Crecimiento Económico Endógeno

J. Andrés, J. Boscá, R. Doménech y J. Ferri

3 de octubre de 2025

1. Introducción

- El supuesto de una tasa de crecimiento exógena es una simplificación para trabajar con un modelo sencillo, pero no es muy realista.
- Dos carencias fundamentales:
  - El crecimiento se ve afectado por las decisiones que toman los agentes económicos y por los recursos que destinan a acumular capital físico, tecnológico y humano. Sin embargo en el modelo de Solow, la tasa de ahorro sólo tiene un efecto nivel:

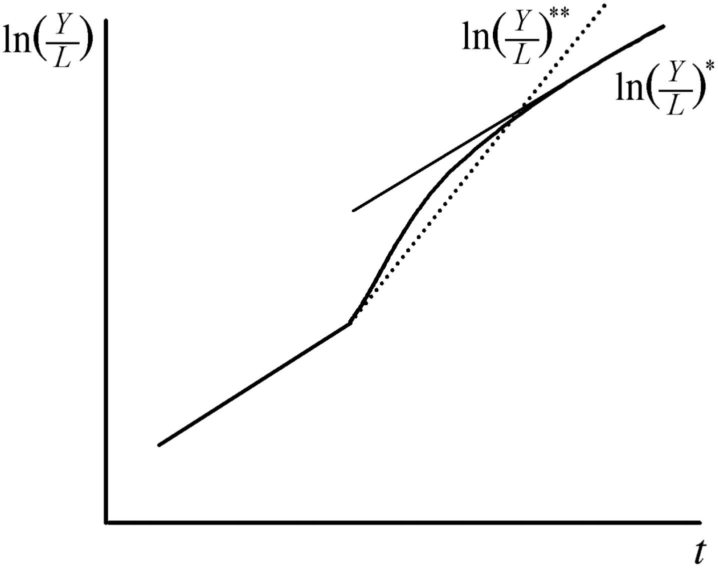
    $$\frac{\Delta(Y/L)^*}{(Y/L)^*} = g \qquad \frac{\partial g}{\partial s} = 0.$$

    Pero podría tener un efecto sobre la tasa de crecimiento si

    $$\frac{\Delta(Y/L)^*}{(Y/L)^*} = g(s), \qquad \frac{\partial g}{\partial s} > 0.$$

  - El principal factor del crecimiento, el progreso técnico A que crece a la tasa g, no es verdaderamente exógeno. ¿Qué hay detrás de A? Este es el objetivo de los modelos de crecimiento endógeno: explicar los motores del crecimiento.

1. Introducción



1.1 Otros hechos estilizados

1. El crecimiento del PIB per cápita a largo plazo guarda una estrecha relación con la tasa de inversión en capital físico.
2. El capital humano es un determinante fundamental del nivel de renta y del crecimiento.
3. El gasto en I+D está altamente correlacionado con los niveles de renta y el crecimiento.
4. La importancia de las instituciones (Acemoglu y Robinson, 2012) $\Rightarrow$ las políticas públicas sensatas y el desarrollo financiero promueven el crecimiento económico.
5. El comercio internacional y el grado de apertura exterior potencian el crecimiento.
6. Existe una correlación entre desigualdad y crecimiento, así como entre democracia y crecimiento, aunque estas correlaciones no son lineales.

1.2 ¿Cómo se puede generar progreso técnico endógeno?

- Para superar las limitaciones de los modelos de crecimiento exógeno tenemos que modificar el modelo.
  - El elemento clave aquí es la tecnología.
  - Mantendremos el supuesto de rendimientos constantes a escala a nivel de empresa para evitar entrar en el terreno de los monopolios naturales y abandonar el supuesto de competencia perfecta.
- Hay diferentes formas en las que podemos introducir cambios en el modelo. Vamos a discutir primero algunos ejemplos básicos y luego abordaremos dos modelos más elaborados, aunque sencillos, de crecimiento endógeno.

