

---

**Universidad de Valladolid**

**Facultad de Ciencias  
Económicas y Empresariales**

**Trabajo Fin de Grado**

**Grado en Economía**

**Capital humano y crecimiento  
económico**

Presentado por:

***José María Pérez Castro***

Tutelado por:

***Julio López Díaz***

*Valladolid, 8 de Julio de 2025*

## RESUMEN

Este trabajo realiza un estudio teórico y empírico de los nexos que hay entre el capital humano y el crecimiento económico. Para ello realizaremos un estudio de la teoría del capital humano y principales aportaciones de diversos autores. Seguidamente estudiaremos dos modelos de crecimiento económico que utilizan el capital humano para explicar el crecimiento, en concreto, el modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992) y el modelo de Lucas (1988). Después se hará un repaso de las principales aportaciones en la medición del capital humano y de los indicadores que sirven para medirlo. Pondremos una especial atención a las especificaciones utilizadas por el IVIE y por los datos del gasto en educación publicados por el INE y por el Ministerio de Educación. Por último, haremos un análisis empírico de la situación que nos encontramos en España a nivel regional, analizando los diferentes PIB y PIB per cápita en la dimensión económica y el esfuerzo inversor que realizan las comunidades autónomas en materia educativa además de los diferentes niveles de formación alcanzados por la población en las diferentes comunidades autónomas. También analizaremos el valor de capital humano de cada comunidad autónoma. Finalmente engarzaremos todos estos indicadores a través de correlaciones para concluir que el capital humano es un motor de crecimiento económico.

*Palabras clave:* Crecimiento económico, PIB, capital humano, valor económico del capital humano.

Códigos JEL: B22, E13, E24, I22, J24, O11, O18, R11

## ABSTRACT

This paper presents a theoretical and empirical study of the links between human capital and economic growth. To this end, we will explore human capital theory and the main contributions of various authors. We will then examine two economic growth models that use human capital to explain growth, specifically the Mankiw, Romer, and Weil (1992) model and the Lucas (1988) model. We will then review the main contributions to the measurement of human capital and the indicators used to measure it. We will pay special attention to the specifications used by the IVIE (National Institute of Statistics and Geography) and the education spending data published by the INE (National Institute of Statistics and Geography) and the Ministry of Education. Finally, we will conduct an empirical analysis of the situation in Spain at the regional level, analyzing the different GDP and GDP per capita levels in the economic dimension and the investment efforts made by the autonomous communities in education, as well as the different levels of education achieved by the population in the different autonomous communities. We will also analyze the value of human capital in each autonomous community. Finally, we will connect all these indicators through correlations to conclude that human capital is a driver of economic growth.

*Key words:* Economic growth, GDP human capital, economic value of human capital.

JEL codes: B22, E13, E24, I22, J24, O11, O18, R11

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.</b> .....	5
1.1. Importancia del tema objeto de estudio. ....	5
1.2. Interés personal en la materia. ....	5
1.3. Objetivos y estructura del trabajo. ....	6
<b>2. TEORÍA DEL CAPITAL HUMANO</b> .....	7
<b>3.APROXIMACIÓN TEÓRICA</b> .....	11
3.1 Historia .....	11
3.2 Modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992) .....	13
3.2.1 Introducción .....	13
3.2.2 Resolución del modelo .....	16
3.3 Modelo de crecimiento óptimo de Lucas .....	18
3.3.1 Introducción .....	18
3.3.2 Planteamiento: familias productoras .....	19
3.3.3 Resolución del problema:.....	22
<b>4.FORMAS DE MEDIR EL CAPITAL HUMANO</b> .....	28
4.1 Revisión de trabajos que miden el capital humano.....	29
4.2. Indicadores del capital humano .....	32
4.3 Principales bases de datos y formas de medir el capital humano .....	33
4.3.1 Comisión Europea.....	33
4.3.2 Eurostat.....	33
4.3.3 OCDE .....	33
4.3.4 Banco Mundial .....	33
4.3.5 Banco de España .....	34
4.4. El capital humano en España, el IVIE: .....	34
<b>5. CAPITAL HUMANO Y CRECIMIENTO ECONOMICO EN LAS CCAA.</b> .....	37
5.1 Indicadores de Crecimiento Económico .....	38
5.2 Indicadores de Capital humano .....	42
5.3 Correlación entre el capital humano y crecimiento económico .....	51
5.4. Desigualdad regional en España. Estudio de la sigma-convergencia:.....	55
<b>5. CONCLUSIONES.</b> .....	56
<b>BIBLIOGRAFIA:</b> .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1: Evolución del stock de capital humano corregido en (%). 2002-23.....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 2: CCAA. PIB Nominal. Miles de euros. Año 2023.....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 3: CCAA. PIB nominal per cápita. Año 2023.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 4: CCAA. PIB nominal. Tasa acumulada de crecimiento 2000-2023 .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 5: CCAA. PIB nominal per cápita. Tasa de crecimiento 2000-2023.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 6: CCAA. Formación población de 16 a 64 años (%). Nivel 3-4. 2023.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 7: CCAA. Formación de la población 16 a 64 años (%). Nivel 5-8. 2023.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 8: CCAA. Valor del capital humano en millones de euros. Año 2018 .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 9: CCAA. Valor del capital humano per cápita. Año 2018.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 10: Gasto Público en educación por cobertura económica incluidos capítulos financieros en miles de euros. Año 2023.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 11: CCAA. Gasto Público en educación por cobertura económica excluidos capítulos financieros en miles de euros. Año 2023.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 12: Gasto ejecutado en educación por alumno en las CCAA en euros incluidos capítulos financieros. Año 2023. ....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 13: Gasto ejecutado en educación por alumno en las CCAA en euros excluidos capítulos financieros. Año 2023. ....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 14: CCAA. Puntuación informe PISA en la prueba de lectura. 2022 .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 15: Puntuación informe PISA en la prueba de matemáticas. 2022 .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 16: Puntuación obtenida por CCAA en el informe PISA en la prueba de ciencias. Año 2022.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 17: CCAA. Correlación entre la media del PIB Nominal per cápita y la media del gasto ejecutado en educación por alumno. Periodo 2000-2023.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 18: CCAA. Correlación entre la media PIB nominal per cápita y la media del valor del capital humano per cápita en euros corrientes. 2000-18.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 19: Correlación entre la media del PIB per cápita y la media de la población con educación secundaria en las CCAA. Periodo 2004-2021 .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 20: Correlación entre la media del PIB Nominal per cápita y la media de población con educación terciaria para las CCAA. Periodo 2004-2021 .....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 21: Tipología regional según la evolución del PIB per cápita y del gasto ejecutado en educación por alumno. Periodo 2000-2023. ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 22: CCAA. Conclusión de indicadores. ....</b>	<b>57</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El presente trabajo, tiene por objetivo analizar cómo el desarrollo del capital humano puede influir en el crecimiento económico. El crecimiento económico es uno de los temas más relevantes de la ciencia económica. Comprender por qué unas economías se desarrollan más que otras o qué factores se encuentran detrás del crecimiento ha sido es y será una preocupación para muchos. De acuerdo con esto, el capital humano ha cobrado una especial relevancia al reconocerse que el conocimiento, la formación y las habilidades de los individuos son claves para el crecimiento económico.

### **1.1. Importancia del tema objeto de estudio.**

El crecimiento económico viene siendo una de las ramas más importantes de la economía desde hace siglos. Ya Adam Smith reflexionaba sobre los factores que impulsan la riqueza de las naciones, destacando el papel del trabajo y la acumulación de capital en un "fondo de salarios" que puede entenderse hoy en día como una forma incipiente de capital humano. Desde entonces, numerosos autores han intentado entender qué explica que unas economías crezcan más que otras, y desde hace relativamente poco, el crecimiento económico se ha explicado a través del capital humano. El capital humano se cristaliza en la formación, habilidades y conocimientos que tienen los individuos que ayudan a impulsar la productividad, la innovación y, en definitiva, el crecimiento. Este trabajo aborda precisamente esa relación.

### **1.2. Interés personal en la materia.**

Una de las razones que me llevó a estudiar el grado en Economía fue entender por qué unas regiones o países crecen más que otros. El crecimiento económico es una cuestión central, no solo por lo que implica a nivel macroeconómico, sino por su impacto directo en el bienestar de las personas. En este sentido, la teoría del capital humano me llamó especialmente la atención ya que regiones o países que no disponen de una gran dotación de recursos físicos pueden sobreponerse a esta situación al preocuparse porque su población tenga un grado alto de educación conectando la economía con elementos sociales como la educación, la

formación o la inversión en las personas. Este interés se reforzó al estudiar modelos como los de Lucas o Mankiw, Romer y Weil, donde el capital humano no es un factor secundario, sino un motor fundamental del crecimiento. Me parece interesante ver como estas ideas se pueden aplicar en la realidad, en especial en el caso de España, demostrando como las regiones hacen más hincapié en que su población este mejor formada, tienen un mayor crecimiento económico.

### **1.3. Objetivos y estructura del trabajo.**

El objetivo principal de este trabajo es analizar cómo el capital humano explica el crecimiento económico, en el especial en las distintas CCAA de España, para lo cual se estructura de la siguiente manera: Un primer apartado en el que se estudia la Teoría del capital humano y se ven las principales aportaciones. Un segundo en el que se revisan dos modelos clave de crecimiento económico con capital humano: El modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992) y el modelo de Lucas (1988). En el tercer apartado se investigan las diferentes formas de medir el capital humano haciendo un repaso de las distintas aportaciones en esta materia y de las principales bases de datos e instituciones que componen indicadores para medir el capital humano. En el cuarto se realiza un análisis empírico a nivel de comunidades autónomas (CCAA) en España, para comprobar si existe una relación entre el esfuerzo en capital humano y el crecimiento económico regional. El trabajo finaliza con la exposición de las principales conclusiones.

## 2. TEORÍA DEL CAPITAL HUMANO

Como expresan Serrano et al. (2022), la teoría del capital humano aparece en el siglo XX como una forma de explicar el crecimiento económico y las diferencias en productividad que había entre países y regiones. Surge de manera coyuntural tras la Segunda Guerra Mundial, ya que a partir de ésta los países occidentales experimentaron un crecimiento económico exponencial debido al capital humano, entre otras causas, a través de inversiones en educación o una mejora de los sistemas sanitarios.

Antes de este acontecimiento, otros autores se habían preocupado por el estudio del capital humano, como por ejemplo Alfred Marshall quien, a finales del siglo XIX, manifestaba que “el capital más valioso de todos es el que se ha invertido en seres humanos”, pero esta afirmación no disponía de base empírica.

Posteriormente se comenzó a hablar de la teoría de capital humano tras los acontecimientos citados anteriormente. El precursor de esta fue Theodre Schultz (1960), definiendo el capital humano como el factor que influye en los componentes cualitativos constituidos por los conocimientos y las habilidades que afectan a las capacidades individuales para la realización de sus funciones productivas; en definitiva, lo identificaba con el componente que afectaba al rendimiento de los trabajadores.

Este autor asimiló el capital humano al capital físico ya que ambos eran recursos productivos, pero el capital humano estaba formado por las capacidades y habilidades que tenían los individuos, al invertir en educación se producía un incremento de la productividad creando un crecimiento económico sostenido. Para Schultz el elemento primordial para incorporar las mejoras en capital humano era invertir en calidad de vida refiriéndose a la mejora de los sistemas sanitarios para aumentar el número de años que vivían los individuos.

Según Schultz, las innovaciones en la mejora de la calidad de vida son factores determinantes para el bienestar de la población; se debe buscar la adquisición de habilidades por medio de la escolarización e inversión sanitaria, en especial de las personas con bajos ingresos para mejorar las condiciones de vida.

Schultz postula una relación positiva entre la inversión en formación y el nivel de salario de la población, después de la Segunda Guerra Mundial. Según él, los salarios subieron debido a la mejor preparación de los individuos lo que hizo que en los países occidentales hubiera un gran crecimiento económico.

Un elemento muy importante en este autor es que la adquisición de educación adicional es el resultado de una decisión individual apoyada en la rentabilidad esperada de la inversión para distintos niveles educativos respecto a los gastos directos y costes implícitos.

Asimismo, este autor cambió la noción misma de capital en poder del trabajador, abandonando las posiciones neoclásicas respecto del mercado de trabajo ya que el trabajador y el empleador se encuentran en igualdad de condiciones, unos poseedores del capital físico y otros del capital humano. Schultz lo plantea explícitamente: "Los trabajadores no se han convertido en capitalistas por la difusión de la posesión de stocks de las empresas, tal como habría señalado el folklore, sino por la adquisición de un conocimiento y una habilidad que tiene valor económico".

Posteriormente Becker (1964), a partir del trabajo de Schultz, pudo desarrollar más ampliamente este tema. Sin embargo, lo hizo desde un punto de vista microeconómico, considerando la educación y formación como inversiones que realizan los individuos, teniendo como objetivo el incremento de su capacidad productiva y sus ingresos. Tomó la idea de Schultz asimilando el capital humano a una forma de capital y la idea de que el crecimiento económico se da gracias a la acumulación de este.

En definitiva, estos dos autores parten de la idea básica de que los individuos, apoyándose en sus familias y la sociedad a través del gasto público en educación, dedican tiempo, esfuerzo y dinero para formarse, y con ello están invirtiendo en su capital humano y, como resultado de esa inversión, adquieren conocimientos, competencias y habilidades que aumentan su capacidad productiva de cara al futuro. Se trata de un proceso de inversión en el que se hace un sacrificio en el presente para obtener un activo (capital humano) que proporciona ventajas

esperadas en el futuro (en forma de mayores salarios, gracias a la mayor productividad y empleabilidad de los individuos con más capital humano). Con los matices pertinentes, el paralelismo de este proceso con la inversión en capital físico es evidente.

Otro autor importante en la teoría del capital humano es Mincer (1974) quien estructuró en un modelo la contrastación empírica de esta teoría a través de tasas de rendimiento internas recogiendo únicamente el coste de oportunidad como coste privado de la inversión en educación.

Según las aportaciones de estos autores se puede deducir que la educación, la formación y la experiencia que adquieren los individuos, aumentan el capital humano de una economía, lo que repercute directamente en la productividad y con ello en el crecimiento económico.

Desde un punto de vista de modelizaciones del capital humano, varios economistas utilizaron el capital humano en sus modelos de crecimiento económico como ampliaciones del modelo de Solow o en los modelos de crecimiento endógeno, como los propuestos por Lucas y Romer.

En la práctica muchos gobiernos han aplicado la teoría del capital humano influyendo en la formulación de políticas públicas. Muchos gobiernos han basado sus estrategias de desarrollo en la mejora del acceso a la educación y la capacitación, entendiendo que el progreso económico y social depende en gran medida del nivel de formación de la población.

Uno de los ejemplos de políticas públicas orientadas hacia la teoría del capital humano es el caso de Finlandia. Desde el año 1970, este país implementó una reforma educativa integral basada en la igualdad de oportunidades, la formación continua del profesorado y la gratuidad de la educación desde la infancia hasta la universidad. El resultado ha sido una de las fuerzas laborales más cualificadas del mundo, con altos niveles de productividad. Además, Finlandia combina esta política educativa con sistemas de salud pública y seguridad social fuerte, creando un entorno donde el capital humano puede desarrollarse plenamente.

Otro país que ha seguido esta teoría para la formulación de políticas públicas es Singapur con el programa “SkillsFuture”, Esta política consiste en promover el aprendizaje permanente mediante ayudas que otorga el gobierno para que los ciudadanos actualicen sus habilidades a lo largo de la vida laboral.

Los países que invierten sistemáticamente en la formación de su población tienden a presentar mayores niveles de productividad, mayor competitividad internacional.

En la actualidad, no se ha abandonado la investigación en el ámbito el capital humano. Autores como Claudia Goldin, James Heckman, Paul Romer y Daron Acemoğlu han ampliado y refinado esta teoría para adaptarla a contextos más complejos y dinámicos.

Goldin (2002) orienta su investigación del capital humano hacia una cuestión de género ya que, según ella, el capital humano no puede ser analizado de forma neutral, sino que debe ser estudiado en función de los contextos sociales, familiares y del género.

Heckman (2000) ha demostrado a través de sus investigaciones que las inversiones en educación temprana tienen un mayor impacto en la formación del capital humano. Según él, invertir en los primeros años de vida genera mayores rendimientos económicos que la formación en etapas posteriores creando el enfoque de “early childhood development” como una política clave para el desarrollo económico.

Acemoğlu (2009) pone énfasis en el papel de las instituciones en la efectividad de las inversiones en capital humano. No basta con formar a la población, sino que los gobernantes deben crear unas condiciones estructurales que permitan aprovechar ese capital. De no ser así, se corre el riesgo de una “fuga de cerebros”.

En conclusión, la teoría del capital humano ha sido fundamental para entender cómo el conocimiento y las habilidades contribuyen al desarrollo económico. El crecimiento económico no puede sostenerse únicamente sobre el capital físico o los recursos naturales, sino que requiere una base sólida de capital humano bien

formado y saludable Los grandes desafíos que presentan en el crecimiento económico de los países reside en la capacidad de las economías para formar, utilizar y retener talento humano.

