggregation of Labour Inputs in the Economics of Growth and Planning: Experiments with a Two-Level CES Function”. *Journal of Political Economy*, 78 (1), págs. 68-81.
- BRADBURY, K. (1986): “The Shrinking Middle Class”. *New England Economic Review*, Septiembre, págs. 41-55.
- BRULHART, M.; CROZET, M. y KOENIG, P. (2004): “Enlargement and the EU Periphery: The impact of changing market potential”. *World Economy*, 27, págs. 853-75.
- BREEN, R. y GARCIA-PENALOSA, C. (2005): “Income Inequality and Macroeconomic Volatility: An Empirical Investigation”. *Review of Development Economics*, 9(3), págs. 380-98.
- BRUGGER, E.A. y STUCKEY, B. (1987): “Regional economic structure and innovative behaviour in Switzerland”. *Regional Studies*, 21, 241-54.
- BRUNO, M. y SACHS, J.D. (1985): *Economics of the Worldwide Stagflation*. Oxford: Blackwell.
- BUELA-CASAL, G.; BERMÚDEZ, M.P; SIERRA, J.C.; QUEVEDO-BLASCO, R. y CASTRO, A. (2009): “Ranking de 2009 en investigación de las universidades públicas españolas”. *Psicothema*, 22(2), págs. 171-9.

- BUHMANN, B., RAINWATER, L., SCHMAUS, G. y SMEEDING, T. (1988). “Equivalences scales, well-being, inequality and poverty: sensitivity estimates across ten countries using the Luxembourg Income Study (LIS) database”. *Review of Income and Wealth*, Vol. 34, págs. 115-42.
- CALVO, J. L. (2000a): “Una caracterización de la innovación tecnológica en los sectores manufactureros españoles: Algunos datos”. *Economía Industrial*, 331, págs. 139-50.
- CALVO, J. L. (2000b): “La distribución de los gastos de innovación entre las comunidades autónomas españolas en el período 1994-1998”. *Economía Industrial*, 334, págs. 71-80.
- CANTÓ SANCHEZ, O., DEL RÍO OTERO, C., GRADIN LAGO, C. (2000). “La situación de los estudios de desigualdad y pobreza en España”. *Cuadernos de gobierno y administración*, 2, págs. 25-94.
- CARD, D y DINARDO, J. (2002): “Skill-biased technological change and rising wage inequality: Some problems and puzzles”: *Journal of Labour Economics*, 20, págs. 733-83.
- CARD, D. y KRUEGER, A.B. (1995): *Myth and Measurement. The New Economics of the Minimum Wage*. Princeton: Princeton University Press.
- CARRASCO GALLEGO, J.A. (2004): *Repercusiones del comercio exterior y del desarrollo tecnológico en el mercado de trabajo español*. Tesis Doctoral, Departamento de Economía de la Universidad Rey Juan Carlos, en línea. Disponible en: <http://ciencia.urjc.es/handle/10115/482> (Último acceso agosto de 2013)
- CASARES, P.; COTO-MILLAN, P.; y LÓPEZ DE SABANDO, V.I. (2011): “Talento, tecnología y desarrollo económico en las provincias españolas”. *Investigaciones Regionales*, 22, págs. 57-80.
- CASELLI, F. (1999): “Technological Revolutions”. *American Economic Review*, 89(1), págs. 78-102.
- CASELLI, F. (2005): “Accounting for Cross-Country Income Differences”. En Aghion y Durlauf (Editores): *Handbook of Economic Growth*, vol. 1, capítulo 9, Amsterdam: North-Holland, págs. 679-741.
- CASELLI, F. y COLEMAN II, W.J. (2001a): “Cross-Country Technology Diffusion: The Case of Computers.” *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, 91(2), págs. 328–35.

- CASELLI, F. y COLEMAN II, W.J. (2001b): “The U.S. Structural Transformation and Regional Convergence: A Reinterpretation.” *Journal of Political Economy*, 109(3), págs. 584–616.
- CASELLI, F. y COLEMAN II, W.J. (2002): “The US Technology Frontier”. *The American Economic Review*, 92 (2), págs. 148-52.
- CASELLI, F. y COLEMAN II, W.J. (2006): “The World Technology Frontier”. *The American Economic Review*, 96 (3), págs. 499-522.
- CASELLI, F.; ESQUIVEL, G. and LEFORT, F. (1996): “Reopening the Convergence Debate: A New Look at Cross-Country Growth Empirics”. *Journal of Economic Growth*, 1(3), págs 363-89.
- CASELLI, F. y WILSON, D.J. (2004): “Importing Technology”. *Journal of Monetary Economics*, 51(1), págs. 1–32.
- CASTILLO DELGADO, S. y JIMENO SERRANO, J. F. (1998): “Convergencia regional y tecnología”. En Cuadrado, J. R.; Mancha, T. y Garrido R.: *Convergencia regional en España. Hechos, tendencias y perspectiva*. Madrid: Fundación Argentaria.
- CEBRIÁN, I.; PITARCH, J.; RODRÍGUEZ, C. y TOHARIA, L. (2010): “Análisis de los efectos del aumento del salario mínimo sobre el empleo de la economía española”. *Revista de Economía Laboral*, 7 (1), págs. 1-37.
- CHARI, V.V.; KEHOE, P.J. y MCGRATTAN, E.R. (1997): *The Poverty of Nations: A Quantitative Investigation*. Working Paper, Federal Reserve Bank on Minneapolis.
- CHRISTENSEN, L.R.; JORGENSEN, D.W. y LAU, L.J. (1973): “Transcendental Logarithmic Production Frontiers”. *Review of Economic and Statics*, 55 (1), págs. 28-45.
- CICCONE, A. y PERI, G. (2005): “Long-Run Substitutability between more and less Educated Workers: Evidence from U.S. States, 1950-1990”. *The Review of Economics and Statics*, 87 (4), págs. 652-63.
- CLARKE, G. (1995): “More evidence on income distribution and growth”. *Journal of Development Economics*, 47, págs. 403-27.
- COBB, C.W. y DOUGLAS, P.H. (1928): “A Theory of Production”. *American Economic Review*, 18 (1), págs. 139-65.

- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS (2000): *Consideraciones sobre el Índice de Gini para medir la concentración del ingreso*. División de Estadística y Proyecciones Económicas, CEPAL. Doc. N° 7.3.
- COMISIÓN EUROPEA (2005): “Growth accounting to 2005”. Disponible en: http://ec.europa.eu/economy_finance/db_indicators/eu_klems/2005/index_en.htm (Último acceso octubre de 2012).
- COMISIÓN EUROPEA (2007): Política de Cohesión Europea en España. Disponible en: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/informat/country2009/es_es.pdf (Último acceso Julio 2010).
- CONTE, A. (2008): “Desigualdad, polarización y conflicto social”. Disponible en: dep-economia-aplicada.uab.cat/secretaria/docrecerca/aconte.doc (Último acceso diciembre de 2012).
- CORONADO, D. y ACOSTA, M. (1999): “Innovación tecnológica y desarrollo regional”. *Información Comercial Española*, 781, págs. 103-16.
- COSTAIN, J., JIMENO, J.F. y THOMAS, C. (2010): *Employment Fluctuations in a Dual Labor Market*. Working Paper 1013, Banco de España.
- COULTER, F.A.E., COWELL, F.A., JENKINS, S.P. (1992). “Equivalence scales relativities and the extent of inequality and poverty”. *Economic Journal*, 102, págs. 1067-82.
- CROSTA, F. (2000). “La Medición de la Pobreza en la Argentina. Revisión Metodológica y Estimaciones”. *Anales de la AAEP*. Disponible en: <http://www.aaep.org.ar> (Último acceso octubre de 2012).
- CRUCES, G. y WODON, Q. (2003): “Transient and chronic poverty in turbulent times: Argentina 1995-2002”. *Economic Bulletin*, 9 (3), págs. 1-12.
- CUADRADO ROURA, J.R. (2006): “El desarrollo de los estudios de Economía Regional en España”. *Revista de Estudios Regionales*, 75, págs.15-40.
- CUADRADO, J .R., y GARCÍA, B. (1995): “Las diferencias interregionales en España. Evolución y perspectivas”. En VV.AA.: *La economía española en un escenario abierto*. Madrid: Fundación Argentaría y Visor, págs. 151-96.

- DAVIES, J.B. y SHORROCKS, A.F. (1989): “Optimal grouping of income and wealth data”. *Journal of Econometrics*, 42, págs. 97-108.
- DAVIS, J.C. y HUSTON, J.H. (1992): “The shrinking middle-income class: A multivariate analysis”. *Eastern Economic Journal*, 18 (3), págs. 277-85.
- DAVIS, K. and MOORE, W. (1945): “Some principles of stratification”. *American Sociological Review*, 10, págs. 242-49.
- DEININGER, K. y SQUIRE, L. (1998): “New ways of looking at old issues: inequality and growth”. *World Bank Economics Review*, 57 (2), págs. 259-87.
- DELL’ARINGA C. y PAGANI, L. (2005): Collective Bargaining and Wage Dispersion. Disponible en : http://www.aiel.it/bacheca/ROMA/Free_contributions/Retribuzioni/dellAringa_pagani.pdf (Último acceso Mayo 2013).
- DE LA FUENTE (1992): “Histoire d’A: Crecimiento y Progreso Técnico”. *Investigaciones Económicas*, 16 (3), págs. 331-91.
- DE VOS, K. y ZAIDI, M.A. (1997). “Equivalence scale sensitivity of poverty statistics for the member states of the European Community” *Review of Income and Wealth*, 43 (3), págs. 319-34.
- DOLADO, J.J. y FELGUEROSO, F. (1997): “Los efectos del salario mínimo: Evidencia empírica para el caso español”. *Moneda y Crédito*, 204, págs. 213-54.
- DOLADO, J.J.; FELGUEROSO, F. y JIMENO, J.F. (1997): “The effects on minimum bargained wages on earnings: Evidence from Spain”. *European Economic Review*, 41 (3-5), págs. 713-21.
- DOLADO, J.J.; FELGUEROSO, F. y JIMENO, J.F. (2000): “The role of Minimum Wage in the Welfare State: An Appraisal”, en CERP Discussion paper 2452.
- DOMÍNGUEZ, J., NÚÑEZ, J.J. y RIVERA, L.F. (2004). “Trends in inequality and poverty in the EU from 1993 to 1999, using sets of different measures”. *28th General Conference of the International Association for Research in Income and Wealth (LARIW)*. Cork (Irlanda).
- DOMS, M.; DUNNE, T. y TROSKE, K. (1997): “Workers, Wages, and Technology”. *Quarterly Journal of Economics*, 112(1), págs. 253-90.

- DOUGHERTY, C.R.S. (1972): “Estimates of Labor Aggregation Functions”. *The Journal of Political Economy*, 80 (6), págs. 1101-19.
- DUCLOS, J.Y.; ESTEBAN, J.M. y RAY, D. (2004): “Polarization: Concepts, Measurement, Estimation”. *Econometrica*, 72, págs. 1737-72.
- DUNNE, T.; HALTIWANGER, J. y TROSKE, K. (1997): “Technology and Jobs: Secular Changes and Cyclical Dynamics”. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 46, págs. 107-178.
- DURO, J.A. y PADILLA, E. (2008): “Analysis of the international distribution of per capita CO₂ emissions using the polarization concept”. *Energy Policy*, 36, págs. 356-66.
- EASTERLY, W. (2001): “The middle class consensus and economic development”. *Journal of Economic Growth*, 6(4), págs. 317-35.
- EICHER T.S. y TURNOVSKY S.J. (Editores) (2003): *Inequality and Growth: Theory and Policy Implications*. Cambridge (MA): MIT Press.
- ELÍAS, V.J. (1978): “Sources of Economic Growth in Latin American Countries”. *The Review of Economics and Statistics*, 60 (3), págs. 362-70.
- ELÍAS, V.J. (1992): *Sources of Growth: A Study of Seven Latin American Economies*. San Francisco: International Center for Economic Growth.
- ESCRIBÁ, F.J. y MURGUI, M.J. (2001): “Tecnología Cambio Estructural y Convergencia en las Regiones Españolas (1980-1995)”. *Investigaciones Económicas*, 15 (2), págs. 335-57.
- ESTEBAN, J.M. (2002): *Polarización Económica en la Cuenca Mediterránea*. Centre de Recerca en Economia Internacional, N° 10.
- ESTEBAN J.M., GRADÍN C y RAY, D. (1999): *Extensions of a measure of polarization with and application to the income distribution of five OECD countries*. Luxembourg Income Study Working Paper Series 218, Maxwell School of Citizenship and Public Affairs Syracuse University.
- ESTEBAN, J.M. y MAYORAL, L. (2011): *Ethnic and Religious Polarization and Social Conflict*. Working Paper 528, Barcelona Economics Working Paper Series.