1.2.1 Tecnología, rendimientos crecientes y externalidades

- Supongamos que la tecnología es de la siguiente forma (en la literatura se conoce como el modelo Ak):

$$Y_t = Ak_t^{1-\alpha} K_t^{\alpha} {L_t}^{1-\alpha}$$

$$y_t \equiv \frac{Y_t}{AL_t} = Ak_t$$

  en donde ahora A es constante ($g = 0$), pero existen externalidades entre empresas, que dependen del stock de capital agregado por trabajador.

- Como veremos más adelante, a pesar de que $g = 0$, la presencia de rendimientos crecientes permite que el output en unidades de trabajo eficiente crezca endógenamente:

$$\frac{\Delta y_t}{y_t} = As - (n + \delta) \neq 0$$

1.2.1 Tecnología, rendimientos crecientes y externalidades.

- En consecuencia, la tasa de crecimiento de la renta en unidades de eficiencia a largo plazo depende de parámetros como la tasa de ahorro.
- Muchos modelos de crecimiento endógeno (por ejemplo, Rebelo, 1991, o Romer, 1986) basados, por ejemplo, en la existencia de rendimientos constantes a nivel de empresa pero crecientes a nivel agregado (consecuencia de la existencia de externalidades) o en el aprendizaje basado en la experiencia"(lo que se llama learning-by-doing) se pueden reescribir como un modelo Ak.

1.2.2 Capital humano

- En el modelo de Solow el crecimiento del PIB per cápita es independiente de las decisiones de los agentes, pero en la práctica no es así. Cuando los individuos deciden cuanto tiempo dedican a acumular capital humano tienen en cuenta todos los costes de oportunidad, incluyendo la producción que se pierde.
- Uzawa, 1965 o Lucas (1988,1993): A es una función del capital humano (H) y del tiempo dedicado a su acumulación (u):

$$A = A(H, u)$$

- Una mayor cantidad de recursos dedicados a acumular capital humano (mayor u) induce un crecimiento más rápido.

1.2.3 Modelos de I+D

- Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Jones (1995): la utilización de más y mejores recursos en actividades de I+D permite la diferenciación de producto y el poder de mercado. De nuevo, esto promueve el crecimiento.
- En estos modelos:

$$g = g(A, K_i, L_i)$$

donde K_i y L_i son, respectivamente, el stock de capital y el empleo en actividades de I+D

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- Consideremos una economía en la que existe un número infinito de empresas indexadas por j. Cada empresa produce de acuerdo con la siguiente función de producción:

$$Y_{jt} = \widetilde{A}_t K_{jt}^{\alpha} \left(A_j L_{jt}\right)^{1-\alpha} \tag{1}$$

- Este supuesto implica que, a nivel de empresa, la demanda de trabajo y capital está bien definida de la forma habitual:

$$F_L(K_{jt}, L_{jt}) = (1-\alpha)\widetilde{A}_t \left(\frac{K_{jt}}{A_j L_{jt}}\right)^{\alpha} = \frac{W_t}{P_{jt}} \tag{2}$$

$$F_K(K_{jt}, L_{jt}) = \alpha \widetilde{A}_t \left(\frac{K_{jt}}{A_j L_{jt}}\right)^{(\alpha-1)} = r_t \tag{3}$$

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- Introduzcamos ahora el siguiente supuesto clave: la productividad total de los factores viene determinada por la relación capital-trabajo a nivel agregado, al existir externalidades positivas entre empresas:

$$\widetilde{A}_t = A\left(\frac{K_t}{AL_t}\right)^{\phi} \tag{4}$$

  en donde A ahora es constante ($g = 0$), por lo que las tasas de crecimiento del output y capital en unidades eficientes y en términos per cápita son ahora iguales.

- La interpretación de esta expresión es que el progreso técnico no es exógeno, sino que es el resultado de la exposición de los trabajadores al capital productivo (learning-by-doing). Nótese que es la ratio agregada y no a nivel de empresa lo que condiciona el proceso de aprendizaje.