### **3.APROXIMACIÓN TEÓRICA**

Para modelizar el crecimiento económico, existen distintas formas, unas más complejas que otras, la capacidad predictiva de los modelos no reside en su complejidad matemática sino en los supuestos, en especial en los relacionados con la función de producción. En este apartado se estudiarán dos modelos que incorporan el capital humano como factor de crecimiento diferenciados por el enfoque matemático empleado. El primero considera el consumo como una fracción constante de la renta, y el segundo lo trata como resultado del comportamiento óptimo por parte de las familias.

#### **3.1 Historia**

La historia del crecimiento económico es tan larga como la historia del pensamiento económico. Ya algunos economistas clásicos como Adam Smith, Malthus o David Ricardo se preguntaron por qué unas naciones son más ricas que otras y las causas que había detrás. Sin embargo, la historia de los modelos de crecimiento económico es relativamente reciente. No es hasta la segunda mitad del S.XX cuando se crea el primer planteamiento de crecimiento económico bien modelizado, el modelo de Solow y Swan (1956), el paradigma de los modelos de crecimiento teniendo en cuenta una tasa de ahorro constante y crecimiento exógeno. Este modelo supone una economía cerrada sin sector público y los factores productivos son el capital físico y el trabajo. La solución del modelo es la llegada a un estado estacionario sin crecimiento donde el capital por trabajador y el producto por trabajador permanecen constantes.

Las predicciones de este modelo son que habrá convergencia entre países y que a largo plazo no habrá crecimiento económico debido a los rendimientos decrecientes del capital, siendo la única posibilidad de crecimiento el progreso técnico impuesto de forma exógena.

A partir de este momento los modelos de crecimiento fueron adquiriendo una gran complejidad matemática, con modelizaciones que se basaban en la optimización del consumo a lo largo del tiempo. Un ejemplo de ello es el modelo de Ramsey (1928), Cass (1965) y Koopmans (1965), donde los individuos optimizan su comportamiento durante infinitos periodos de tiempo. En el escenario optimizador de mercados, las familias maximizan su función de utilidad, poseen activos financieros y son propietarias del factor trabajo; y las empresas maximizan una función de beneficios. Familias y empresas coinciden en los mercados obteniéndose en este contexto que la economía estará en una senda de equilibrio hacia el estado estacionario en la que no hay crecimiento a largo plazo debido a la especificación de la función de producción de tipo neoclásico con rendimientos decrecientes de capital, por lo que los resultados coinciden con las premisas del modelo de Solow y Swan.

Sin embargo, este modelo tiene el mismo problema que el de Solow, ya que es incapaz de explicar el crecimiento a largo plazo salvo que éste sea generado mediante mejoras externas en la tecnología.

La complejidad que iban adquiriendo los modelos de crecimiento provocaba que muchos economistas abandonaran esta rama de la economía y se explorasen otras como las teorías de desarrollo o el estudio de los ciclos económicos, hasta que a mediados de la década de los 80 del siglo anterior Paul Romer en su tesis doctoral reanimó el interés de los economistas por el crecimiento económico.

Romer en el año 1986 introdujo la idea del aprendizaje por la práctica, desarrollando el modelo de externalidades de capital o modelo AK.

Se trata de un modelo de crecimiento endógeno, ya que fue capaz de explicar el crecimiento positivo a largo plazo sin necesidad de introducir ninguna variable que creciese de forma exógena, dando lugar al nacimiento de las teorías de crecimiento endógeno, eliminando los rendimientos decrecientes del capital y explicando el crecimiento en estado estacionario. En lo que concierne al objeto de este Trabajo de Fin de Grado, el propio Romer y otros autores como Lucas incluyeron el capital humano como fuente de crecimiento endógeno.

Por tanto, hay varias perspectivas para analizar el crecimiento económico, una endógena y otra exógena y desde un punto de vista matemático, modelos con tasa de ahorro constante y modelos en lo que se optimiza el consumo de los individuos. En este sentido, en los siguientes apartados se van a ver dos modelos que difieren tanto en el fondo (exógenos vs. endógenos) como en la forma (tasa de ahorro constante vs. óptima), pero que tienen en común la consideración del capital humano como factor de crecimiento.

### **3.2 Modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992)**

#### 3.2.1 Introducción

El modelo de Romer, Mankiw y Weil (1992) puede ser considerado como el modelo de Solow (1956) ampliado con la incorporación de capital humano, al considerar que las diferentes economías tienen distintos niveles educativos y diferentes habilidades lo que condiciona su crecimiento económico.

Este modelo pertenece a los modelos de crecimiento exógeno con una tasa de ahorro constante. Es exógeno porque es incapaz de explicar el crecimiento a largo plazo debido a la presencia de rendimientos decrecientes de capital como se verá más adelante en el estudio de la función de producción. Por otro lado, es un modelo con tasa de ahorro constante. En este sentido, los individuos ahorran una parte constante de la renta:

$$S_t = sY_t \quad 0 \leq s \leq 1. \text{(Ec.1)}$$

Suponer una tasa de ahorro constante es asumir que las familias consumen una parte constante de su renta, es decir la cantidad que se ahorra a lo largo del tiempo es fija, lo que implica que las inversiones también son constantes. Es decir, si se produce “Y”, se ahorra una fracción constante “s” y se consume el resto (1-s). Por tanto, el consumo agregado C, se puede escribir:

$$C_t = (1-s)Y_t \quad (0 < s < 1) \text{ (Ec.2)}$$

La tasa de depreciación es constante. En cada instante de tiempo la inversión tiene dos componentes: la acumulación de capital y la reposición del capital que se deprecia:

$$I_t = \dot{K}_t + \delta K_t \quad 0 \leq \delta \leq 1. \text{(Ec.3)}$$

La población coincide con el trabajo “ $L_t$ ” y su ritmo de crecimiento es constante e igual a “ $n$ ”.

Este modelo considera una economía cerrada que tiene un solo sector de producción y utiliza como variables el capital humano y el capital físico, donde “ $K$ ” es el stock de capital físico que puede ser acumulado a través de la inversión generada por el ahorro, y “ $H$ ” el stock de capital humano que se acumula a través de la inversión en capital humano.

$$Y_t = AK_t^\alpha H_t^{1-\alpha} \text{(Ec.4)}$$

Es una función neutral en sentido Harrod, ya que cuando para una ratio de capital y capital humano se mantiene constante el cociente de participación relativas del capital físico y humano en la función de producción con lo que además se permite definir el concepto de la unidad de trabajo cualificado:

$$H_t = e^{\psi u} L_t = h L_t \text{(Ec.5)}$$

Este modelo, es una ampliación del modelo de Solow y Swan (1956) lo que implica que la función de producción es Cobb-Douglas, la cual cumple los supuestos propios de las funciones neoclásicas. El primero, presenta rendimientos constantes de escala ya que es una función homogénea de grado 0 porque si se multiplica por un factor “ $\lambda$ ” la función de producción incrementa en esa proporción.

$$Y_t(\lambda K, \lambda H) = A \lambda K_t^\alpha \lambda H_t^{1-\alpha} = \lambda A K_t^\alpha H_t^{1-\alpha} = \lambda Y$$

También podemos comprobar que la productividad de los factores es positiva y decreciente lo que pone de manifiesto el carácter exógeno de crecimiento.

$$\frac{\delta Y}{\delta K} = \alpha A K_t^{\alpha-1} H_t^{1-\alpha} > 0 \quad \frac{\delta^2 Y}{\delta K^2} = \alpha(\alpha - 1) A K_t^{\alpha-2} H_t^{1-\alpha} < 0$$

$$\frac{\delta Y}{\delta H} = AK_t^\alpha (1 - \alpha) H_t^{-\alpha} > 0 \quad \frac{\delta^2 Y}{\delta H^2} = AK_t^\alpha (1 - \alpha)(-\alpha) H_t^{-\alpha-1} < 0$$

Y cumple las condiciones de INADA, esto es, que la productividad marginal de los factores tiende a infinito cuando los factores tienden a 0 y tiende a cero cuando los factores tienden a infinito.

$$\lim_{K \rightarrow \infty} \frac{\delta Y}{\delta K} = \frac{\alpha A}{K_t^{1-\alpha}} H_t^{1-\alpha} = 0 \quad \lim_{K \rightarrow 0} \frac{\delta Y}{\delta K} = \frac{\alpha A}{K_t^{1-\alpha}} H_t^{1-\alpha} = \infty$$

$$\lim_{H \rightarrow \infty} \frac{\delta Y}{\delta H} = AK_t^\alpha \frac{(1-\alpha)}{H_t^\alpha} = 0 \quad \lim_{H \rightarrow 0} \frac{\delta Y}{\delta H} = AK_t^\alpha \frac{(1-\alpha)}{H_t^\alpha} = \infty$$

En cuanto a la acumulación de capital humano, los individuos en esta economía dedican tiempo al aprendizaje de nuevas habilidades en vez de dedicarse al trabajo. Si “ $u$ ” es el tiempo que se dedica a aprender nuevas habilidades y que “ $L$ ” es la cantidad de trabajo no cualificado, la relación entre trabajo cualificado y mano de obra total es:

$$H_t = e^{\psi u} L_t = h L_t \text{ (Ec.6)}$$

Con “ $h$ ” siendo:

$$h = e^{\psi u} \text{ (Ec.7)}$$

El parámetro “ $u$ ” es una constante al igual que ocurre con la proporción de renta que se dedica al ahorro e inversión, por tanto, es exógena.

Siendo  $\psi$  un parámetro de eficacia del tiempo dedicado al aprendizaje. Si “ $u$ ”=0 el trabajo es no cualificado. Si aumenta “ $u$ ” aumenta el trabajo cualificado “ $H$ ”. Tomando logaritmos y derivando respecto al tiempo se obtiene el aumento que supone “ $u$ ” en el trabajo calificado.

$$\frac{\delta \ln H}{\delta u} = \varphi \text{ (Ec.8)}$$

Lo que se interpreta como el hecho de que un aumento del tiempo dedicado a la formación aumenta el capital humano en la proporción  $\varphi$ .

### 3.2.2 Resolución del modelo

Partiendo del equilibrio en el mercado de bienes, sabiendo que la renta coincide con la renta disponible, que esta se reparte entre consumo y ahorro, y que la oferta coincide con la demanda la cual es el resultado de sumar consumo e inversión, obtenemos la igualdad entre ahorro e inversión:

$$Y_t = C_t + I_t \text{ (Ec.9)}$$

$$Y_t = C_t + S_t \text{ (Ec.10)}$$

$$S_t = I_t \text{ (Ec.11)}$$

Sustituyendo en esta última ecuación el ahorro y la inversión por sus expresiones (ecuaciones 2 y 3), y despejando la acumulación de capital agregado:

$$\dot{K}_t = sK_t^\alpha H_t^{1-\alpha} - \delta K_t \text{ (Ec.12)}$$

Si ahora dividimos entre trabajo cualificado ( $\frac{1}{AH_t}$ )

$$\frac{\dot{K}_t}{AH_t} = \frac{sAK_t^\alpha H_t^{1-\alpha}}{AH_t} - \frac{\delta K_t}{AH_t} \text{ (Ec.13)}$$

Tenemos el capital en el numerador y en el denominador por lo que se simplifican que como resultado:

$$\frac{\dot{K}_t}{AH_t} = \dot{\tilde{k}}_t + n\tilde{k}_t \text{ (Ec.14)}$$

Ahora si sustituimos i), ii) y iii) obtenemos:

$$\dot{\tilde{k}}_t = s\tilde{y}_t - \tilde{k}_t(n + \delta) \text{ (Ec.15)}$$

$$\text{Donde: } \frac{K_t}{AH_t} = \tilde{k}_t \quad \frac{Y_t}{AH_t} = \tilde{y}_t$$

Dividendo por el capital por unidad de trabajo cualificado se obtiene la tasa de crecimiento del capital por unidad de trabajo cualificado:

$$\frac{\widetilde{k}_t}{k_t} = s \frac{1}{\widetilde{k}_t^{1-\alpha}} - (n + \delta) \text{ (Ec.16)}$$

La parte de la izquierda de la ecuación ( $s \frac{1}{\widetilde{k}_t^{1-\alpha}}$ ) se corresponde con una curva de ahorro mientras que la derecha ( $n + \delta$ ) es una función de depreciación. En el momento en el que estas dos se igualan hay un crecimiento del capital por unidad de trabajo cualificado constante e igual a 0 lo que implica que el crecimiento de las variables es igual a 0. A medida que va creciendo el capital por mano de obra cualificado, el crecimiento económico va siendo menor por lo que a largo plazo la tasa de crecimiento del capital por unidad de trabajo cualificado será 0.

La renta por unidad de trabajo cualificado se puede obtener la renta per cápita de la siguiente manera:

$$\frac{\widetilde{k}}{\widetilde{y}} = \frac{s}{(n+\delta)} \text{ (Ec.17)}$$

Como  $\widetilde{y} = \widetilde{k}_t^\alpha$  despejando “k” en función de “y” queda:  $\widetilde{y}^{\frac{1}{\alpha}} = \widetilde{k}_t$  que substituyendo y operando:

$$\widetilde{y} = \left( \frac{s}{(n+\delta)} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \text{ (Ec.18)}$$

Esta ecuación muestra el valor de estado estacionario de la razón producción trabajo cualificado. Si obtenemos la expresión de la renta per cápita:

$$y^*(t) = \left( \frac{s}{(n+\delta)} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A(t)h \text{ (Ec.19)}$$

Esta última ecuación resume por qué algunos países son pobres y otros son ricos. Los países son ricos porque tienen una gran inversión en capital físico y porque dedican un gran número de horas a adquirir nuevas habilidades ( $h = e^{\psi u}$ ), tiene bajas tasas de crecimiento poblacional y altos niveles de tecnología.

Finalmente, la única posibilidad de crecimiento económico es el ritmo al que crece la tecnología y el número de horas que se invierten en la adquisición de nuevas habilidades. En este modelo ambas variables son constantes con lo que la

economía llega a un estado estacionario donde la tasa de crecimiento del capital es cero y no hay crecimiento económico. Por tanto, en estado estacionario, el ingreso per cápita solo crece si hay progreso tecnológico " $A(t)$ " o una mejora en el capital humano " $h$ ", ambos considerados exógenos al modelo; el crecimiento sostenido solo es posible si hay avances tecnológicos continuos o si hay una mejora en la eficiencia del sistema educativo, lo cual no es explicado por el modelo y ha de imponerse de forma exógena, la principal característica de los modelos neoclásicos de crecimiento.

### **3.3 Modelo de crecimiento óptimo de Lucas**

#### *3.3.1 Introducción*

El modelo de Mankiw, Romer y Weil (MRW) y el modelo de Lucas comparten la idea central de que el crecimiento económico depende de dos tipos de capitales, el físico y el humano, pero difieren en su complejidad matemática (sin/con comportamientos óptimos), y a la naturaleza del propio modelo de crecimiento. El primero explica el crecimiento de manera exógena mientras que el último lo hace de manera endógena.

En el modelo de MRW existe una tasa de ahorro constante, lo que convierte al ahorro y al consumo como un porcentaje de la renta. Este modelo asume que los individuos no toman decisiones optimizadoras sobre consumo y ahorro, sino que simplemente eligen un nivel constante de ahorro que afecta a la acumulación de capital físico y humano. En contraste, el modelo de Lucas sigue un enfoque de optimización intertemporal, donde los agentes económicos toman decisiones racionales sobre el consumo, el ahorro y la acumulación de capital humano para maximizar su utilidad a lo largo del tiempo. En este modelo, los individuos optimizan su inversión en educación y habilidades, considerando las expectativas sobre él. A través de un proceso de optimización, Lucas explica el crecimiento como una consecuencia de la acumulación de conocimiento y habilidades, lo que permite rendimientos crecientes a escala y genera diferencias en el crecimiento económico entre países.

En resumen, el modelo de MRW se basa en una tasa de ahorro constante, mientras que el modelo de Lucas, con su enfoque de optimización, destaca las decisiones intertemporales de los agentes, enfocándose en cómo las personas invierten en su propio capital humano para maximizar su bienestar y fomentar el crecimiento económico.

### 3.2.2 Planteamiento: familias productoras

En este escenario de optimización intertemporal, los agentes económicos (familias productoras) maximizan una función de utilidad intertemporal haciendo que los individuos consuman y ahorren de forma óptima.

La función de utilidad intertemporal es cóncava, lo que pone de manifiesto que los individuos prefieren mantener un consumo estable a lo largo del tiempo.

$$U = \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \left( \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) dt \text{ (Ec.20)}$$

La concavidad viene marcada por el parámetro " $\theta$ ", cuanto mayor sea este, mayor será la preferencia de los individuos por mantener un consumo estable a lo largo del tiempo. Si este parámetro es igual a 0, la función de utilidad pasa a ser lineal. Conforme esta se va acercando a 1 la función de utilidad se aproxima a una función logarítmica obteniendo la máxima concavidad.

La utilidad de los individuos es la suma de sus funciones instantáneas de utilidad descontadas a una tasa " $\rho$ " entre el periodo 0 hasta el infinito. La tasa de descuento " $\rho$ " se interpreta como una tasa de egoísmo paterno en la que los individuos prefieren su consumo instantáneo al de las generaciones venideras. Este supuesto (el de infinitos periodos) parece poco realista ya que la vida tiene un fin, sin embargo, esto debe interpretarse como dinastías o generaciones que pertenecen al momento " $t$ ".