- ESTEBAN, J.M.; MAYORAL, L. y RAY, D. (2011): “Ethnicity and Conflict. An Empirical Study”. Disponible en: <http://www.iae.csic.es/investigadoresMaterial/a111212114603archivoPdf6500.pdf> (Último acceso diciembre 2012).
- ESTEBAN, J.M. y RAY, D. (1991): *On the measurement of polarization*. Institute for Economic Development Discussion Paper, nº 18.
- ESTEBAN, J.M. y RAY, D. (1993), “El concepto de polarización social y su medición”, in *La distribución de la renta, I Simposio sobre Desigualdad y Distribución de la Renta y la Riqueza*, vol. II. Fundación Argentaria, Madrid.
- ESTEBAN, J.M. y RAY, D., (1994). “On the measurement of polarization” *Econometrica*, 62 (4), págs. 819-51.
- ESTEBAN, J.M. y RAY, D. (2005): “A comparison of Polarization Measures” Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/1699/1/70007.pdf> (Último acceso diciembre 2012).
- ESTEBAN, J. y D. RAY (2008), “Polarization, Fractionalization and Conflict.” *Journal of Peace Research*, 45, págs. 163-82.
- ESTEBAN, J.M. y RAY, D. (2011): “Linking Conflict to Inequality and Polarization”. *American Economic Review*, 101 (4), págs. 1345-74.
- ESTEBAN, J.M., y VIVES, X. (Directores) (1994): *Crecimiento y convergencia en España y en Europa*. Barcelona: Instituto de Análisis Económico.
- EZCURRA, R. (2007): “Is Income Inequality Harmful for Regional Growth? Evidence from the European Union”. *Urban Studies*, 44, págs. 1953-71.
- EZCURRA, R. (2009): “Does income polarization affect economic growth? The case of European regions”. *Regional Studies*, 43 (2), págs. 267-85.
- EZCURRA, R.; GIL, C.; PASCUAL, P.; y RAPÚN, M. (2005): “Inequality, polarization and regional mobility in the European Union”. *Urban Studies*, 42 (7), págs. 1057-76.
- EZCURRA, R.; IRAIZOZ, B. y PASCUAL, P. (2009): “Total factor productivity, efficiency, and technological change in the European regions: a nonparametric approach”. *Environment and Planning A*, 41, págs. 1152-70.
- EZCURRA, R.; PASCUAL, P. y RAPÚN (2006): “Regional Specialization in the European Union”. *Regional Studies*, 40, págs. 601-16.

- FAGGIO, G., SALVANES, K. y VAN REENEN, J. (2007): *The Evolution of Inequality in Productivity and Wages: Panel Data Evidence*. CEP Discussion Paper No 821, London School of Economics.
- FABRICANT, S. (1954): “Economic Progress and Economic Change”, *34th Annual Report of the National Bureau of Economic Research*, Washington D.C.
- FALLON, P.R. y LAYARD P.R.G. (1975): “Capital-Skill Complementarity, Income Distribution, and Output Accounting”. *Journal of Political Economy*, 83 (2), págs. 279-301.
- FLUG, K.; y HERCOWITZ, Z. (2000): “Equipment Investment and the Relative Demand for Skilled Labor”. *Review of Economic Dynamics*, 3, págs. 461-85.
- FLORIDA, R. (2002): *The rise of the Creative Class. And how’s transforming work, leisure and everyday life*. New York: Basic Book.
- FOSTER, J.E., GREER, J. y THORBECKE, E. (1984). “A class of decomposable poverty measure”. *Econometrica*, 52, págs. 761-66.
- FOSTER, J. y WOLFSON, M. (1992): “Polarization and the Decline of the Middle Class: Canada and the US”. Mimeo, Vanderbilt University.
- FRANK, R.H. y COOK, P.J. (1995). *The winner-take-all society: Why the few at the top get so much more than the rest of us*. New York: Penguin.
- FREIRE-SERÉN, M.J. (2001): “Human Capital Accumulation and Economic Growth”. *Investigaciones Económicas*, 15 (3), págs. 585-602.
- FUNDACIÓN BBVA e IVIE (Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas). El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial y sectorial (1964-2011). Base de datos disponible en: http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/stock09/fbbva_stock08_index.html (Último acceso Junio de 2013).
- FUENTES, N.A. y FUENTES, M. (2010). “Polarización económica regional en México: 1980-2004”. *Cofactor*, 1 (2), págs. 7 a 22.
- GALOR, O. y ZEIRA, J. (1993): “Income Distribution and Macroeconomics”. *Review of Economic Studies*, 60, págs. 35-52.

- GARCÍA, C.; NÚÑEZ, J.J.; RIVERA, L.F.; y ZAMORA, A.I. (2002). “Análisis comparativo de la desigualdad a partir de una batería de indicadores. El caso de las Comunidades Autónomas españolas en el período 1973-1991”. *Estudios de Economía Aplicada*, 20 (1), págs. 137-54.
- GAY, A. (2009): “Productividad total de los factores y producto potencial: Argentina (1900-2008)”. En: XLIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política (Mendoza, Noviembre).
- GENNAIOLI, N.; LA PORTA, R.; LOPEZ-DE-SILANES, F. y SHLEIFER, A. (2013): “Human Capital and Regional Development”. *Quarterly Journal of Economics*, 128 (1), págs. 105-64.
- GIL, C.; PASCUAL, P.; y RAPÚN, M. (2002): “Structural change, infrastructure and convergence in the regions of the European Union”. *European Urban and Regional Studies*, 9, págs. 115-35.
- GOERLICH, F.J. (1994): “Comportamiento cíclico de la productividad en la industria: Shocks de oferta versus shocks de demanda”. *Investigaciones Económicas*, 18 (3), págs. 491-515.
- GOLDIN, C. y KATZ, L.F. (1998): “The Origins of Technology-Skill Complementarity”. *The Quarterly Journal of Economic*, 113 (3), págs. 693-732.
- GOLDIN, C. y KATZ, L.F. (2007): *The Race between Education and Technology: The Evolution of the U.S. Educational Wage Differentials, 1989 to 2005*. Working paper 12984, National Bureau of Economic Research.
- GOLDIN, C. y KATZ, L.F. (2008): *The Race between Education and Technology*. Cambridge: Harvard University Press.
- GOMBAU BERTOMEU, V. (2012): *Innovación, frontera tecnológica y capacidad absorptiva: El papel de las externalidades del conocimiento*. Tesis Doctoral, Departamento de Economía de la Universitat Rovira i Virgili, en línea. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/96330> (Último acceso Julio 2013).
- GOTTSCHALK, P. y SMEEDING, T. (1997): “Cross-National Comparisons of Earnings and Income Inequality”. *Journal of Economic Literature*, 35 (2), págs. 633-87.
- GRADÍN, C. (2000), “Polarization by sub-populations in Spain, 1973-91”, *Review of Income and Wealth*, 46 (4), págs. 457-74.