Si la tasa de crecimiento de la población es constante e igual a " $n$ ", se puede considerar que la población en el instante " $t$ " viene dada por  $L_t = e^{nt}$

Antes de abordar las restricciones presupuestarias intertemporales a las que se enfrenta la familia productora, hay que mencionar los dos sectores productivos del

modelo. El sector de la producción final y el productor de capital humano, donde se combinan capital físico y humano de forma diferente.

$$\dot{K} = AK_Y^\alpha H_Y^{1-\alpha} - C - \delta_K K \text{ (Ec.21)}$$

$$\dot{H} = BK_H^\eta H_H^{1-\eta} - \delta_H H \text{ (Ec.22)}$$

La función de producción es de tipo neoclásico y por tanto cumple los supuestos que se han analizado en 3.2.1.

En cuanto a las restricciones a las que se enfrenta la familia productora, Lucas plantea que capital humano y capital físico son producidos con distinta tecnología por lo que construye un modelo de crecimiento endógeno de dos sectores. Uno en el que el capital físico se combina con el humano para la producción de un bien final que puede ser consumido o transformado en capital físico, donde  $K_Y$  y  $H_Y$  son las cantidades de capital físico y humano en la producción del bien  $Y$ .

$$\dot{K} = AK_Y^\alpha H_Y^{1-\alpha} - C - \delta_K K \text{ (Ec.23)}$$

En el otro sector la creación y acumulación de capital humano se da con otro tipo de tecnología donde  $K_H$  y  $H_H$  son las cantidades de capital físico y humano destinadas a la producción de capital humano.

$$\dot{H} = BK_H^\eta H_H^{1-\eta} - \delta_H H \text{ (Ec.24)}$$

La decisión de inversión es irreversible ya que si se decide invertir en un tipo de capital luego no es posible cambiar al otro, por lo que matemáticamente se imponen las siguientes restricciones:

$$I_K = \dot{K} + \delta_K K \geq 0 \text{ y } I_H = \dot{H} + \delta_H H \geq 0 \text{ (Ec.25)}$$

La introducción de estas restricciones hace la predicción de que cuando una economía tiene poco valor en el cociente  $\frac{K}{H}$ , entonces la inversión en  $H$  cae y se hace 0 destinando los recursos de la economía a la acumulación de capital físico.

A diferencia de la tecnología, el capital humano no puede ser utilizado en dos sectores al mismo tiempo por lo que  $H_Y$  y  $H_H$  son bienes rivales.

A efectos matemáticos el capital humano agregado lo componen estos dos, por lo que la suma de ambos es igual al capital humano agregado.

$$H = H_Y + H_H \text{ (Ec.26)}$$

Por tanto, la parte de capital humano que se utiliza en la producción del bien final  $Y$  se puede denominar “ $u$ ”, por lo que  $H_Y = uH$ , mientras que la parte de capital humano que se utiliza en la producción de capital humano es  $H_H = (1 - u)H$ .

La producción de capital humano es más intensiva en capital humano, lo que equivale a decir que la ponderación que se le da al capital en la producción del bien final es mayor que la ponderación que se le da al capital físico en la producción de capital humano, resultando  $\alpha > \eta$ . Lucas a través de este supuesto afirma que el sector del capital humano solo utiliza capital humano como input dando lugar a la siguiente restricción  $\alpha > \eta = 0$ .

A través de este supuesto todo el capital físico se dedica a la producción de bienes finales dando lugar a que  $K = K_Y$

Reescribiendo las ecuaciones Ec.23 y Ec.24 obtenemos como resultado:

$$\dot{K} = AK_Y^\alpha (uH)^{1-\alpha} - C - \delta_K K \text{ (Ec.23*)}$$

$$\dot{H} = B(1 - u)H - \delta_H H \text{ (Ec.24*)}$$

Como se trata de un problema de horizonte infinito la depreciación del capital humano se debe interpretar de forma especial ya que a diferencia del capital físico que permanece cuando uno fallece, el capital humano se va con la muerte del individuo, aunque se queda en sus sucesores a través de la interacción que se da entre ellos.

Finalmente podemos obtener las funciones de acumulación de capital físico y humano en términos per cápita dividiendo entre la población “ $L$ ” y derivando respecto al tiempo de forma que:

$$h = \frac{H}{L} \text{ y } k = \frac{K}{L} \text{ (Ec.27)}$$

y derivando respecto al tiempo:

$$\dot{h} = \frac{\dot{H}L - \dot{L}H}{L^2} \text{ y } \dot{k} = \frac{\dot{K}L - \dot{L}K}{L^2} \text{ (Ec.28)}$$

$$\text{Obteniendo: } \dot{h} = \frac{\dot{H}}{L} - nh \text{ y } \dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - nk \text{ (Ec.29)}$$

Ahora podemos obtener las ecuaciones de acumulación de capital físico y humano en términos per cápita donde  $k$  es el stock de capital físico y  $h$  es el stock de capital humano per cápita. En ambas ecuaciones se incluye el término “ $n$ ” que corresponde al crecimiento de la población y como aparece restando pone de manifiesto que aumentos de la población reducen el stock de capital físico y humano per cápita.

$$\dot{k} = Ak^\alpha (uh)^{1-\alpha} - c - (\delta_k + n)k \text{ (Ec.30)}$$

$$\dot{h} = B(1 - u)h - (\delta_h + n)h \text{ (Ec.31)}$$

Estas son las dos restricciones a las que se enfrentan los individuos en su intento de maximizar su función de utilidad intertemporal.

### 3.2.3 Resolución del problema:

En un problema de optimización, los individuos maximizan su función de utilidad intertemporal sujetos a sus dos restricciones intertemporales:

$$U = \int_0^\infty e^{-(\rho-n)t} \left( \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) dt \text{ (Ec.32)}$$

$$\text{s.a: } \dot{k} = Ak^\alpha (uh)^{1-\alpha} - c - (\delta_k + n)k \text{ (Ec.33),}$$

$$\dot{h} = B(1 - u)h - (\delta_h + n)h \text{ (Ec.34)}$$

con  $k_0$  y  $h_0$  dados y  $k_t$  y  $h_t > 0$ . Para ello, tienen control del consumo, “ $c$ ” y el tiempo que dedican a cada uno de los sectores “ $u$ ”, siendo estas dos las variables de control del problema.

En un problema de optimización tenemos dos tipos de variables, las de estado y las de control. Estas últimas son sobre las que tienen control los individuos, en

este caso, “ $u$ ” y “ $c$ ” y van a poder influir sobre la evolución de la variable de estado “ $k$ ” y “ $h$ ”. En este caso las variables de estado vienen definidas implícitamente por dos ecuaciones diferenciales que muestran como las variables de control afectan a los movimientos en el tiempo de la variable de estado.

Una vez tenemos definidas las variables de control y las de estado se puede construir el hamiltoniano:

$$\mathcal{H} = \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\theta}-1}{1-\theta} + v_t(Ak^\alpha(uh)^{1-\alpha} - c - (\delta_k + n)k) + \lambda_t(B(1-u)h - (\delta_h + n)h) \quad (\text{Ec.35})$$

Hay que incluir dos precios sombra ( $v_t$  y  $\lambda_t$ ) en el hamiltoniano, asociados a las dos variables de estado  $k$  y  $h$ , que miden un coste de oportunidad ya que refleja cuanto mejora o empeora el valor óptimo de un problema si se relaja ligeramente una restricción. Es como una valoración marginal de una restricción ya que explica cuánto se estaría dispuesto a pagar por aumentar en una unidad el recurso que recoge la restricción. En el caso del capital físico: cuánto aumentaría la utilidad total si tuvieras una unidad más de capital físico hoy. Y en el del capital humano: cuánto valor adicional se genera al tener una unidad extra de conocimiento o habilidad. El capital humano tiene un precio sombra especialmente importante, porque es lo que impulsa el crecimiento de largo plazo. Su precio sombra refleja la productividad del aprendizaje y el beneficio implícito de invertir tiempo en educación en lugar de trabajar.

Una vez construido el hamiltoniano hay que imponer unas condiciones para las variables del control y de estado para lo que hay que derivar el hamiltoniano respecto de esas variables; las de las variables de control se igualan a cero, mientras que las de las variables de estado se igualan a la menos variación de su precio sombra o multiplicador:

$$\text{i) } \frac{d\mathcal{H}}{dc} = 0 (\text{Ec.36}) \quad \text{ii) } \frac{d\mathcal{H}}{du} = 0 (\text{Ec.37}) \quad \text{iii) } \frac{d\mathcal{H}}{dk} = -\dot{v} (\text{Ec.38}) \quad \text{iv) } \frac{d\mathcal{H}}{dh} = -\dot{\lambda} (\text{Ec.39})$$

Y dos condiciones de transversalidad que en el caso del capital físico y humano dicen que cuando el tiempo tienda a infinito el valor de los dos capitales ha de

ser cero, ya que no de ser así en el caso del capital físico, significa que el individuo no puede dejar capital no consumido que podría haberse usado para aumentar su bienestar. En el caso del capital humano, esta condición de transversalidad es un poco especial ya que garantiza que en el infinito no se puede dejar capital humano sin utilizar ya que, si fuera así, significaría que estás dejando un conjunto de habilidades sin usar.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_t k_t (\text{Ec.40}), \lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_t h_t (\text{Ec.41})$$

Si derivamos el hamiltoniano respecto a las anteriores variables:

$$e^{-(\rho-n)t} \frac{1-\theta}{1-\theta} c_t^{-\theta} - v_t = 0 \rightarrow e^{-(\rho-n)t} \frac{1-\theta}{1-\theta} c_t^{-\theta} = v_t (\text{Ec.42})$$

$$v_t [Ak^\alpha (1-\alpha) u^{-\alpha} h^{1-\alpha}] - \lambda_t (Bh) = 0 \rightarrow v_t [Ak^\alpha (1-\alpha) u^{-\alpha} h^{1-\alpha}] = \lambda_t (Bh) (\text{Ec.43})$$

$$v_t [\alpha Ak^{\alpha-1} (uh)^{1-\alpha} - (\delta_k + n)] = -\dot{v} (\text{Ec.44})$$

$$v_t (Ak^\alpha (1-\alpha) h^{-\alpha} u^{1-\alpha}) + \lambda_t [B(1-u) - (\delta_h + n)] = -\dot{\lambda} (\text{Ec.45})$$

Las dos primeras derivadas son las condiciones de primer orden respecto a las dos variables de control, c y u. Las dos últimas son las condiciones de primer orden con respecto a las variables de estado k y h.

Vamos a suponer que las tasas de depreciación del capital físico y del capital humano son idénticas. Si tomamos logaritmos y derivamos respecto al tiempo la ecuación (Ec.42) obtenemos la tasa de crecimiento del consumo en función de las variables del modelo:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \left[ -\frac{\dot{v}}{v} - (\rho - n) \right] (\text{Ec.46})$$

Así la tasa de crecimiento del consumo depende del producto marginal del capital físico y del humano. Ahora para la resolución del modelo lo haremos en el estado estacionario ya que en este estado todas las variables crecen a un ritmo constante. Sabemos que la tasa de crecimiento de u debe ser 0 ya que esta es una fracción que debe permanecer acotado entre 0 y 1 y en el estado estacionario

debe ser constante ( $u^{EE}$ ). Si en la ecuación (Ec.46), sustituimos  $-\frac{\dot{v}}{v}$  por lo obtenido en (Ec.44) y pasamos las constantes al lado izquierdo, obtenemos esta expresión:

$$\frac{\theta\gamma_c^{EE} + \delta + \rho}{A\alpha(u^{EE})^{1-\alpha}} = k^{\alpha-1}h^{1-\alpha} \text{ (Ec.47)}$$

Si nuevamente tomamos logaritmos neperianos y derivamos respecto al tiempo obtenemos:

$$\ln \frac{\theta\gamma_c + \delta + \rho}{A\alpha(u^{EE})^{1-\alpha}} = \ln [k^{\alpha-1}h^{1-\alpha}] \text{ (Ec.48)}$$

$$0 = (\alpha - 1)\gamma_k^{EE} + (1 - \alpha)\gamma_h^{EE} \text{ (Ec.49)}$$

Esto implica que ambas tasas de crecimiento son iguales, dando lugar a que, en estado estacionario, ambas variables crecen al mismo ritmo.

Si cogemos la ecuación (Ec.33) y dividimos entre el capital físico, obtenemos la tasa de crecimiento del capital físico.

$$\frac{\dot{k}}{k} = Ak^{1-\alpha}(uh)^{1-\alpha} - \frac{c}{k} - (\delta - n) \text{ (Ec.50)}$$

Si hacemos lo mismo que en (Ec.43) y pasamos todas las constantes al lado derecho obtenemos que en el estado estacionario la proporción de consumo y capital físico debe ser constante y ambas de ser igual a la tasa de crecimiento de capital humano. Si tomamos logaritmos y derivamos respecto al tiempo en la función de output final ( $y = Ak^\alpha(uh)^{1-\alpha}$ ):

$$\gamma_y = \alpha\gamma_k + (1 - \alpha)\gamma_u + (1 - \alpha)\gamma_h \text{ (Ec.51)}$$

Como en el estado estacionario  $\gamma_u^{EE} = 0$  y  $\gamma_k^{EE} = \gamma_h^{EE}$  se obtiene que la producción crece al mismo ritmo que el capital humano  $\gamma_y^{EE} = \gamma_h^{EE}$  por lo que puede reescribirse que  $\gamma_k^{EE} = \gamma_h^{EE} = \gamma_c^{EE} = \gamma_y^{EE}$ . Con hallar una única tasa de crecimiento basta para solucionar el modelo dado que dicha tasa de crecimiento será igual para todos los factores de la economía. Cogiendo la ecuación (Ec.43) y multiplicando por la proporción que se dedica al capital humano ( $u$ ):

$$v_t[Ak^\alpha(1-\alpha)u^{-\alpha}h^{1-\alpha}] - \lambda_t(Bh) = 0 \rightarrow v_t[Ak^\alpha(1-\alpha)u^{-\alpha}h^{-\alpha}] = \lambda_t Bh \text{ (Ec.52)}$$

Como en estado estacionario los valores de  $u^{EE}$  y  $\frac{k^{EE}}{h}$  son constantes todos los términos de la ecuación (Ec.52) son constante a excepción de los precios sombra. Tomando logaritmos y derivadas respecto al tiempo nos queda que ambas tasas de crecimiento de los precios sombra deben ser iguales ya que son las únicas que tienen como función el tiempo de forma que  $\gamma_v^{EE} = \gamma_\lambda^{EE}$ .

El primer término de (Ec.52) es igual al primer término de (Ec.45) por lo que si sustituimos:

$$\lambda B u^{EE} + \lambda_t [B(1-u) - (\delta_h + n)] = -\dot{\lambda} \text{ (Ec.53)}$$

A partir de aquí se puede obtener el crecimiento del precio sombra  $\lambda$

$$\frac{-\dot{\lambda}}{\lambda} = B - \delta_h - n \text{ (Ec.54)}$$

Como la tasa de crecimiento de ambos precios sombra es idéntica obtenemos que la tasa de crecimiento del consumo, del cápita físico y del capital humano vienen dadas por  $\gamma_v^{EE}$  (Ec.46) vemos que

$$\gamma_k^{EE} = \gamma_h^{EE} = \gamma_c^{EE} = \gamma_y^{EE} = \frac{1}{\theta} (B - \delta - n) \text{ (Ec.55)}$$

En esta versión simplificada del modelo de Lucas, el parámetro de productividad que afecta al crecimiento económico a largo plazo es únicamente el nivel del sector educativo "B", porque el sector educativo no utiliza capital físico, la función de producción es lineal en capital humano.

Si se quiere saber la fracción de capital humano que se utiliza en el sector final:

$$u^{EE} = 1 - \frac{\gamma_c^* + (\delta + n)}{B} \text{ (Ec.56)}$$

infinita. Así que es necesario acotar el valor de la utilidad exigiendo que:

$$\rho - n > (1 - \theta)\gamma_c^* \text{ (Ec.57)}$$

Finalmente hemos visto como el modelo de Lucas demuestra que el crecimiento, (Ec.55), depende de la productividad marginal del capital humano además de la fracción que se dedica al capital humano. Estos parámetros se pueden estudiar con mas profundidad desarrollando la expresión en (Ec.31) en la que dividiendo por "h", se obtiene:

$$\gamma_h = B(1 - u) - (n + \delta) \text{ (Ec.58)}$$

Si despejamos (1-u) para comprobar qué ocurre en el sector de capital humano obtenemos que:

$$(1 - u) = \frac{\gamma_h + n + \delta}{B} \text{ (Ec.59)}$$

Como en estado estacionario todas las variables crecen al mismo ritmo se puede sustituir la expresión obtenida en (Ec.55):

$$(1 - u)^{EE} = \frac{\gamma^{EE} + n + \delta}{B} \rightarrow \frac{\frac{1}{\theta}(B - \rho - \delta) + n + \delta}{B} \text{ (Ec.60)}$$

Si, por simplicidad matemática, el parámetro "θ" fuese igual a la unidad (la función instantánea de utilidad sería logarítmica), obtendríamos:

$$(1 - u)^{EE} = 1 - \frac{(\rho - n)}{B} \text{ (Ec.61)}$$

Con esta ecuación se demuestra que la productividad asociada al capital humano define el tiempo que debe emplearse al sector del capital humano. Si la productividad asociada a este sector que podría interpretarse como la capacidad que tienen los alumnos es alta, vale la pena incrementar (1-u) porque el coste de oportunidad de no formarse es mas alto que si el parámetro "B" es bajo.

Finalmente, los dos modelos de crecimiento vistos en este apartado utilizan el capital humano para explicar el crecimiento, siendo representativos de las cuatro formas de modelización existentes. El de MRW con una con un crecimiento exógeno y tasa de ahorro constante, y el de Lucas con una visión del crecimiento endógeno y comportamiento optimo por parte de las familias.

El modelo MRW es incapaz de explicar el crecimiento a través de variables endógenas del modelo, recurriendo a variables exógenas que se deben imponer al modelo para explicar el crecimiento. Sin embargo, el modelo de Lucas es endógeno ya que explica el crecimiento a través de la fracción de capital humano que se emplea en la economía y la tecnología de este sector.

En el modelo MRW los ritmos de crecimiento de las variables vienen influenciados por la tasa de crecimiento del capital, que determina el ritmo de crecimiento de la renta y del consumo, pero de manera exógena al modelo. En el modelo de Lucas las tasas de crecimiento de las variables vienen influenciados por la tecnología del sector del capital humano y por el tiempo que se dedica a este sector. El resultado obtenido en Lucas viene dado por la suposición de que el sector del capital humano, no utiliza capital físico por lo que esa función de producción presenta rendimientos constantes a escala lo que implica una tasa constante de acumulación permitiendo una senda de crecimiento, a diferencia del modelo de Mankiw Romer y Weil que presenta rendimientos decrecientes de capital dando como resultado que no habrá crecimiento a largo plazo a no ser que una variable se imponga de forma exógena al modelo.

#### **4.FORMAS DE MEDIR EL CAPITAL HUMANO**

El análisis del capital humano es extremadamente complejo debido a la dificultad que ofrece su medición. El capital humano tiene múltiples dimensiones e incluye aspectos como la educación recibida, la experiencia laboral y la capacidad mental y física de los individuos. Cuantificar estos elementos tan diversos e integrarlos en una única medición es complejo. En materia de capital humano la situación es más complicada que en el caso del capital físico ya que para este la “Contabilidad Nacional” ofrece series de formación bruta de capital fijo (FBCF), que pueden acumularse con un método como el del inventario permanente para obtener el correspondiente stock. El capital humano tampoco es un activo homogéneo y transmisible que cotice en mercados en los que se fije su precio. Pese a todas estas dificultades, el capital humano es un factor importante para el crecimiento económico, por lo que se han hecho grandes esfuerzos para medirlo, generalmente a partir de información sobre la formación de los individuos. Esto se

puede medir a través de indicadores que muestran las mejoras educativas, las mejoras en los sistemas sanitarios y las mejoras en el mercado de trabajo.

#### **4.1 Revisión de trabajos que miden el capital humano**

Siguiendo la línea temporal descrita por Destinobles, A. G. (2006), la publicación en 1976 de *Education and Economic Growth: New Evidence* por Assaf Razin, abrió el camino para muchos economistas en el campo de la medición del capital humano a través de distintos indicadores. De todos estos trabajos empíricos se pueden extraer dos grandes grupos formados por aquellos autores que toman el capital humano como variable flujo y aquellos que toman el capital humano como variable stock. En el primer grupo tenemos cuatro enfoques diferenciados a la hora de abordar la medición del capital humano:

Un primer enfoque es el que utiliza la tasa de escolarización como pilar fundamental. Aquí nos encontramos con autores como el propio Razin (1976), Blanchet (1988), Barro (1991), Barlow (1992), Romer (1993), Berthèlemy y Varoudakis (1994), Birdsall et al. (1995), que coinciden en señalar que una mayor escolarización, en especial la secundaria, impulsa positivamente el crecimiento del PIB per cápita y también el ingreso per cápita. Sin embargo, algunos trabajos como los de Cashin (1995) y Savvides (1995) alertan que este efecto no siempre es significativo, sugiriendo que el contexto y la calidad educativa también importan.

Después nos encontramos con un enfoque que apuesta por la tasa de alfabetización; aquí tenemos autores como Hicks (1979), Wheeler (1980), Romer (1989), De Grégorio (1991) y Gould y Ruffin (1995). Estos autores emplean las tasas de alfabetización como medida fundamental del capital humano. En general, los trabajos de estos economistas demuestran un nivel de educación básico como puede ser la capacidad para leer y escribir contribuye a un mayor crecimiento económico y a un mayor ingreso per cápita.

Un tercer enfoque es el compuesto por aquellos economistas que utilizan las tasas anteriormente citadas y van más allá de una única medida para el capital humano:

Este grupo está formado por autores como Daniel Landau (1986) y Robert Barro (1991) que proponen un enfoque más robusto ya que combinan escolarización y alfabetización; incluso Barro añade el porcentaje de población que se encuentra económicamente activa, es decir, población que está trabajando o buscando empleo. Añadir este indicador para medir el capital humano da resultados variados en el crecimiento ya que, mientras que la combinación de alfabetización y escolarización tiene un efecto positivo sobre el crecimiento, el porcentaje de población económicamente activa tiene efectos ambiguos lo cual pone en duda su utilidad como medida del capital humano.

Finalmente, este cuarto enfoque pone énfasis en la medida económica del capital humano a través del gasto en educación que realizan las economías. Aquí autores como Landau (1986), Otani y Villanueva (1990), y Gould y Ruffin (1995) muestran que destinar mayores recursos a la educación, especialmente en países en desarrollo, tiene un efecto positivo sobre el PIB per cápita.

Existe un segundo grupo de autores que consideran el capital humano es aproximado como una variable stock, entre los que quiero destacar a Kyriacou G. (1991), quien elaboró un modelo a través de una función de producción Cobb-Douglas con capital humano, para clarificar cómo el capital humano contribuye al crecimiento económico de las naciones.

$$Y = AL^{\beta}K^{\alpha}H^{-\delta}H^{\gamma} \text{ (Ec.63)}$$

con "Y" representando el nivel de output, "L" la fuerza de trabajo, "K" el stock de capital físico, "H" años totales de escolarización como índice del stock de capital humano, "δ" la depreciación del capital humano y "γ" el efecto del capital humano sobre la producción. Tomando logaritmos y diferenciando se obtiene que:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \beta \frac{\dot{L}}{L} + \alpha \frac{\dot{K}}{K} + (\gamma - \delta) \frac{\dot{H}}{H} \text{ (Ec.64)}$$

Esta ecuación expresa la tasa del PIB per cápita como una función lineal de la dinámica del conocimiento tecnológico, de la tasa de crecimiento del trabajo, del stock de capital físico y de la del capital humano. Hasta este momento el capital humano tenía un efecto positivo sobre el crecimiento, pero, en este trabajo se contradice esa relación positiva entre capital humano y crecimiento económico.

Según este autor este resultado atípico puede deberse a que no se incluye la calidad de la educación en el análisis; o también a que en la educación hay un umbral a partir del cual el capital humano tiene una mayor productividad.

Benhabid y Spiegel (1994) elaboraron un modelo en el que el capital humano tiene un gran impacto, siendo este la fuerza potencial de crecimiento económico. Para estudiar esto los autores partieron de una función de producción Cobb-Douglas y retrasando las variables estudiadas por el modelo un periodo, se obtiene un modelo de logaritmos- diferencias, que no da resultados significativos acerca de la contribución del capital humano y el crecimiento económico.

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} H_{it}^{\gamma} \varepsilon_{it} \quad (\text{Ec.65})$$

$$\ln(Y_{it} - Y_{it-1}) = \ln(A_{it} - A_{it-1}) + \alpha \ln(K_{it} - K_{it-1}) + \beta \ln(L_{it} - L_{it-1}) + \gamma \ln(H_{it} - H_{it-1}) + \ln(\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}) \quad (\text{Ec.66})$$

Por otro lado, al igual que ocurría con la medición del capital humano como variable flujo, hay diferentes enfoques en la medición del capital humano:

Nuevamente tenemos como primer enfoque la tasa de escolarización. Aquí se encuadran autores como Liu y Rivkin (1993) y Bhalla (1995). Su conclusión es clara: a más años de educación, mayor es la tasa de crecimiento económico. Además, Lau y identifica un rango de edad clave donde el efecto positivo se intensifica que es entre los 3 y 4 años de escolarización,

Otro enfoque, es el representado por Barro (1994) y Mahal (1995), que analizan el impacto que tiene sobre el crecimiento el gasto en educación como proporción del PIB. Ambos coinciden en que invertir en educación tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico, aunque con matices: mientras Barro observa un efecto positivo pero poco significativo, Mahal encuentra resultados que si son significativos. Esta discrepancia se debe a que no solo importa cuánto se gasta, sino en que contexto económico nos encontramos.

## **4.2. Indicadores del capital humano**

Hay indicadores que son más intuitivos en el estudio de las condiciones de la población; estos se centran en aspectos cuantitativos y cualitativos de la sociedad sin asignarles un valor económico directo. Algunos de los indicadores incluyen:

El nivel educativo alcanzado, años medios de estudio, tasas de alfabetización y escolarización y los indicadores de salud. Estos indicadores son muy simples y son los que más se han utilizado tradicionalmente a pesar de sus limitaciones.

Hay otros indicadores que permiten analizar la evolución del capital humano de una forma más realista como los empleados por el Banco de España o el Banco Mundial. Estas formas de medir el capital humano tratan de superar las limitaciones de los indicadores mencionados anteriormente combinando información sobre resultados educativos. El Banco de España usa dos indicadores para aproximar el capital humano. El primero lo mide a partir de los niveles educativos completados y sus equivalencias en años de estudios, mientras que el segundo, incluye una corrección en base a las puntuaciones obtenidas en PISA y el nivel de gasto público en educación por estudiante. El Banco Mundial, por su parte, utiliza la aproximación de Jorgenson y Fraumeni (1989), que se basa en el valor presente de los salarios futuros a obtener a lo largo de la vida laboral y está expresada en términos monetarios.

Hay otros indicadores más globales y flexibles de capital humano que emplean información sobre niveles educativos, pero también sobre niveles salariales como las aproximaciones de Mulligan y Sala-i-Martin (1997, 2000). Esta busca medir la contribución de los servicios del capital humano a la producción de cada período concreto en términos de trabajadores sin educación ni experiencia.

Un indicador que ha adquirido gran importancia en los últimos años y que es elaborado por todas estas instituciones es el Índice de Desarrollo Humano, un indicador del nivel de desarrollo económico de los países que combina indicadores de salud, educación y renta para evaluar el bienestar general de la población. Tiene su origen en el año 1990 como parte del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo y se popularizó rápidamente como un indicador más informativo que la simple comparación de la renta per cápita.

### **4.3 Principales bases de datos y formas de medir el capital humano**

Son varias las instituciones que elaboran bases de datos para analizar las condiciones de la población y por tanto evaluar la calidad del capital humano. En este apartado nos vamos a centrar en Eurostat, la Comisión Europea, el Instituto Valenciano de Investigaciones económicas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, el Banco mundial o el Banco de España.

#### *4.3.1 Comisión Europea*

La Comisión Europea mide el capital humano a través de su índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI), para ello utiliza el nivel de habilidad con las nuevas tecnologías clasificando en individuos con habilidades digitales básicas y avanzadas y especialistas en TIC y titulados en TIC.

#### *4.3.2 Eurostat*

Eurostat no tiene un indicador como tal que mida el capital humano, pero se pueden hacer aproximaciones a través de bases de datos en las que se recoge información acerca de educación, salud, empleo, habilidades y competencias.

#### *4.3.3 OCDE*

La OCDE propone medir el capital humano a través del tiempo que la gente pasa formándose o el tipo de título educativo que obtiene. Sin embargo, esto no es muy realista y la propia OCDE hace una propuesta alterna a través de probar lo que la gente sabe con los informes PISA. Estos informes evalúan tres áreas: matemáticas, lectura y ciencias y otros aspectos como la educación financiera y el contexto socioeconómico. Estos informes son útiles para medir el capital humano y además permiten hacer una comparación internacional.

Otra forma que tiene la OCDE para medir el capital humano es calcular cuánto capital humano tiene un país en términos económicos. Para ello se determina los niveles de las habilidades, competencias y aptitudes de los individuos y luego ver cuánto ganan.

#### *4.3.4 Banco Mundial*

El Banco Mundial utiliza un Indicador de Capital Humano combinando indicadores en materia de salud y educación para medir el capital humano que puede esperar tener un individuo nacido hoy al cumplir 18 años, suponiendo que el grado de

educación y las condiciones de salud permanecen constantes en el país y año de referencia. El ICH se mide en unidades de productividad en relación con un parámetro de referencia de educación completa y salud plena, y varía entre 0 y 1. El indicador se forma a través de tres componentes: La supervivencia a partir de la tasa de mortalidad infantil, educación a través de los años esperados de escolarización y calidad del aprendizaje de acuerdo con los resultados promedio en pruebas internacionales estandarizadas y por último la salud a través de la esperanza de vida.

#### *4.3.5 Banco de España*

El Banco de España mide el capital humano a través del stock en capital humano y el stock en capital humano corregido, según su calidad. El primero es una media ponderada del nivel educativo de la población en edad de trabajar, mientras que el segundo indicador corrige el stock de capital humano calculado previamente incluyendo la calidad del sistema educativo de cada país a través de los resultados obtenidos en el programa PISA de la OCDE.

#### **4.4. El capital humano en España, el IVIE:**

El Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, en adelante IVIE, tiene varias áreas de investigación siendo una de las más importantes el área de capital humano.

Esta institución ha reconocido el capital humano como un factor clave para el crecimiento económico; junto a la fundación Bancaja ha iniciado una línea de investigación en esta materia desde hace más de 20 años a través de los denominados "cuadernos de capital humano". Estos cuadernos analizan distintos aspectos del capital humano como los años de escolarización, los niveles educativos alcanzados, el gasto público en educación o aspectos relacionados con empleo y condiciones del sistema sanitario.

Además, el IVIE cuenta con varias bases de datos en capital humano recogiendo información acerca de la formación de los trabajadores, situación del mercado laboral y otros aspectos relacionados con la salud, la educación y la renta de las personas, que permiten medir el desarrollo económico de los países.

Durante la década de los años 90 del siglo pasado y la primera década del siglo XXI, el IVIE, elaboró estas bases de datos con medidas del capital humano, así como diversas investigaciones sobre su relación con el crecimiento económico y el desarrollo regional, la inserción laboral y bienestar. Estas bases se encuentran estructuradas por series nacionales, por CCAA y por provincias. Aquí el capital humano se mide a través del nivel de formación, la actividad, población ocupada según sus estudios y rama de actividad y los años medios de estudios según varias leyes de educación.

Las bases de datos se han centrado en la población en edad de trabajar, ocupados, población activa y parados. Para ello se han utilizado datos recabados por el INE y la Encuesta de población activa,

En estas bases se elaboran indicadores para medir el valor económico del capital humano según su relación con la actividad o el valor económico per cápita del capital humano según su relación con la actividad. Para ello se ha utilizado información sobre salarios, desempeño laboral, características demográficas y patrones educativos con detalle territorial para España. Para ello se estima el valor del capital humano como el valor presente de las rentas brutas laborales a obtener por la población en edad de trabajar. El capital humano se considera, por tanto, como un activo que va a generar en el futuro un flujo de rentas al contribuir a la producción de la economía, al igual que sucede con otro tipo de activos, como el capital físico. Su acumulación es resultado de la inversión previa, en educación y formación y la experiencia laboral.

Estas bases son una fuente fundamental para estudiar la dinámica y evolución del capital humano en España y en las CCAA, y se estructuran en bloques temáticos:

#### 1. Valor económico del capital humano

Esta base de datos, desarrollada en colaboración con la Fundación BBVA, estima el valor económico del capital humano en España y sus comunidades autónomas. Se organiza en cuatro bloques: Valor económico en términos corrientes (millones de euros), el Valor económico en términos constantes (millones de euros de 2010), Valor económico per cápita en términos corrientes (euros per cápita), Valor económico per cápita en términos constantes (euros per cápita de 2010).

Para su construcción y garantizar su coherencia con las cifras y criterios de la Contabilidad Nacional se utilizó información sobre salarios, características demográficas y patrones educativos.

## 2.Capital humano

Esta base fue desarrollada entre 1994 y 2013 con la ayuda de Bancaja, recogiendo información acerca de la evolución de los niveles educativos en España y su distribución por comunidades autónomas y provincias, así como indicadores relacionados con los años medios de estudio y diferencias salariales asociadas a características personales (edad, sexo, nivel educativo).

## 3.Desarrollo humano

Siguiendo la metodología del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), esta base de datos mide el nivel de desarrollo económico de los países combinando indicadores de salud, educación y renta. Los datos recopilados inicialmente cubrían el periodo 1980-2007, y posteriormente se amplió hasta 2011.