- GRADÍN, C. y ROSSI, M. (2000), “Polarización y Desigualdad Salarial en Uruguay, 1986-1997”, *El Trimestre Económico*, 267, LXVII (3), págs. 421-43.
- GREEN, F.; FELSTEAD, A. y GALLIE, D. (2003): “Computers and the changing skill-intensity of jobs”. *Applied Economics*, 35, págs. 1561–76.
- GRIFFITH, R.; REDDING, S. y VAN REENEN, J. (2004): “Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries”. *Review of Economics and Statics*, 86 (4), págs. 883-95.
- GRILICHES, Z. (1969): “Capital-Skill Complementarity”. *The Review of Economics and Statics*, 51 (4), págs. 465-68.
- GRILICHES, Z. (1994): “Productivity, R&D, and the data constraint”. *American Economic Review*, 84 (1), págs. 1–23.
- GROSSMAN, G.M y HELPMAN, E. (1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*. Massachusetts: MIT Press.
- GROWIEC, J. (2009): “On the Measurement of Technological Progress Across Countries”. MPRA Paper 11605, University Library of Munich. Disponible en: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/19321/1/MPRA_paper_19321.pdf (Último acceso Marzo 2010).
- GRUBB, W.N. y WILSON, R.H. (1989): “Sources of increasing inequality in wages and salaries, 1960-1980”. *Monthly Labor Review*, 112 (4), págs. 3-13.
- GUMBAU-ALBERT, M. y MAUDOS, J. (2006): “Technological activity and the productivity in the Spanish regions”. *The Annals of Regional Science*, 40 (1), págs. 55-80.
- HAGENAARS, A.J.M. y VAN PRAAG, B. (1985). “A synthesis of poverty line definitions”. *Review of Income and Wealth*, 31, págs. 139-54.
- HALL, R.E. (1968): “Technical Change and Capital from the Point of View of the Dual”. *Review of Economic Studies*, 35, págs. 35-46.
- HALL, R.E. y JONES, C. I. (1999): “Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?” *Quarterly Journal of Economics*, 114(1), págs. 83–116.
- HAMERMESH, D.S. (1993): *Labour demand*. Princeton: Princeton University Press.

- HANUSHEK, E.A (1986): “The economics of schooling: Production and Efficiency in Public Schools”. *Journal of Economic Literature*, 49(3), págs. 1141-77.
- HANUSHEK, E.A. y WOESSMANN, L. (2007): *The role of education quality for economic growth*. Policy Research Working Paper Series 4122, The World Bank.
- HASKEL, J.E y SLAUGHTER, M.J. (1998): *Does the sector bias of skill-biased technical change explain changing wage inequality?* Working Paper 6565, NBER.
- HICKS, J. R. (1960): “Thoughts on the Theory of Capital – The Corfu Conference”. *Oxford Economic Papers*, 12 (2), págs. 123-32.
- HICKS, J. R. (1973): *La teoría de los salarios*. España: Editorial Labor.
- HIDALGO, M.A. (2010): “A demand-supply analysis of the Spanish education wage premium”. *Revista de Economía Aplicada*, 54 (18), págs. 57-78.
- HIERRO, M. y MAZA, A. (2009): “Structural shifts in the dynamics of the European income distribution”. *Economic Modelling*, 26, págs. 733-39.
- HIRSCH, P. y SOUCEY, M. (2006): “Organizational restructuring and its consequences: Rhetorical and structural”. *Annual Review of Sociology*, 32, págs. 171-89.
- HORRIGAN, M. W. y HAUGEN S. E. (1988): “The declining middle-class thesis: a sensitivity analysis”, *Monthly Labor Review*, 111 (5), págs. 3-13.
- HUSSAIN, M.A. (2009): “The sensitivity of income polarization.” *Journal of Economic Inequality*, 7 (3), págs. 207-23.
- ILLERA, C.R. (2003): *Productividad, eficacia y cambio técnico en las empresas de Europea con especial referencia a España*. España: Editorial Centro de Estudios Ramón Aceres S.A.
- ISLAM, N. (1995): “Growth Empirics: A Panel Data Approach”. *Quarterly Journal of Economics*, 110, págs. 1127-70.
- JAMISON, E.A.; JAMISON, D.T. y HANUSHEK, E.A. (2007): “The effects of education quality on income growth and mortality decline”. *Economics of Education Review*, 26(6), págs. 771-88.
- JAUMANDREU, J. (1987): “Producción, empleo, cambio técnico y costes relativos en la industria española, 1964-85”. *Investigaciones Económicas*, 9 (3), págs. 427-61.