## 4.Inserción laboral

Esta base analiza la aproximación de los jóvenes al mercado laboral recogiendo información sobre, la situación laboral, el punto de vista psicosocial a través de las actitudes del joven ante distintos aspectos del trabajo y de sus preferencias en relación con el empleo y un punto de vista obteniendo información de cómo se relaciona la incorporación al mercado laboral con los principales estadios vitales (emancipación, formación de un núcleo familiar, cambio de domicilio o formación, entre otros aspectos). Los datos se actualizan cada tres años desde 1996.

Por último, entre las últimas investigaciones más destacadas del IVIE nos encontramos con trabajos como *“El valor económico del capital humano en España y sus regiones (2022)”* En este trabajo se estudia cómo afecta la formación de los individuos en el crecimiento económico de las regiones españolas.

*“La capacidad de atraer y retener talento en las comunidades autónomas españolas (2024)”*; aquí se analiza las estrategias de las distintas CCAA para atraer y retener talento y cómo estas estrategias tienen efecto sobre el crecimiento económico.

*“Resiliencia e igualdad de oportunidades educativas en el ámbito regional (2024)”*, donde se analiza cómo afectan las diferentes oportunidades educativas en las regiones afectan a la cohesión social y económica y no generan un crecimiento económico equilibrado interregional.

Por supuesto que, en la actualidad se siguen haciendo aportaciones para la medición del capital humano. Égert de la Maisonneuve y Turner (2022) proponen una nueva medida del capital humano combinando el número de años de educación junto con la calidad educativa a través de los informes PISA. Por otra parte, Criscuolo, Gal y Freund (2024) analizan para la OCDE cómo las habilidades de los trabajadores afectan la productividad de las empresas. Se produce una concentración de habilidades en las grandes empresas ya que van a contratar al mejor trabajador en cada puesto contribuyendo al crecimiento económico de los países.

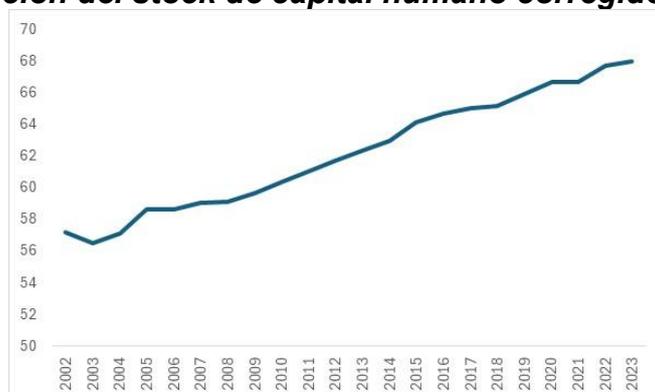
En definitiva, el capital humano es muy heterogéneo y complejo de medir. Por ello varias instituciones utilizan diferentes indicadores para medir el nivel de capital humano que tiene un país a través de indicadores basados en el grado de educación, combinando educación, salud y productividad futura, o nivel de ganancias que se espera obtener.

## **5. CAPITAL HUMANO Y CRECIMIENTO ECONOMICO EN LAS CCAA.**

En este apartado analizamos la relación existente en España entre crecimiento económico y el capital humano. Para ello utilizamos datos proporcionados por el INE del PIB y el PIB per cápita, así como del nivel de formación de la población. También vamos a analizar el gasto ejecutado en educación en las distintas CCAA, así como indicadores que miden directamente el capital humano; para ello vamos a utilizar la aproximación realizada por el IVIE y el Banco de España y los informes PISA realizados por la OCDE. En los indicadores que miden directamente el capital humano, el IVIE realiza una aproximación vía actualización de los salarios que va a obtener la población en edad de trabajar. El Banco de España elabora el indicador de capital humano a través de un modelo que recoge variables socioeconómicas, nivel de formación y salarios. Este modelo se corrige a través de la puntuación obtenida por los informes PISA. A modo de ejemplo, antes de

entrar en ningún tipo de análisis vamos a ver la evolución que ha tenido este último indicador para el conjunto de España ya que solo se presenta a nivel nacional.

**Figura 1: Evolución del stock de capital humano corregido en (%). 2002-23**



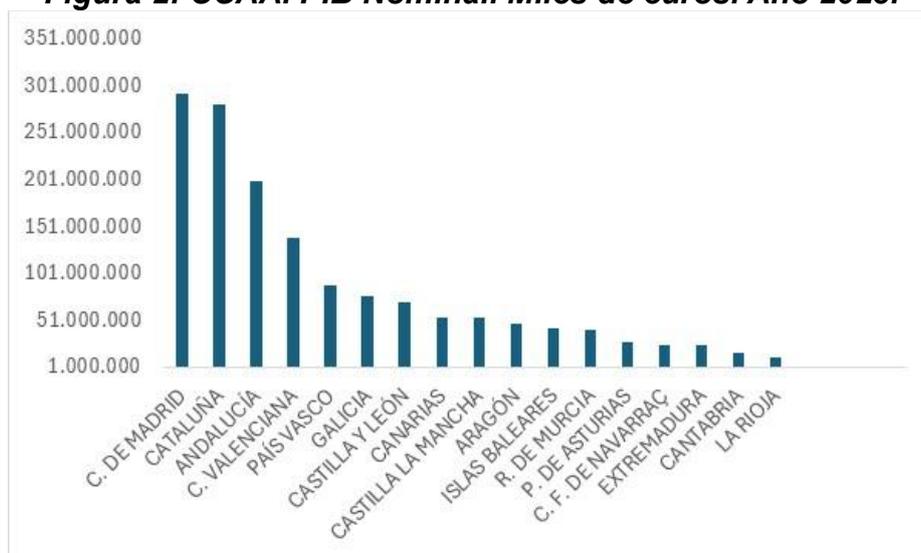
*Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de España*

La figura 1 muestra la evolución del capital humano en España corregido a través de los informes PISA. El indicador se construye a través de un modelo que recoge variables socioeconómicas, nivel de formación de la población, y salarios corregidos con los resultados de los informes PISA. Se observa una evolución creciente para todo el periodo, con alguna disminución en el año 2020, fruto de la constante mejora en los sistemas educativos de las distintas regiones de España. Este indicador se encuentra muy relacionado con la tendencia que ha experimentado el gasto público en educación a lo largo del mismo periodo.

### **5.1 Indicadores de Crecimiento Económico**

Comenzando por los indicadores de crecimiento económico, la figura 1 muestra las CCAA ordenadas en función de su PIB nominal de 2023. A la cabeza nos encontramos con la Comunidad de Madrid seguida de Cataluña y Andalucía. A la cola nos encontramos con regiones como La Rioja, Cantabria o Extremadura. Castilla y León se encuentran en el séptimo puesto de esta clasificación.

**Figura 2: CCAA. PIB Nominal. Miles de euros. Año 2023.**

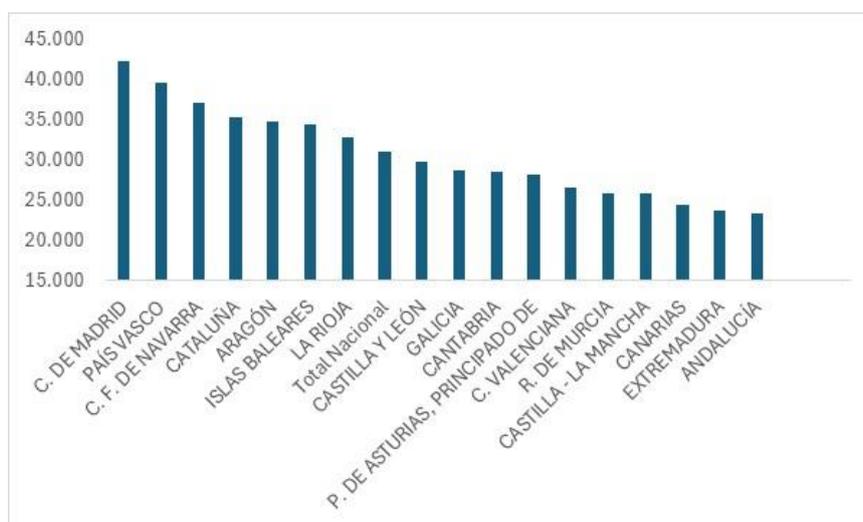


Fuente: Elaboración propia con datos de INE.

Las razones son varias. En comunidades como Andalucía hay un efecto escala muy fuerte al tratarse de una comunidad autónoma muy extensa. Algo parecido ocurre con La Rioja, Cantabria o la Comunidad Foral de Navarra, al ser comunidades muy pequeñas, en términos absolutos se encuentran mal posicionadas cosa que, al hablar en términos de tasa de variación, se corrige. La comunidad de Madrid es sede de empresas muy importantes en España y sede de organismos gubernamentales, Cataluña tiene un gran tejido industrial, la Comunidad Valenciana y Galicia a pesar de que su sector industrial también es importante son comunidades con un gran atractivo turístico. Por su parte, Extremadura tiene poca industria y baja densidad de población. El caso de Cantabria es particular ya que, si posee algo de industria y es una zona turística pero su superficie, pero su reducido tamaño hace que su PIB sea bajo. Por último, Castilla y León se encuentra en una posición intermedia por tener industria, una producción agrícola relevante y una infraestructura logística importante.

La figura 2 muestra el nivel de PIB per cápita en las distintas regiones de España. Aquí la situación es distinta, puesto que se elimina el efecto escala advertido en la figura anterior consecuencia de tomar el PIB agregado. Andalucía que en términos de PIB ocupaba unos de los primeros puestos, en términos de PIB per cápita ocupa el último. El caso de la Rioja también es reseñable ya que en el primer gráfico se encontraba en último lugar mientras que en términos de PIB per cápita ocupa una posición intermedia.

**Figura 3: CCAA. PIB nominal per cápita. Año 2023.**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE.

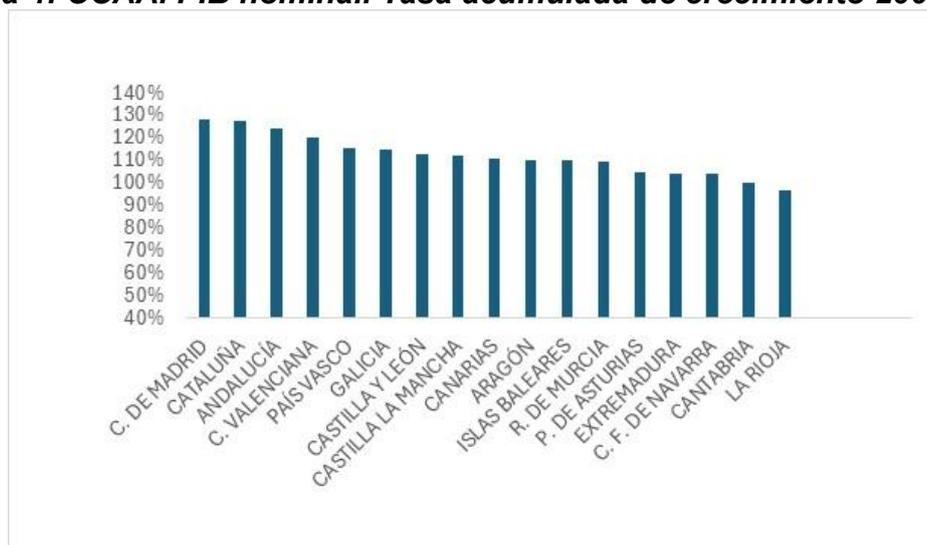
Una vez más nos encontramos con la comunidad de Madrid ocupando el primer puesto con unos 43.000 euros por habitante. Ocupa el primer puesto ya que es el centro financiero y político del país. Además, hay una gran concentración de trabajos cualificados y sectores de alto valor añadido. En segundo lugar, nos encontramos con Navarra con unos 40.000 € aproximadamente por habitante; aquí los motivos residen en que esta región tiene una economía muy diversificada con un fuerte peso de la industria y una población más pequeña pero muy productiva. Como se verá en gráficos posteriores esta comunidad tiene un gasto público por habitante elevado como por ejemplo el gasto en educación, lo cual probablemente tendrá que ver con la foralidad de su sistema de financiación autonómica, lo cual es aplicable a la región que ocupa el tercer lugar, el País Vasco con unos 38.000 € aproximadamente por habitante; las razones son varias como por ejemplo una tradición industrial fuerte, una alta inversión en innovación y formación profesional y un tejido empresarial denso y eficiente.

Castilla y León se encuentra un escalón por debajo de la renta per cápita nacional. Lo cual se explica fundamentalmente porque se da la ficción estadística provocada por la pérdida de población, lo que artificialmente incrementa la renta per cápita castellanoleonesa al mismo ritmo que la nacional.

En los últimos puestos están Andalucía, Extremadura y Canarias. En el caso de Andalucía se explica por tener mucha población y una menor productividad por

habitante, dependencia de sectores con bajo valor añadido como la agricultura o el turismo que tiene un carácter estacional, bajos niveles de formación y una mayor tasa de paro estructural. El caso de Canarias y Extremadura reside en problemas relacionados con el carácter insular de las islas y la dependencia del turismo y en el caso de Extremadura problemas relacionados con un bajo nivel de industrialización y problemas estructurales ya que históricamente ha sido una de las regiones más pobres de la Península.

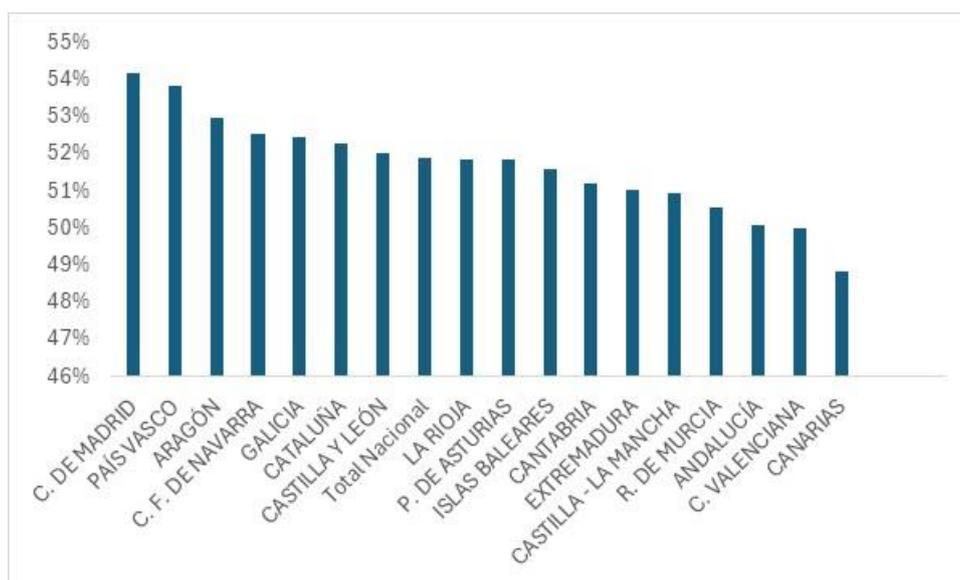
**Figura 4: CCAA. PIB nominal. Tasa acumulada de crecimiento 2000-2023**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE

En términos de crecimiento económico la situación no cambia mucho. Como se advierte en la figura 3, las CCAA con mayor crecimiento para el periodo 2000-2023 son Madrid, Cataluña y Andalucía, y las que menos han crecido son La rioja, Cantabria y Navarra. Esto se debe a los factores explicados en la figura 1, pero aquí llama la atención el caso de las tres últimas comunidades. Estas comunidades son muy pequeñas en comparación con el resto de las comunidades por lo que, en términos relativos, como se verá en el grafico siguiente, pueden ocupar mejores puestos. Castilla y León se encuentran en una posición intermedia con un crecimiento del 115% aproximadamente. Esto se debe a que tiene sectores fuertes como el industrial, en especial la industria automotriz y agroalimentaria o la agricultura. Para analizar mejor el crecimiento económico en las CCAA habría que relativizar estas cifras de acuerdo con la población de cada comunidad, lo que se advierte en la figura 4.

**Figura 5: CCAA. PIB nominal per cápita. Tasa de crecimiento 2000-2023**



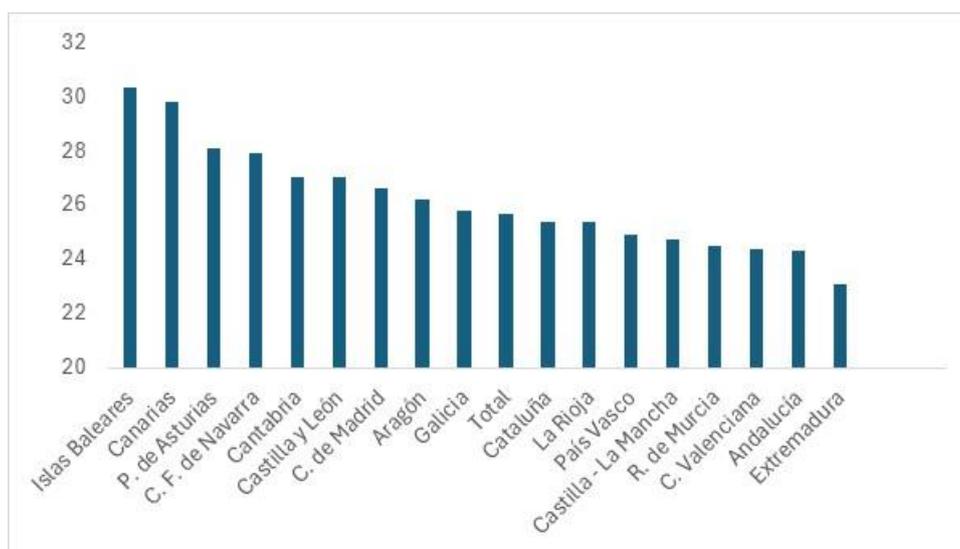
Fuente: Elaboración propia con datos del INE

## 5.2 Indicadores de Capital humano

Pasando a los indicadores de capital humano, los mostrados en las figuras 5 y 6 ordenan a las CCAA según el porcentaje de población en edad de trabajar (16-64 años) con un determinado nivel de formación. En el caso de España los niveles 3 a 4 (figura 5) comprenden la educación secundaria obligatoria y postobligatoria, es decir, la ESO, el Bachillerato, y la formación profesional de grado medio o superior que no llegan a considerarse educación universitaria. Los niveles 5-8 (figura 6) corresponden con estudios universitarios y otros estudios superiores.