- JENKINS, S.P. y LAMBERT, P.J. (1997): “Three ‘T’s of poverty curves, with an analysis of UK poverty trends”. *Oxford Economic Papers*, 49, pp. 317-27.
- JIMENO, J.F.; IZQUIERDO, M. y HERNANZ, V. (2001): “La desigualdad salarial en España: Descomposición y Variación por nivel de salarios”. *Papeles de Economía Española*, No. 88, págs. 113-24.
- JOHNSON, G. (1997): “Changes in Earnings Inequality: The Role of Demand Shifts”. *Journal of Economic Perspectives*, 11(2), págs. 41–54.
- JONES, C.I. (2000): *Introducción al crecimiento económico. Primera Edición*. México: Pearson Educación.
- JORGENSON, D.W. y GRILICHES, Z. (1967): “The Explanation of Productivity Change”. *Review of Economic Studies*, 34, págs. 249-82.
- KAHN, J.A. y LIM, J.S. (1998): “Skilled Labor-Augmenting Technical Progress in U.S. Manufacturing”. *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), págs. 1281-308.
- KAKWANI, N.C. (1980). *Income Inequality and Poverty: Methods of Estimation and Policy Applications*. Oxford University Press.
- KATZ, L.F. y AUTOR, D.H. (1999): “Changes in the Wage Structure and Earnings Inequality”. En Ashenfelter y Card (Editores): *Handbook of labor economics*, vol. 3A, Amsterdam: Elsevier Science, págs. 1463–555.
- KATZ, L.F. y MURPHY, K.M. (1992): “Changes in Relative Wages, 1963-1987: Supply and Demand Factors”. *Quarterly Journal of Economics*, 107 (1), págs. 35-78.
- KENDRICK, J. (1956): “Productivity Trends: Capital and Labour”. *Review of Economics and Statics*, 38 (3), págs. 248-57.
- KENNEDY, C. (1964): "Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution". *Economic Journal*, 74(295), págs. 541-47.
- KIM, C.H. y SAKAMOTO, A. (2008): “Does inequality increase productivity? Evidence from U.S. Manufacturing Industries, 1979 to 1996”. *Work and Occupations*, 23 (1), págs. 85-114.

- KLENOW, P.J. y RODRÍGUEZ-CLARE, A. (1997): “The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far?” En Bernanke y Rotemberg (Editores): *NBER macroeconomics annual 1997*. Cambridge: MIT Press, págs. 73–103.
- KRUEGER, A.B. y LINDAHL, M. (2001): “Education for growth: Why and for whom?” *Journal of Economic Literature*, 39, 1101-36.
- KRUGMAN, P. (1995): “Growing world trade: causes and consequences”. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, págs. 327–62.
- KRUSELL, P.; OHANIAN, L.E.; RÍOS RULL, J.V. y VIOLANTE, G. (2000): “Capital-Skill Complementarity and Inequality: A Macroeconomic Analysis”. *Econometrica*, 68 (5), págs. 1029-53.
- KUTTNER, B. (1983): “The Declining Middle”. *The Atlantic Monthly*, Julio, págs. 60-72.
- KUZNETS, S. (1973): “Modern Economic Growth: Findings and Reflections.” *American Economic Review*, 63(3), págs 247-58.
- LAMBERT, P.J. y ARONSON, J.R. (1993): “Inequality Decomposition Analysis and the Gini Coefficient Revisited.” *The Economic Journal*, 103 (420), págs. 1221-27.
- LANDMANN, O. y JERGER, J. (1993): “Unemployment and the Real Wage Gap: A Reappraisal of the German Experience”. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 129 (4), págs. 689-717.
- LASSO DE LA VEGA, M.C. y URRUTIA, A.M. (2006): “An alternative formulation of the Esteban-Gradín-Ray Measure of Polarization.” *Journal of Income Distribution*, 15, págs. 42-54.
- LEE, Y. y SHEN, D. (2011): “Income Polarization and Crime: A Generalized Index and Evidence from Panel Data”. Disponible en: http://www-personal.umich.edu/~yoolee/research/Polarization_LeeShin.pdf (Último acceso marzo 2011).
- LEVY, F. (1987): *Dollars and dreams: The changing American income distribution*. Russell Sage Foundation: New York
- LEVY, F. y MURNANE, R.J. (1992): “U.S. Earnings Levels and Earnings Inequality: A Review of Recent Trends and Proposed Explanations.” *Journal of Economic Literature*, 30(3), págs. 1333-81.

- LINCOLN, J.R. y KALLEBERG, A.L. (1990): *Culture, control and commitment: A study of work organization and work attitudes in the United States and Japan*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- LÓPEZ-BAZO, E. (2003): “Growth and convergence across economies: The experience of the European regions”. En Fingleton, Eraydin y Paci (Editores): *Regional Economic Growth, SMEs and the Wider Europe*, Aldershot: Ashgate, págs. 49-74.
- LÓPEZ-BAZO E.; VAYÁ E. y ARTÍS A. (2004): “Regional externalities and growth: Evidence from European regions”. *Journal of Regional Science*, 44, págs. 43-73.
- LOVE, R. y WOLFSON, M.C. (1976): “Income inequality: statistical methodology and Canadian illustrations”. Catálogo Ocasional n° 13-559, Statistics Canada, Ottawa.
- LLOYD-ELLIS, H. (2003): “On the impact of inequality on productivity growth in the run and long term: A synthesis”. *Canadian Public Policy*, 29, S65-S86.
- LUCAS, R. (1988): “On the Mechanics of Development”. *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), págs. 3-42.
- MACHIN, S. y VAN REENEN, J. (1998): “Technology and changes in skill structure: Evidence from seven OECD countries”. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), págs. 1215-44.
- MAJCHROWSKA, A. y ZOLKIEWSKI, Z. (2012): “The impact of minimum wage on employment in Poland”. *Investigaciones Regionales*, 24, págs. 211-39.
- MANKIW, N.G.; ROMER, D. y WEIL, D.N. (1992): “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”. *Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), págs. 407-37.
- MANKIW, N.G. (2004): *Macroeconomía (4^a. Edición)*. Barcelona: Antoni Bosch.
- MAÑÉ, F. (2001): *Cambio tecnológico y cualificaciones en la industria española: Una aproximación estructural*. Tesis Doctoral, Departamento de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona, en línea. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/3984> (Último acceso agosto de 2013).
- MARTÍN, C. (1997): *España en la nueva Europa*. Madrid: Alianza Editorial.

- MARTÍNEZ-ROS, E. (2001): “Wages and Innovations in Spanish Manufacturing Firms”, *Applied Economics*, 33 (1), págs. 81-89.
- MÁS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F. y URIEL, E. (1994a): “Disparidades regionales y convergencia de las comunidades autónomas españolas”. *Revista de Economía Aplicada*, 2, págs. 129-48.
- MÁS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F. y URIEL, E. (1994b): “Capital público y productividad de las regiones españolas”. *Moneda y Crédito*, 198, págs. 163-95.
- MÁS, M.; MAUDOS, J.; PÉREZ, F. y URIEL, E. (1998): “Public capital, productive efficiency and convergence in the Spanish Regions”. *The Review of Income and Wealth*, 44, págs. 383-96.
- MÁS, M. y PÉREZ, F. (1990): *Los determinantes de la evolución de la Productividad en España*, Working Paper Serie EC 90 01, IVIE.
- MÁS, M.; PÉREZ, F.; URIEL, E.; BENAGES, E.; CUCARELLA, V.; ROBLEDO, J.C. y SERRANO, L. (2008): “El stock y los servicios del capital en España y su distribución territorial”. Fundación BBVA e IVIE. Disponible en: http://www.fbbva.es/TLFU/dat/stock_servicios_capital_1964-2007.pdf (Último acceso Marzo 2010).
- MÁS IVARS, M. y QUESADA IBÁÑEZ, J. (2005): *Las nuevas tecnologías y el crecimiento económico en España*. España: Fundación BBVA.
- MÁS IVARS, M. y ROBLEDO DOMÍNGUEZ, J.C. (2010): *Productividad. Una perspectiva internacional y sectorial*. España: Fundación BBVA.
- MAUDOS, J.; PASTOR, J.M. y SERRANO (1998a): “Convergencia en las regiones españolas: cambio técnico, eficiencia y productividad”. *Revista Española de Economía*, 15, págs. 235-64.
- MAUDOS, J.; PASTOR, J.M. y SERRANO (1998b): “Fronteras de producción eficientes. Una réplica”. *Revista Española de Economía*, 15, págs. 273-79.
- MAUDOS, J.; PASTOR, J.M. y SERRANO, L. (2000): “Crecimiento de la productividad y su descomposición en progreso técnico y cambio de eficiencia”: Una aplicación sectorial y regional en España (1964-93)”. *Investigaciones Económicas*, 14 (1), págs. 177-205.
- MEHMET, E. (2010): “Population heterogeneity and Growth”. *Economic Modelling*, 27 (5), págs. 1211-22.

- MELONI, O. (1999): “Crecimiento potencial y productividad en la Argentina: 1980-1997”. Disponible en:
<http://128.118.178.162/eps/dev/papers/0503/0503001.pdf>
(Último acceso diciembre de 2012).

- MODREGO, F; CELIS, X. y BERDEGUÉ, J.A. (2008): *Polarización étnica de los ingresos rurales en el sur de Chile*. Documento de Trabajo N°15. RIMISP. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Disponible en:
http://www.rimisp.org/FCKeditor/UserFiles/File/documentos/docs/pdf/DTR/Modrego_Celis_Berdegue_polarizacion.pdf
(Último acceso marzo 2010).

- MORRIS, M. y WESTERN, B. (1999): “Inequality in earnings at the close of twentieth century”. *Annual Review of Sociology*, 25, págs. 623-57.

- MURO, J. (1980): *El cambio técnico como motor de la economía española: Una aplicación a las agricultura española*. Tesis Doctoral, Departamento de Estadística y Econometría de la Universidad Complutense de Madrid, en papel.

- NATICCHIONI, P.; RICCI, A. y RUSTICHELLI, E. (2008): “Wage Inequality, Employment Structure and Skill-biased Change in Italy”. *Labour*, 22 (Special Issue), págs. 27-51.

- NEVEN, D. y GOUYETTE, C. (1995): “Regional Convergence in the European Community”. *Journal of Common Market Studies*, 33, págs. 47-65.

- NELSON, R.R., y PHELPS, E.S. (1966): “Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth”. *American Economic Review*, 56, págs 69-75.

- NORDHAUS, W.D. (1969): “An Economic Theory of Technological Change”. *American Economic Review*, 59 (2), págs. 18-28.

- NÚÑEZ VELÁZQUEZ, J.J. (2006): “La desigualdad económica medida a través de las curvas de Lorenz”. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 2, págs. 67-108.

- NÚÑEZ, J.J. y ALFARO, A.K. (2009): “Análisis de la estructura salarial en España por niveles educativos, con especial referencia a la Comunidad de Madrid”. Consejería de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid.

- OAKEY, R.P. (1984): *High technology small firms*. Londres: Ed. Frances Pinter.

- OAKLEY, R.P. (1985): “High technology industries and agglomeration economies”. En Hall y Mankiew (Editores): *Silicon Landscapes*. Boston: Allen and Unwin.
- OECD (2001): Measuring Productivity. Measurement of aggregate and industry-level productivity growth. Disponible en: <http://www.oecd.org/std/productivitystatistics/2352458.pdf> (Último acceso octubre de 2012).
- OECD (2004): Employment Protection Regulation and Labour Market Performance. Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/8/4/34846856.pdf> (Último acceso Mayo 2013)
- OECD (2010): Employment Outlook 2010. Disponible en: http://www.oecd.org/document/46/0,3746,en_2649_37457_40401454_1_1_1_37457,00.html (Último acceso Mayo 2013)
- OECD (2010): Economic Surveys: Spain, December 2010. <http://www.oecd.org/dataoecd/33/22/46654901.pdf> (Último acceso Mayo 2013)
- OSBERG, L. (1995): “The equity/Efficiency Trade-off in retrospect”. *Canadian Business Economics*. Spring, págs. 5-19.
- PACI, R. (1997): “More Similar and Less Equal: Economic Growth in the European Regions”. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 133, págs. 609-34.
- PARAJE, G. (2001). “Inequality, Welfare and Polarization in Greater Buenos Aires, 1986-1999”. Disponible en: <http://www.lacea.org/meeting2001/paraje.pdf> (Último acceso diciembre 2012).
- PAZ, J.A. y PISELLI, C. (2000). “Desigualdad de Ingresos y Pobreza en Argentina”. *Anales de la AAEP*. Disponible en: <http://www.aaep.org.ar> (Último acceso diciembre 2012).
- PENA, J.B. (Dir.); CALLEALTA, F.J.; CASAS, J.M.; MEREDIZ, A. y NÚÑEZ, J.J. (1996): *Distribución Personal de la Renta en España*. Madrid: Ed. Pirámide.
- PEÑA SÁNCHEZ, A.R. (2008): “Las disparidades económicas territoriales en España: Contribución de los factores productivos al crecimiento regional, 1980-2004”. *Tribuna de Económica ICE*, 844, págs. 205-18.