Comenzando con los niveles 3 y 4, en las primeras posiciones se hallan Baleares, Canarias y Asturias con un porcentaje de población con educación secundaria cercana al 30%, una proporción muy superior a la media nacional. Extremadura es la que ocupa el peor puesto debido a factores estructurales e históricos como la baja industrialización que no requiere mano de obra de gran cualificación. Andalucía ocupa el segundo peor puesto a pesar de los esfuerzos realizados en las últimas décadas para reducir el abandono escolar temprano.

**Figura 6: CCAA. Formación población de 16 a 64 años (%). Nivel 3-4. 2023**

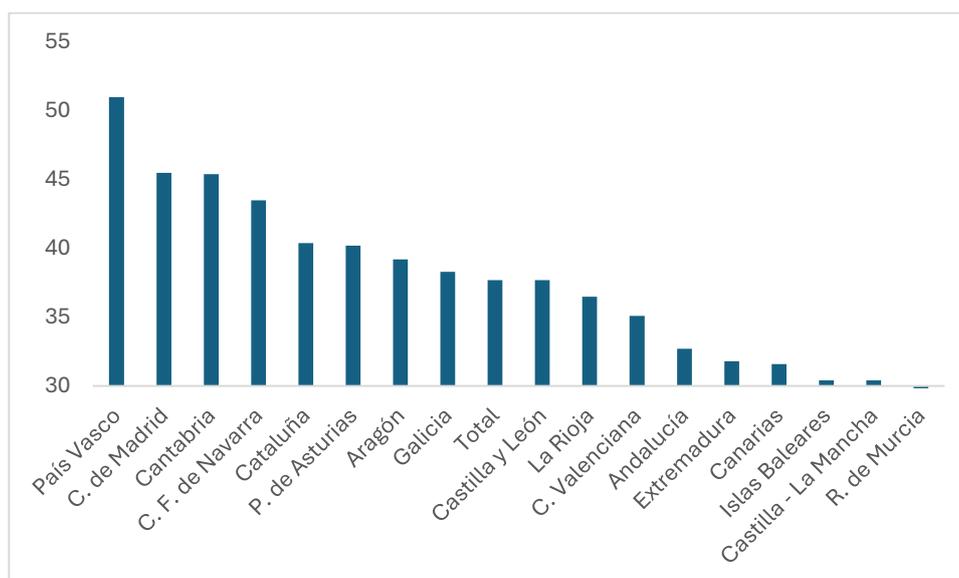


Fuente: Elaboración propia con datos del INE.

Por su parte, Castilla y León se sitúa en una posición intermedia-alta, con un porcentaje cercano al 28%, debido a un sistema educativo sólido y estable en todas las provincias permitiendo mantener buenos niveles de formación media. Además, al contar con un tejido productivo potente en el que se requiere cualificación técnica, existe un incentivo real para que los individuos finalicen la educación secundaria o acceda a ciclos formativos. Por tanto, Castilla y León aparece en una buena posición en este indicador de capital humano.

En cuanto a la ordenación según la población con educación terciaria, figura 6, observamos que las regiones con mejor posicionamiento son País Vasco, Madrid y Cantabria ya que prácticamente la mitad de su población tiene estudios superiores. El País Vasco lidera con claridad, gracias a la presencia de una fuerte red de universidades, un gran esfuerzo inversor en I+D y la presencia de sectores industriales avanzados que requieren personal altamente cualificado. La Comunidad de Madrid destaca por ser un gran centro económico y de servicios, donde el empleo suele exigir formación superior además de tener como ocurre en el país vasco con una fuerte red de universidades. En tercer lugar, aparece Cantabria, un caso particular donde probablemente influye un efecto escala: al tener una población reducida, un incremento pequeño en el número de titulados puede elevar significativamente el porcentaje total.

**Figura 7: CCAA. Formación de la población 16 a 64 años (%). Nivel 5-8. 2023**



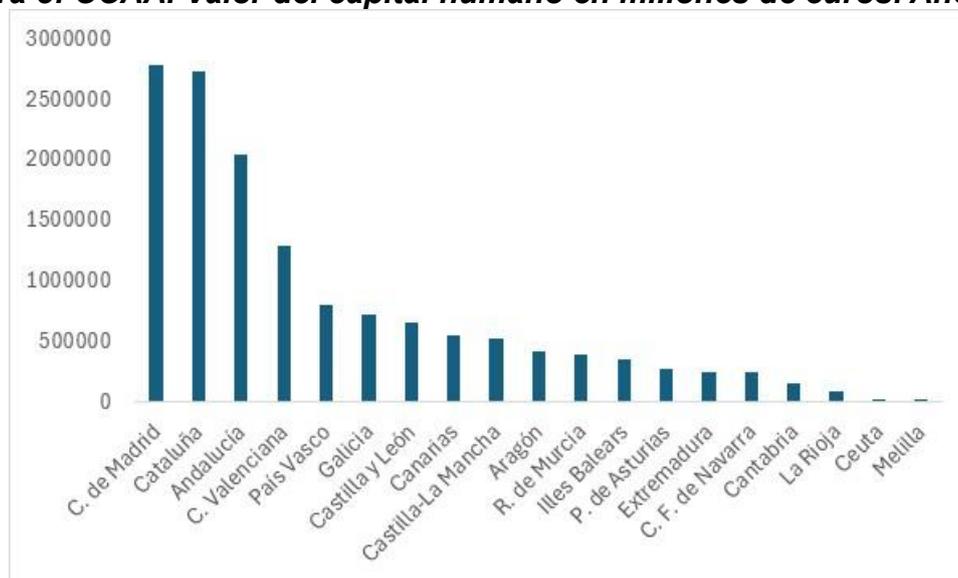
Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

Las comunidades que tienen un peor nivel en este indicador son Murcia, Castilla-La Mancha y las Islas Baleares con aproximadamente un 30% de población activa con educación superior. Esto puede estar relacionado un mercado laboral más enfocado a sectores que no requieren una gran formación como el turismo, la agricultura o la construcción, donde no es necesaria una formación universitaria. Por último, Castilla y León se sitúa en una posición intermedia, ligeramente por encima de la media nacional, lo cual es indicativo de un sistema educativo sólido con presencia de universidades de gran importancia a nivel nacional.

En lo relativo al indicador de capital humano elaborado por el IVIE, basado en la estimación de los salarios que obtendrá la población ocupada según su nivel de formación, las comunidades con una mejor posición son Madrid, Cataluña y Andalucía, lo que anticipa un evidente efecto escala a ser las que posee el mayor número de habitantes. Este indicador refleja no solo el nivel de formación de las personas, sino su aplicación práctica en el mercado laboral ya que este indicador recoge los salarios actualizados que va a obtener una persona a lo largo de su vida laboral, por lo que las comunidades con un mayor dinamismo económico son las que ocupan los primeros puestos excepto en el caso de Andalucía; que una vez más se encuentra alterada por el efecto escala lo que da pie a analizar este indicador en términos per cápita. Por último, Castilla y León una posición intermedia, lo cual es coherente con su tamaño poblacional y su estructura

productiva diversificada, aunque no tan intensiva en capital humano como otras regiones más dinámicas.

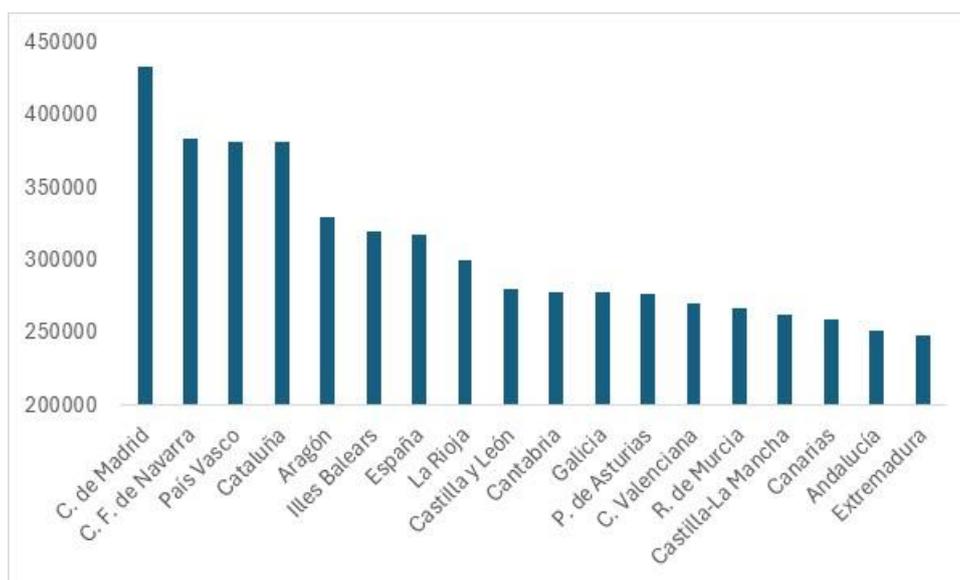
**Figura 8: CCAA. Valor del capital humano en millones de euros. Año 2018**



Fuente: Elaboración propia con datos del IVIE

Para corregir el efecto escala anterior se ha calculado el valor económico del capital humano per cápita (figura 8), y ahora se observa que las regiones mejor posicionadas son Madrid, Navarra, País Vasco y Cataluña con unos niveles en el entorno de los 400.000 euros. Estas comunidades no solo poseen unos sistemas educativos eficientes, sino que también hay empleos de alta cualificación que permiten. En este caso, Castilla y León vuelve a situarse en una posición intermedia, lo que refleja que, aunque forma bien a su población, aún tiene margen de mejora para retener talento y generar empleos altamente productivos que capitalicen ese conocimiento.

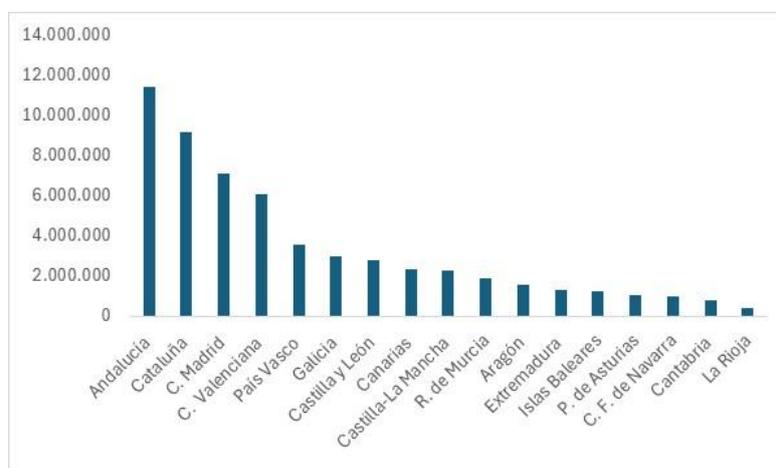
**Figura 9: CCAA. Valor del capital humano per cápita. Año 2018.**



Fuente: Elaboración propia con datos del IVIE

Las figuras 10 y 11 ordenan a las CCAA en función del gasto público en educación. Ambos gráficos muestran las mismas posiciones para las CCAA por lo que la interpretación de sendos gráficos es parecida.

**Figura 10: Gasto Público en educación por cobertura económica incluidos capítulos financieros en miles de euros. Año 2023.**

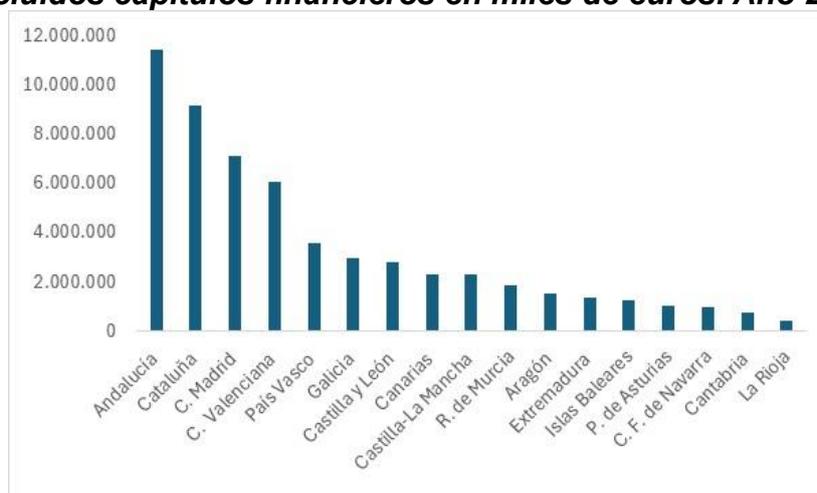


Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de educación

Cabe destacar que la inclusión de los capítulos financieros recoge gastos como amortización de deuda o concesión de préstamos, que nada tienen que ver con el gasto que se hace en educación ordinaria por lo que para facilitar la interpretación se toma el gráfico 11 en el que se excluyen dichos capítulos. Los datos reflejan que Andalucía, Cataluña y Madrid son las que más gasto agregado ejecutan en

educación. Este resultado una vez más se encuentra ligado al efecto escala en el caso de Andalucía por lo que este indicador está distorsionado por la población que al ser una región muy poblada necesita un gran gasto en población por lo que relativizando este indicador se mostrara que posición ocupa realmente. Aun así, en los casos de Madrid y Cataluña esta fuerte inversión en educación es clave para sostener su posición destacada en capital humano y formación superior, como se vio en los gráficos anteriores.

**Figura 11: CCAA. Gasto Público en educación por cobertura económica excluidos capítulos financieros en miles de euros. Año 2023.**



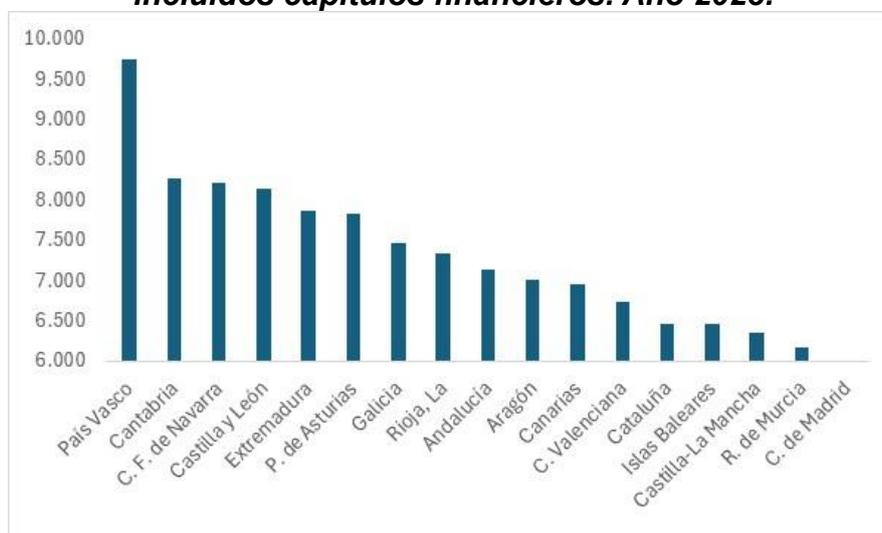
Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de educación

En el extremo contrario nos encontramos con La Rioja, Cantabria y Navarra. Este es un caso claro de que este indicador está distorsionado como se ha dicho anteriormente por el efecto de escala ya que en términos relativos estas regiones se encuentran entre las que mayor esfuerzo inversión en educación por alumno ejecutan. Por su parte, Castilla y León se sitúa en una posición media-alta en términos de gasto absoluto. Esto es coherente con su tamaño poblacional y con los buenos resultados educativos que presenta en otros indicadores, como el porcentaje de población con estudios superiores.