- PÉREZ, F.; GOERLICH, F. y MÁS, M. (1997): *Capitalización y crecimiento en España y sus regiones 1955-95*, Fundación BBVA.
- PÉREZ GONZÁLEZ, P. (1999): “La estructura del crecimiento regional: Santander, 1913-1930”. *Revista de Historia Económica*, 17(1), págs. 119-48.
- PÉREZ-SEBASTIÁN, F. (2008): *Testing Capital-Skill complementarity across sectors in a panel of Spanish regions*. Working Paper Serie EC 08-11, IVIE.
- PERSSON, T. y TABELLINI, G. (1994): “Is Inequality Harmful for Growth? Theory and Evidence”. *American Economic Review*, 84, págs. 600-21.
- PERUGINI, C. y MARTINO, G. (2008): “Income inequality within European regions: Determinants and effects on growth”. *Review of Income and Wealth*, 54 (3), págs. 373-406.
- PICAZO, A. y REIG, E. (1990): *Mecanización y sustitución de factores productivos en la agricultura valenciana*. Working Paper Serie EC 90 02, IVIE.
- PIJOAN-MAS, J. y SÁNCHEZ MARCOS, V. (2009): *Spain is Different: Falling Trends of Inequality*. Working Paper N° 0910, CEMFI.
- POGGI, A. y SILVER, J. (2010): “On the polarization and mobility: A look at polarization in the wage-career profile in Italy”. *Review of Income and Wealth*, 56 (1), págs. 123-40.
- PRESCOT, E. (1998): “Needed: a theory of total factor productivity”. *International Economic Review*, 39, págs. 525-53.
- PRIETO, J.; RODRÍGUEZ, J.G. y SALAS, R. (2003): *Polarization, Inequality and Tax Reform*. Documento de Trabajo 2003-23, FEDEA.
- RAVALLION, M. (2009): *The Developing World's Bilging (but Vulnerable) Middle Class*. Working Paper No. 4816, World Bank.
- RAYMOND, J.L., y GARCÍA GRECIANO, B. (1999): “Las disparidades regionales y la hipótesis de convergencia: Una revisión”. *Papeles de Economía Española*, 59, págs. 37-58.
- RODRIGO ILLERA, C. (2003): *Productividad, eficacia y cambio técnico en las empresas de Europa: con especial referencia a España*. Madrid (España): Editorial Centro de Estudios Ramón Areces S.A.

- RODRÍGUEZ, J.G. y SALAS, R. (2003): “Extended bi-polarization and inequality measures”. *Research on Economic Inequality*, 9, págs. 69-83.
- RODRÍGUEZ-POSE, A. y FRATESI, U. (2004): “Between development and social policies: The impact of European Structural Funds in Objective 1 regions”. *Regional Studies*, 38, págs. 97-113.
- RODRÍGUEZ-POSE, A. y TSELIOS, V. (2008): *Education and income inequality in the regions of the European Union*. Spatial Economics Research Centre (SERC) Discussion Papers, SERCDP0011. London School of Economics and Political Science.
- RODRÍGUEZ-POSE, A. y VILALTA-BUFI, M. (2005): “Education, migration, and job satisfaction: the regional returns of human capital in the EU”. *Journal of Economic Geography*, 5, págs. 545-66.
- ROJAS, J.A. (1998): “El sistema de pensiones y las proyecciones de población: Una evaluación cuantitativa”. *Cuadernos Económicos de ICE*, 64, págs. 171-88.
- ROMER, P. (1986): “Increasing Returns and Long-Run Growth”. *Journal of Political Economy*, 95 (4), págs. 1002-37.
- ROMER, P. (1990): “Endogenous Technological Change”. *The Journal of Political Economy*, 98 (5), págs. S71-S102.
- ROMER, P. (1993): “Idea gaps and object gaps in economic development”. *Journal of Monetary Economics*, 32 (3), págs. 543-73.
- ROMER, P. (1994): “The Origins of Endogenous Growth”. *The Journal of Economic Perspectives*, 8 (1), págs. 3-22.
- ROSENTHAL, N.H. (1985): “The shrinking middle class: Myth or Reality”. *Monthly Labor Review*, 108(3), págs. 3-10.
- RUIZ ARRANZ, M. (2001): *Wage inequality and Information Technology*. Working Paper, Harvard University.
- RUIZ ARRANZ, M. (2002): “Wage Inequality in the U.S.: Capital–Skill Complementarity vs. Skill-Biased Technological Change”. Unpublished Paper.
- SAKAMOTO, A. y CHEN, M.D. (1993): “Earnings inequality and segmentation by firms size in Japan and the United States”. *Research in Social Stratification and Mobility*, 12, págs. 185-211.

- SALA, H. (2009): "Institutions, capital stock and wage setting in Spain". *Applied Economics*, 41 (6), págs. 779-89.
- SALA-I-MARTIN, X. (2000): *Apuntes de crecimiento económico. 2da Edición*. Barcelona: Antoni Bosch.
- SALTER, W. (1986): *Productividad y Cambio Técnico*. Madrid (España): Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.
- SAMUELSON, P.A. (1965): "A Theory of Induced Innovation along Kennedy-Weisacker Lines". *Review of Economics and Statistics*, 47(4), págs. 343-56.
- SAMUELSON, P.A. (1966): "Rejoinder: Agreements, Disagreements, Doubts, and the Case of Induced Harrod-Neutral Technical Change". *Review of Economics and Statistics*, 48(4), págs. 444-48.
- SASTRE GUTIERREZ, M. y REY, S.J. (2008): "Polarización espacial y dinámicas de la desigualdad interregional en México". *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 39 (155), págs. 182-204.
- SATO (1967): "*A Two-Level Constant-Elasticity-of-Substitution Production Function*". *The Review of Economic Studies*, 34 (2), págs. 201-18.
- SATO, R. y KOIZUMI, T. (1973): "*On the Elasticities of Substitution and Complementarity*". *Oxford Economic Papers*, 25 (1), págs. 44-56.
- SCHMOOKLER, J. (1952): "The Changing Efficiency of the American Economy". *Review of Economics and Statics*, 34 (3) , págs. 214-31.
- SCHULTZ, T. (1961): "Investment in Human Capital". *American Economic Review*, 51(1), págs 1-17.
- SEGURA, J. (1969): *Función de producción, macrodistribución y desarrollo*. Madrid (España): Editorial Tecnos.
- SEGURA, J. (1972): "¿Se puede hacer algo con la función de producción neoclásica en España?" *Anales de economía*, 16, págs. 31-45.
- SEGURA, J.; y otros (1989): *La industria española en la crisis 1978/1984*. Madrid: Alianza Editorial.