En cuanto al gasto en educación por alumno (figuras 12 y 13), al igual que en el caso agregado la posición de las comunidades incluyendo o excluyendo los capítulos financieros no cambia. En este caso, el País Vasco, Cantabria y Navarra encabezan el ranking. Se trata de regiones con un elevado nivel de renta y con una gestión autonómica más favorable debido a su carácter foral en el caso vasco y navarro. En estas comunidades este gasto elevado por alumno se traduce en

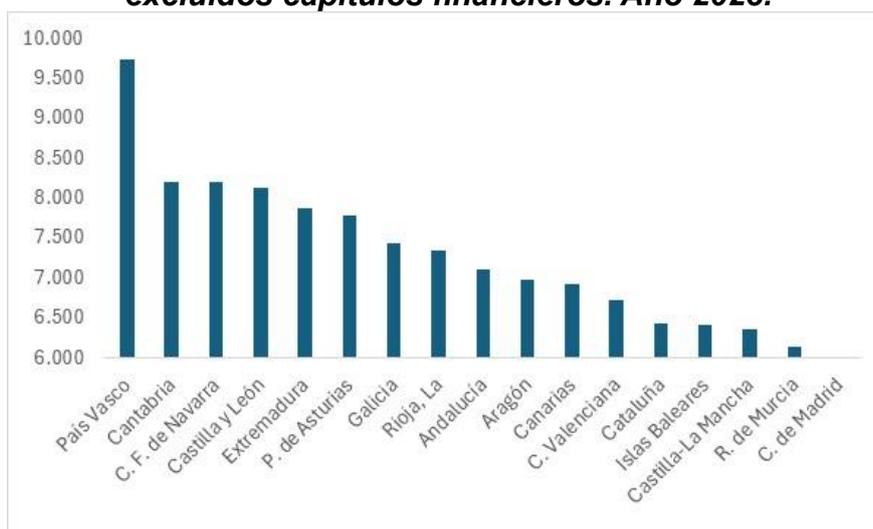
infraestructuras escolares de calidad, ratios alumno-profesor más contenidos y mejores condiciones laborales para el profesorado, lo que se refleja también en los buenos indicadores educativos y en el elevado valor del capital humano que estas regiones presentan. En el lado opuesto, la Comunidad de Madrid, Murcia y Castilla-La Mancha que son las comunidades que menos gastan por alumno. En el caso de Madrid esto puede deberse a una fuerte presión demográfica que a largo plazo podría comprometer la calidad del servicio educativo. Murcia y Castilla-La Mancha, por su parte, también se enfrentan a retos de financiación, con menor esfuerzo relativo por estudiante. Por su parte, Castilla y León vuelve a destacar positivamente, situándose en los primeros puestos en gasto por alumno. Esto refleja un gran compromiso con la equidad dentro de las provincias de la comunidad ya que educar en una comunidad con muchos núcleos rurales y poca densidad de población exige una mayor inversión por alumno para mantener la calidad del servicio. Esto se traduce en buenos resultados educativos como se verá en los tres siguientes gráficos y en un valor de capital humano notable, especialmente en comparación con otras regiones del interior.

**Figura 12: Gasto ejecutado en educación por alumno en las CCAA en euros incluidos capítulos financieros. Año 2023.**



Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de educación

**Figura 13: Gasto ejecutado en educación por alumno en las CCAA en euros excluidos capítulos financieros. Año 2023.**

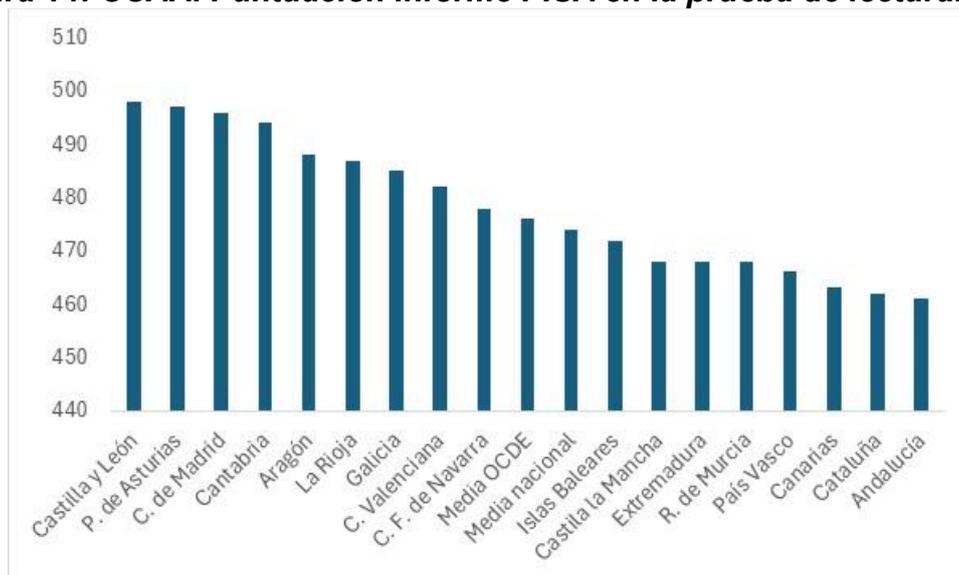


Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de educación

Las figuras 14, 15 y 16 ordenan a las CCAA según sus resultados en los informes PISA obtenidos por alumnos de 15 años. El informe PISA evalúa las competencias en lectura, matemáticas y ciencias, y su puntuación se construye en base a pruebas estandarizadas. La media de la OCDE se sitúa como referencia comparativa junto con la media nacional. Estas puntuaciones otorgadas por la OCDE pueden oscilar entre 200 y 800 puntos, aunque la media tradicional en el conjunto de los países de la OCDE suele encontrarse entre los 400 y 500 puntos.

En lectura, figura 14, las tres CCAA con mejores resultados son Castilla y León, Asturias y Madrid, todas superando los 495 puntos, lo cual las coloca muy por encima de la media nacional (476) y la media OCDE con aproximadamente 474 puntos. En el otro extremo, Cataluña, Canarias y Andalucía se posicionan como las comunidades con peores resultados, todas por debajo de los 460 puntos muy por debajo de la media de la OCDE y de la media nacional.

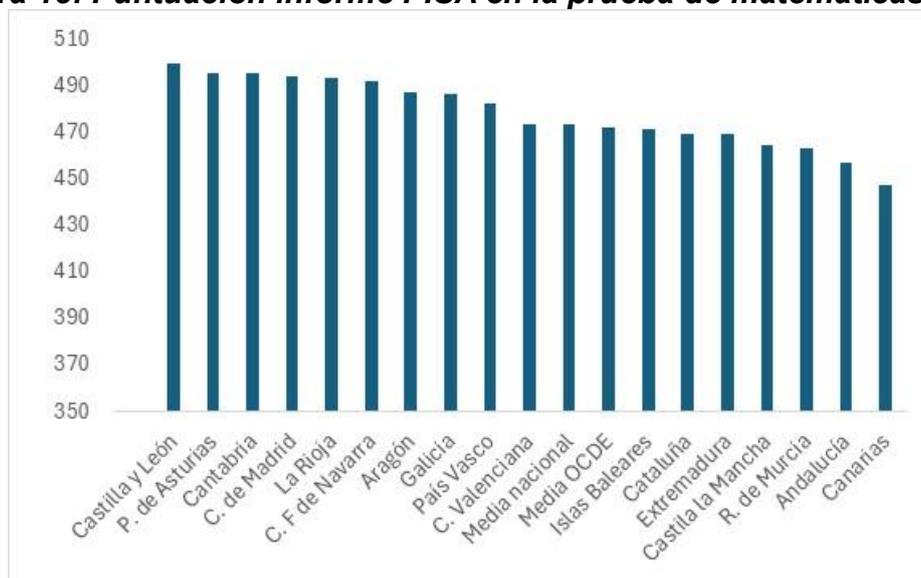
**Figura 14: CCAA. Puntuación informe PISA en la prueba de lectura. 2022**



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE.

En matemáticas se repite el patrón anterior, y Castilla y León lidera con 499 puntos acumulados seguida de cerca por Asturias y Cantabria. Las peores puntuaciones corresponden con las CCAA de Andalucía, Canarias y la Región de Murcia.

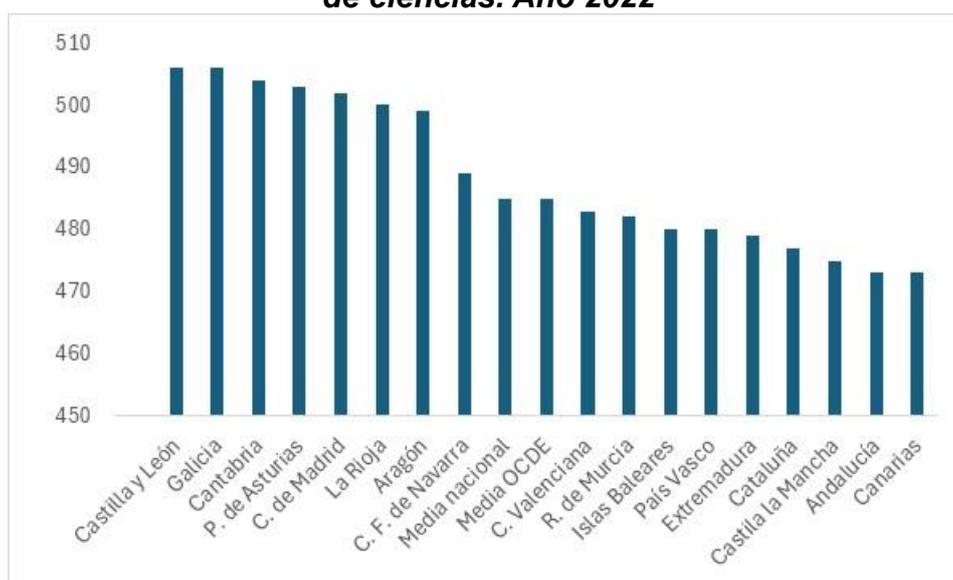
**Figura 15: Puntuación informe PISA en la prueba de matemáticas. 2022**



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE

El gráfico 16, relativo a la prueba de ciencias, muestra la misma tendencia: Castilla y León, Galicia y Cantabria presentan los mejores resultados empatando a 506 puntos los dos primeros, de nuevo por encima del promedio nacional e internacional, mientras que Canarias, Andalucía y Cataluña ocupan los últimos lugares.

**Figura 16: Puntuación obtenida por CCAA en el informe PISA en la prueba de ciencias. Año 2022**



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE.

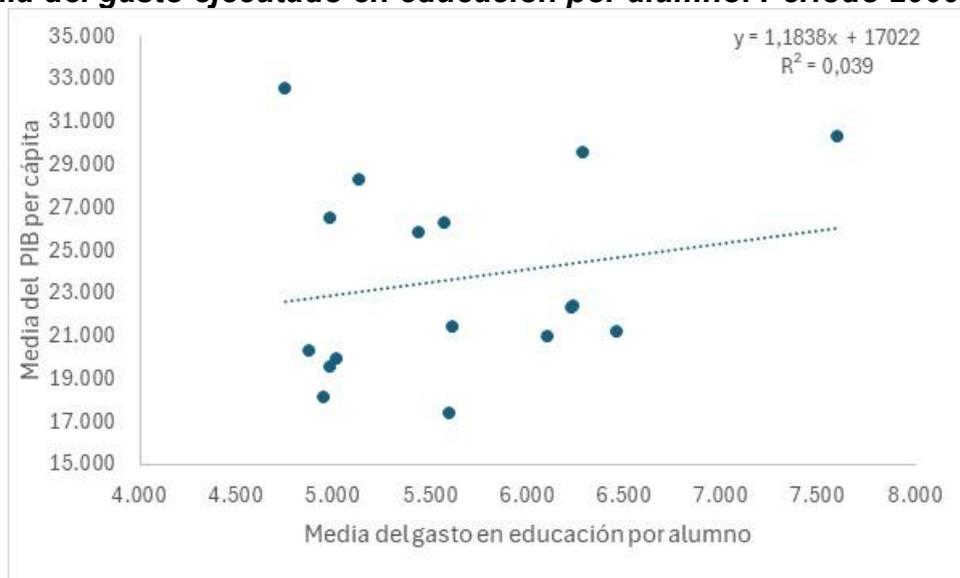
A modo de conclusión se puede observar una relación entre gasto por alumno y rendimiento académico: las comunidades que más invierten por estudiante como el País Vasco, Cantabria y Navarra tienen unas posiciones altas en las pruebas PISA con la excepción del País Vasco en lectura y ciencias. El caso de Castilla y León es el más destacable ya que sin ser la comunidad con mayor gasto total, mantiene un gasto por alumno elevado y consigue sistemáticamente los mejores resultados educativos en las tres competencias evaluadas lo que sugiere una inversión eficaz y una gestión educativa eficiente. Sin embargo, las comunidades con menor gasto por alumno obtienen los peores resultados académicos.

### **5.3 Correlación entre el capital humano y crecimiento económico**

Como hemos visto en los cuatro primeros capítulos de este trabajo, el capital humano es motor de crecimiento económico, tal y como demostraban Lucas (1988) y Mankiw, Romer y Weil (1992). En este apartado se va a estudiar la correlación entre el crecimiento económico y variables como el gasto en educación, el valor económico del capital humano o el nivel de formación de la población, para ver si más gasto en educación o más capital humano conseguido a través de formación o de las capacidades intrínsecas de los individuos da lugar al crecimiento económico. En este apartado se descartan variables agregadas ya que tienen un efecto de escala indeseable que impiden un análisis claro y realista.

La figura 17 descubre la relación positiva entre el gasto público en educación por alumno y el PIB per cápita de las CCAA. La recta de regresión, con pendiente positiva (1,18) expresa que, por cada euro adicional invertido en educación por alumno, el PIB per cápita aumenta en 1,18 euros. Esto sugiere que las regiones que más invierten en educación por alumno tienden a tener niveles más altos de renta per cápita, lo que implica una visión de la educación como inversión y no como un gasto más. Este gráfico muestra como el gasto educativo es productivo ya que se traduce en niveles más altos de renta. Además, a largo plazo esta inversión tiene un efecto acumulativo ya que la inversión sostenida en educación genera impactos estructurales generando una mayor capacitación de la fuerza laboral, lo cual se traduce en un mayor crecimiento económico. En resumen, el gráfico confirma que el gasto en educación es uno de los motores fundamentales del crecimiento económico ya que para todo el periodo el crecimiento del PIB per cápita ha sido positivo gracias a la constante inversión en educación que garantiza la formación de trabajadores capacitados que favorecen el progreso sostenido.

**Figura 17: CCAA. Correlación entre la media del PIB Nominal per cápita y la media del gasto ejecutado en educación por alumno. Periodo 2000-2023**

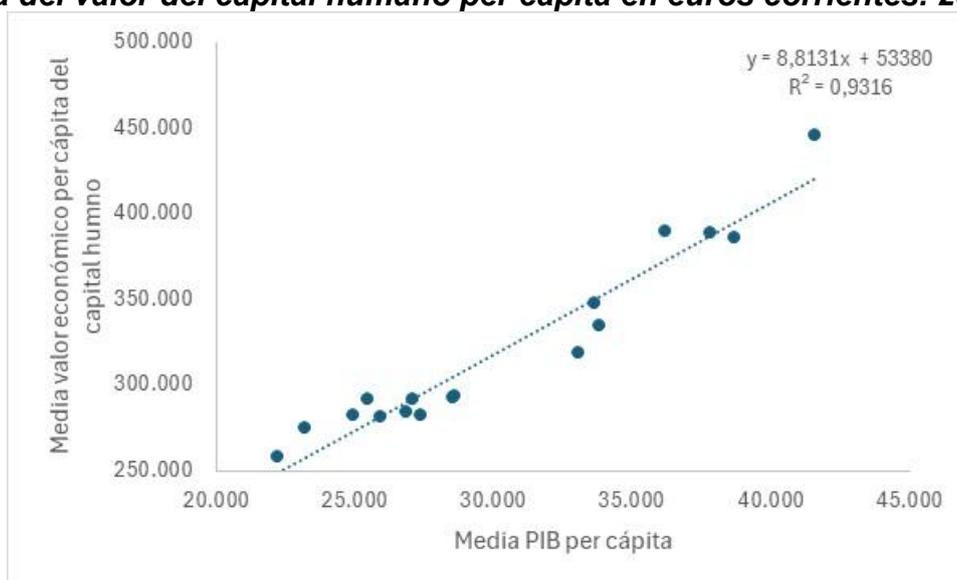


Fuente: Elaboración propia con datos del INE y del Ministerio de educación

La figura 18 muestra la correlación positiva existente entre la media del valor económico del capital humano per cápita utilizando la especificación del IVIE y la media del PIB per cápita para el periodo 2000-2018. La pendiente positiva de la regresión (8,8131) indica que un mayor valor económico per cápita de capital

humano se traduce en mayor PIB per cápita. A medida que las personas se forman y obtienen mejores puestos de trabajo se genera más valor añadido en sus puestos laborales. Sin embargo, este indicador puede verse distorsionado por un mercado laboral que no es capaz de absorber el capital humano de los individuos ya que se basa en expectativas laborales. De todas formas, vemos como para el periodo estudiado hay una relación positiva entre estas dos variables.