- SEGURA, J., y MARTÍN (1989): “Funciones de producción: una estimación para la industria española, 1964-1985”. *XIV Simposio de Análisis Económico*, Barcelona (España).
- SEN, A.K. (1976). “Poverty: An ordinal approach to measurement”. *Econometrica*, 44, págs. 219-31.
- SERRANO, L. (1996): “Indicadores de Capital humano y productividad”. *Revista de Economía Aplicada*, 10 (4), págs. 177-90.
- SERRANO, G. (2000): “Economías externas y productividad del trabajo”. *Revista de Economía Aplicada*, 24(3), págs. 105-35.
- SERRANO, L. y SOLER, A. (2008): Metodología para la estimación de las series de capital humano (1964-2007). Disponible en: <http://www.ivie.es/downloads/caphum/2007/metodologia.pdf> (Último acceso noviembre 2010).
- SERRANO, L. (1995): *Indicadores de Capital Humano y Productividad*. Working Paper Serie EC 95-16, IVIE.
- SHAPIRO, J.M. (2006): “Smart Cities: Quality of Life, Productivity, and the Growth Effects of Human Capital”. *Review of Economics and Statistics*, 88, págs. 324-35.
- SHIBATA, H. (2001): “Productivity and skill at a Japanese transplant and its parent company”. *Work and Occupations*, 28, págs. 234-60.
- SHORROCKS, A.F. (1983). “Ranking Income Distribution”. *Economica*, 50, págs. 1-17.
- SCHUMPETER, J.A. (1934): *The Theory of Economic Development*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- SCHUMPETER, J.A. (1939): *Business Cycles*. New York: Mc Graw Hill.
- SCHUMPETER, J.A. (1978): *Teoría del desenvolvimiento económico: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*. 5ta. Edición. México: Fondo de Cultura Económica.
- SCHUMPETER, J.A. (1989): *Essays on entrepreneurs, innovations, business cycles and the evolution of capitalism*. New Jersey: Transactions Publishers.

- SOLOW, R.M. (1956): “A Contribution to the Theory of Economic Growth”. *Quarterly Journal of Economic*, 70 (1), págs. 65-94.
- SOLOW, R.M. (1957): “Technical Change and Aggregate Production Function”. *Review of Economics and Statics*, 39 (3), págs. 191-203.
- SOSVILLA-RIVERO, S. y HERCE J.A. (2004): *La política de cohesión europea y la economía española. Evaluación y prospectiva*. Documento de Trabajo 2004-20R, FEDEA.
- SOSVILLA-RIVERO, S. y ALONSO MESEGUER (2005): “Estimación de una función de producción MRW para la economía española, 1910-1995”. *Investigaciones Económicas*, 29 (3), págs. 609-24.
- STIGLER, G.J. (1946): “The Economics of Minimum Wage Legislation”. *American Economic Review*, 36, págs. 358-65.
- SUMMERS, R. y HESTON, A. (1991): “The Penn World Table (Mark 5): An expanded set of international comparisons, 1955-1988”. *Quarterly Journal of Economics* (May), págs. 327-68.
- TAKEUCHI, H. (1985): *Motivation and productivity*. En Throw (Editor): *The management challenge: Japanese views*, Cambridge: MIT Press, págs. 18-30.
- THUROW, L.C. (1984): “The disappearance of middle class”. *New York Times*, February.
- TODTLING, F. (1990): “Spatial differentiation of innovation. Locational and structural factors: 31 results of an Austrian study”. En Bergman, Maier y Todtling, (Editores): *Regions reconsidered. Economic networks, innovation and local development in industrialized countries*. London: Mansell.
- TORRES, V.X. (2002): “Dispersión salarial y cambio tecnológico en la industria española”. *Investigaciones Económicas*, 26 (3), págs. 551-71.
- UNCTAD (2010): *Creative Economy. Report 2010*. UNDP-UNCTAD, Geneva-New York.
- UNEL, B: (2007): *Analyzing Skilled and Unskilled Labor Efficiencies in US*. Working Paper 2007-11, Louisiana State University.
- UZAWA, H. (1961): "Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium". *Review of Economic Studies*, 28 (2), págs. 117-24.

- UZAWA, H. (1965): "Optimal Technical Change in Aggregative Model of Economic Growth". *International Economic Review*, 6 (1), págs. 18-31.
- VAN BEVEREN, I. (2010): "Total Factor Productivity Estimation: A Practical Review". *Journal of Economic Survey*, 26 (1), págs. 98-128.
- VELAZQUEZ, F.J. (1995): "La convergencia desde el punto de vista de la eficiencia". *Papeles de Economía Española* 63 (3), págs. 126-45.
- VV. AA. (1995). *La economía española en un escenario abierto*. Madrid (España): Visor.
- VIOLLAZ, M. (2008): *Polarización de ingresos laborales: Argentina 1992–2006*. Documento de Trabajo 70, CEDLAS.
- WAKELIN, K. (2001) "Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms". *Research Policy*, 30, 1079-90.
- WEISS, M. y GARLOFF, A. (2005): *Skill-biased technological change and endogenous benefits: the dynamics of unemployment and wage inequality*. Working Paper 05-08, Research Group Heterogeneous Labor, University of Konstanz/ZEW Mannheim.
- WELCH, F. (1999): "In defense of inequality". *American Economic Review*, 89, págs. 1-17.
- WOLFSON, M.C. (1994). "When Inequalities Diverge". *American Economic Review*, 84, págs. 353-58.
- YOUNG, A. (1995): "The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the East Asian growth experience". *Quarterly Journal of Economics*, 110(3), págs. 641–80.