**Figura 18: CCAA. Correlación entre la media PIB nominal per cápita y la media del valor del capital humano per cápita en euros corrientes. 2000-18**

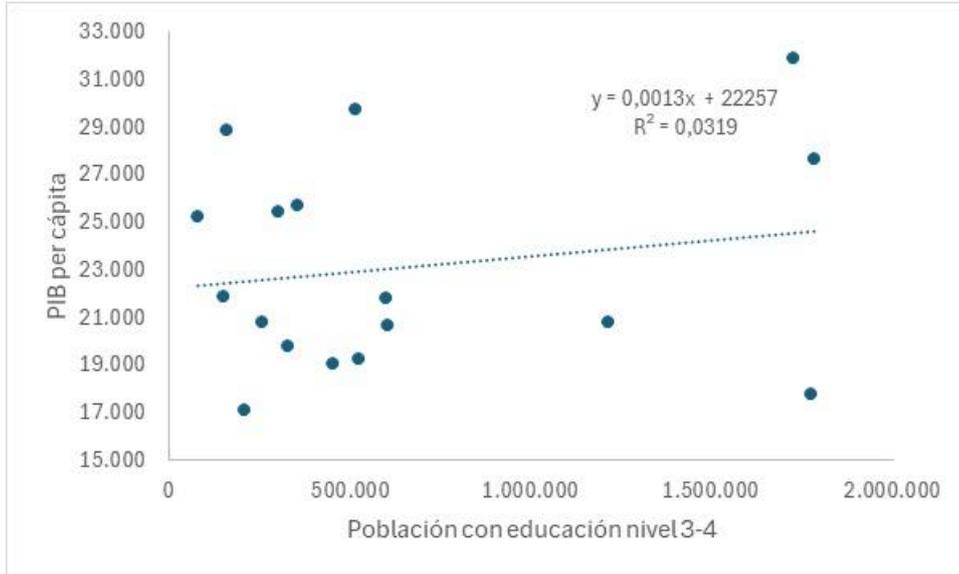


Fuente: Elaboración propia con datos del INE y del IVIE.

Las figuras 19 y 20 muestran la correlación entre el PIB per cápita y el porcentaje de personas con un nivel 3-4 de formación (que corresponde a educación secundaria) y con educación de nivel 5-8 (correspondiente a educación terciaria) en las CCAA durante el período 2004–2021. La figura 19 no muestra correlación alguna, se puede intuir una tendencia positiva ya que las regiones con mayor porcentaje de población con educación secundaria tienen niveles más elevados de renta per cápita. Lo mismo descubre la figura 20, que refleja la relación entre el PIB per cápita y el porcentaje de población con educación terciaria, donde la correlación es prácticamente inexistente, pero, aunque pueda parecer contradictorio, este último resultado tiene varias explicaciones posibles. Una sería que la educación superior no garantiza automáticamente una mayor productividad ya que debe haber un tejido económico que aproveche ese capital humano. Otra explicación es que los titulados universitarios en ciertas CCAA pueden encontrarse en situaciones de sobre cualificación o desajuste entre estudios y

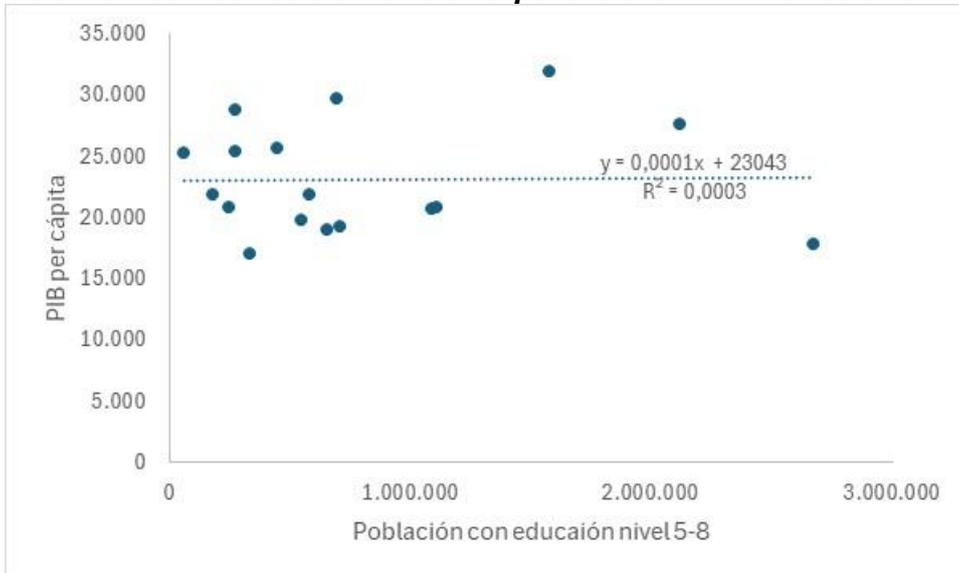
empleo, lo que limita el efecto de este nivel educativo sobre el crecimiento económico. Por último, otra explicación podría ser que los beneficios derivados de la educación terciaria tardan en manifestarse y se hacen tangibles a largo plazo a través de innovaciones o emprendimiento.

**Figura 19: Correlación entre la media del PIB per cápita y la media de la población con educación secundaria en las CCAA. Periodo 2004-2021**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE

**Figura 20: Correlación entre la media del PIB Nominal per cápita y la media de población con educación terciaria para las CCAA. Periodo 2004-2021**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE

#### 5.4. Desigualdad regional en España. Estudio de la sigma-convergencia:

En este último apartado vamos a estudiar si ha habido una convergencia regional a través del estudio del crecimiento económico y de la evolución del gasto en educación por alumno en las diferentes comunidades de España.

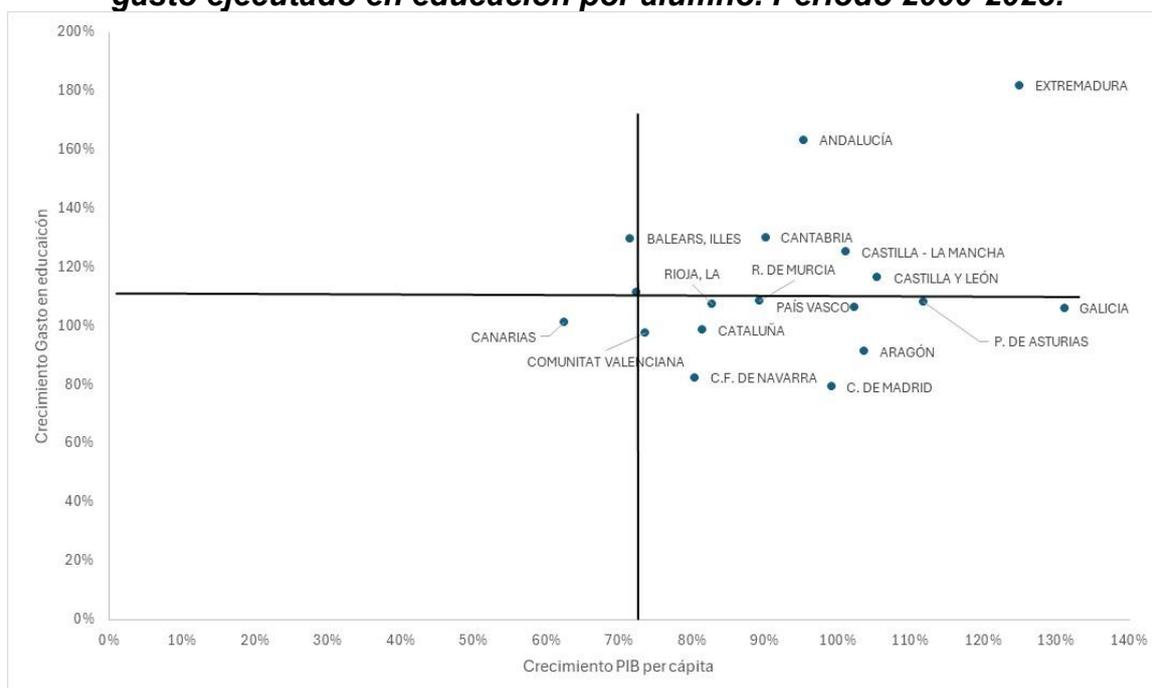
Como hemos demostrado en el apartado anterior, el gasto en educación por alumno es capaz de explicar el crecimiento económico en las diferentes regiones de España. Por ello utilizaremos el PIB per capita y el gasto en educación por alumno y ver su evolución en el periodo 2000-2023 para ver en qué situación se encuentran las diferentes CCAA en términos de crecimiento económico a través del capital humano. Esto nos va a permitir analizar la evolución a lo largo del tiempo de la desigualdad interregional en términos de crecimiento económico y de la variación del gasto educativo por alumno. Para ello vamos a utilizar el indicador sigma-convergencia que se recoge a través de la siguiente fórmula:

$$H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log(y_i) - \log(\mu))^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\log(y_i)^2}{\log(\mu)} \quad (\text{Ec.67})$$

Si “ $H$ ” crece con el tiempo, ello implica divergencia; si sigma disminuye habrá convergencia,  $y_i$  representa el nivel de renta per cápita para cada región en el año objeto de análisis, “ $\mu$ ” representa la renta per cápita media, es decir, el valor correspondiente a España, para dicho año y “ $n$ ” representa el número de regiones. La sigma convergencia será la raíz cuadrada de la (Ec.67). Para el año 2000 se obtiene un valor de 0,25 y para el año 2023 un valor de 0,18. Como ha habido una disminución de este valor y el periodo que se ha estudiado es amplio se puede afirmar que ha habido una convergencia regional entre estas dos variables para el periodo 2000-2023.

Gráficamente podemos apreciar este indicador a través de la figura 21. La línea vertical representa el crecimiento del PIB nominal per cápita para España y la horizontal lo mismo para el crecimiento del gasto en educación por alumno para el mismo periodo. Vemos que las CCAA mejor posicionadas son Extremadura encontrándose muy por encima de la media en gasto educativo y con un crecimiento elevado del PIB per cápita. Algo parecido ocurre con Andalucía que ha tenido un buen crecimiento del gasto en educación y PIB per cápita mejorando en ambos frentes reduciendo las brechas regionales.

**Figura 21: Tipología regional según la evolución del PIB per cápita y del gasto ejecutado en educación por alumno. Periodo 2000-2023.**



Fuente: Elaboración propia con datos del INE y del IVIE.

En las peores posicionadas nos encontramos con Canarias que ha tenido un bajo crecimiento del PIB per cápita y un gasto en educación por debajo de la media. En las Islas Baleares el PIB per cápita ha crecido pero el gasto en educación se quedó por debajo del promedio. Por último, la Comunidad Valenciana ha tenido un crecimiento económico bajo y también bajo crecimiento del gasto en educación. Por su parte Castilla y León ha tenido un crecimiento económico ligeramente superior a la media, al igual que en gasto educativo.

## 5. CONCLUSIONES.

La conclusión principal de este trabajo, iniciado con un repaso a las aportaciones más importantes a la teoría del capital humano con el inicio en Schultz (1960) y consolidación con Becker (1964), es que la inversión en capital humano fundamentalmente a través de la educación es una de las palancas más potentes del crecimiento económico para los países y las regiones. Hemos visto aportaciones recientes como la de Heckman (2013) que decía que los esfuerzos inversores en la educación deben darse en las primeras etapas educativas, Goldin (2002) con la dimensión de género y Acemoglu (2009) a través de las instituciones,

tecnología y complementariedad con el capital físico amplían este marco y lo dotan de una perspectiva contemporánea.

En el plano teórico, los modelos analizados convergen en la relevancia del capital humano, pero difieren en el mecanismo. El modelo de Mankiw, Romer y Weil (1992) de crecimiento exógeno concluía que la única manera de crecimiento económico es si hay una mejora exógena del capital humano, mientras que el modelo de Lucas (1988) manifiesta que hay un crecimiento endógeno a través de la productividad del capital humano y de la fracción de tiempo que se dedica al capital humano, ambas variables endógenas al modelo.

Los datos para las comunidades autónomas españolas avalan más firmemente la lógica de Lucas (1988): allí donde hay una mayor inversión educativa se observa una trayectoria de PIB per cápita claramente superior. A través de la figura 22 se puede comprobar mejor lo citado anteriormente:

**Figura 22: CCAA. Conclusión de indicadores.**

Indicador destacado	Comunidades líderes
PIB per cápita	Madrid, País Vasco, Navarra, Castilla y León
PISA (calidad)	Castilla y León
Gasto en educación por alumno	País Vasco
Valor económico del capital humano (IVIE)	Madrid, Navarra, País Vasco

En términos dinámicos vemos como hay una correlación gasto-crecimiento económico ya que si se comparan los crecimientos del PIB per cápita y del gasto educativo por alumno hay una correlación claramente positiva. Extremadura y Andalucía sobresalen por un gran impulso al gasto educativo y un crecimiento del PIB apreciable, ilustrando el principio del modelo de Lucas consistente en que quien más invierte en capital humano, más crece. Madrid y País Vasco presentan alto crecimiento económico con un aumento del gasto algo más contenido, señal de que parten de niveles educativos ya elevados y se benefician de rendimientos

crecientes y de un tejido productivo intensivo en conocimiento. Castilla-La Mancha, Cantabria, Castilla y León y Baleares combinan incrementos notables en ambos ejes, reforzando la correlación positiva. Sin embargo, vemos como Canarias y Comunidad Valenciana tienen un bajo gasto y crecimiento. En conjunto, se confirma empíricamente que las economías regionales con mayores esfuerzos educativos tienden a experimentar un mayor dinamismo económico, validando los postulados de Lucas (1988) y, de modo indirecto, la parte del MRW que incorpora el capital humano como factor productivo.

Además, hay varias implicaciones sobre la desigualdad ya que quienes han invertido intensamente se separan del resto, generando una brecha que reproduce la “desigualdad de oportunidades” que Becker (1960) ya anticipaba y que Goldin (2002) analiza desde la óptica de género. Si no se corrigen estos desequilibrios, la convergencia regional se frenará y el retorno de la educación será heterogéneo, profundizando la desigualdad.

Finalmente, como resumen podemos destacar cuatro puntos:

1. Consistencia teórica-empírica: la evidencia regional española respalda los modelos donde el capital humano actúa como motor endógeno del crecimiento.
2. Eficiencia de la inversión: no basta con gastar más; el ejemplo de Castilla y León (excelencia PISA con gasto medio-alto) muestra que la calidad y la eficiencia del sistema educativo son determinantes.
3. Externalidades: regiones como Madrid y País Vasco confirman que un fuerte stock de capital humano atrae inversión, innovación y salarios más altos.
4. Validación de políticas: la correlación positiva observada ofrece respaldo empírico a programas de primera infancia (Heckman) y a iniciativas como SkillsFuture que actualizan competencias a lo largo de la vida.

En definitiva, el estudio concluye que invertir de manera sostenida y eficiente en capital humano no solo impulsa el PIB per cápita, sino que define la trayectoria competitiva y la cohesión social de las regiones españolas.

## **BIBLIOGRAFIA:**

### **Capítulo 2:**

1. Acemoglu, D. (2009). *Introduction to modern economic growth*. Princeton University Press.
2. Becker, G. S. (1964). *Capital humano: Un análisis teórico y empírico con especial referencia a la educación* (1.<sup>a</sup> ed., NBER Books, No. beck-5). National Bureau of Economic Research.
3. Goldin, C. (2002). *La creciente (y luego decreciente) importancia del género*. [https://www.researchgate.net/publication/5196887\\_The\\_Rising\\_and\\_then\\_Declining\\_Significance\\_of\\_Gender](https://www.researchgate.net/publication/5196887_The_Rising_and_then_Declining_Significance_of_Gender)
4. Heckman, J. J. (2013). *La inversión en el desarrollo durante la primera infancia: Reduce déficits y fortalece la economía*. The Heckman Equation.
5. Keeley, B. (2007). *Capital humano: Cómo influye en su vida lo que usted sabe* (Serie Esenciales OCDE). Ediciones Castillo.
6. SkillsFuture. (s. f.). *SkillsFuture Singapore*. <https://www.skillsfuture.gov.sg/>

### **Capítulo 3**

1. Cerdá, E. (2001). *Optimización dinámica*. Prentice-Hall.
2. Destinobles, A. G. (2007). *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*.
3. Jones, C. I. (2000). *Introducción al crecimiento económico* (1.<sup>a</sup> ed.).
4. Sala i Martín, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico* (2.<sup>a</sup> ed.).

### **Capítulo 4**

1. Criscuolo, C., Freund, L. B., & Gal, P. (2024). *Human capital at work: Five facts about the role of skills for firm productivity, growth, and wage inequality* (OECD Productivity Working Papers, 2024/36). OECD Publishing.
2. Destinobles, A. G., & Martínez Coll, J. C. (2006). *El capital humano en las teorías del crecimiento económico*.
3. Égert, B., de la Maisonneuve, C., & Turner, D. (2022). *Una nueva medida macroeconómica del capital humano que explota PISA y PIAAC: Vinculando las políticas educativas con la productividad* (Documentos de trabajo del Departamento de Economía de la OCDE, No. 1709). OECD Publishing.
4. Kraay, A. C. (2018). *Metodología para un índice de capital humano del Banco Mundial* (Documentos de trabajo sobre investigación en políticas, No. WPS 8593). Banco Mundial.
5. Mincer, J. (1974). *Schooling, experience and earnings*. Columbia University Press.
6. Pérez, F., & Serrano, L. (1998). *Capital humano, crecimiento económico y desarrollo regional en España (1964–1997)*. Fundación Bancaja.  
<https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Perez-39/publication/28055850>
7. Serrano, L. (Dir.), Albert, C., & Soler, Á. (2022). *El valor económico del capital humano en España y sus regiones*. Fundación BBVA.  
[https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2022/12/DE\\_2022\\_valor-capital-humano\\_ivie\\_web.pdf](https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2022/12/DE_2022_valor-capital-humano_ivie_web.pdf)