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- Agregando la función de producción de todas las empresas obtenemos:

$$Y_t = \widetilde{A}_t K_t^{\alpha} (AL_t)^{1-\alpha}$$

donde

$$\widetilde{A}_t = A \left(\frac{K_t}{AL_t} \right)^{\phi}$$

- Transformando a unidades de eficiencia obtenemos:

$$y_t = A k_t^{\phi+\alpha}$$

- Calculando ahora la productividad marginal del capital obtenemos:

$$f' = \frac{\partial y_t}{\partial k_t} = A(\phi + \alpha)\, k_t^{(\phi+\alpha-1)}$$

- Obsérvese que

$$\lim_{k \to \infty} f' = A(\phi + \alpha) \neq 0; \;\; iff \;\; (\phi + \alpha) = 1 \;\rightarrow \lim_{k \to \infty} f_i' = A$$

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- Por analogía con el modelo de Solow, en este caso la ecuación fundamental del crecimiento es:

$$\frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta K}{K} - \frac{\Delta A}{A} - \frac{\Delta L}{L} = \frac{sY - \delta K}{K} - n = sAk^{\phi+\alpha-1} - (n+\delta) \tag{5}$$

- Recordemos que estamos interesados en aquellas sendas de crecimiento equilibrado. Puede verse fácilmente que la ecuación anterior sólo presenta una senda de crecimiento equilibrado cuando $\phi + \alpha = 1$. En este caso, la ecuación fundamental del crecimiento es:

$$\frac{\Delta k}{k} = sA - (n+\delta) \tag{6}$$

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- Bajo el supuesto de que $(\phi + \alpha) = 1$ tenemos además que:

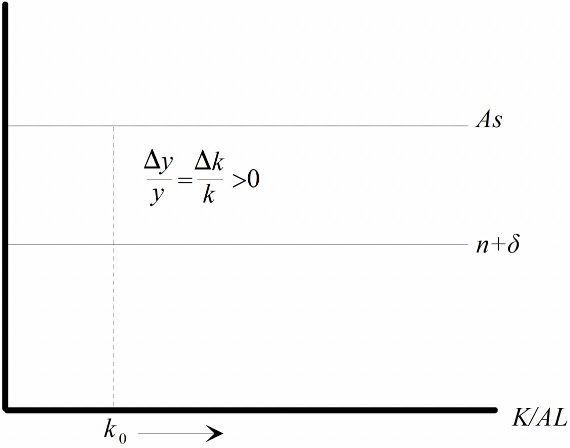
$$\frac{\Delta y_t}{y_t} = \frac{\Delta k_t}{k_t} = As - (n + \delta) \neq 0$$

- Bajo el supuesto de que $(\phi + \alpha) = 1$ este modelo tiene muchas de las propiedades de los modelos de crecimiento exógeno, es decir, es consistente con los hechos estilizados y, además, da lugar un estado estacionario en el que el output en unidades de trabajo eficiente crece.
- Proposición 1: *A lo largo de la senda de crecimiento sostenido (estado estacionario) y no es constante sino que crece a una tasa constante $As - (n + \delta)$:*

$$\frac{\Delta y_t^*}{y_t^*} = As - (n + \delta) \tag{7}$$

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

Crecimiento endógeno: y crece a la tasa constante $As - (n + \delta)$



2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

Comparación entre el modelo AK y el de Solow

	$AK: \ \phi = 1 - \alpha, \ g = 0$	Solow: $\phi = 0, \ g > 0$
PIB	$Y_t = A\left(\frac{K_t}{AL_t}\right)^{1-\alpha} K_t^{\alpha}(AL_t)^{1-\alpha}$	$Y_t = K_t^{\alpha}(A_t L_t)^{1-\alpha}$
$y \equiv Y/AL$	$y_t = Ak_t$	$y_t = k_t^{\alpha}$
Ec.fundamental del crecimiento	$\frac{\Delta k}{k} = sA - (n+\delta)$	$\frac{\Delta k}{k} = sk^{(\alpha-1)} - (n+g+\delta)$
Crecimiento de y^*	$\frac{\Delta y_t^*}{y_t^*} = As - (n+\delta)$	$\frac{\Delta y_t^*}{y_t^*} = 0$
Crecimiento de $\left(\frac{Y}{L}\right)^*$	$\frac{\Delta(Y_t/L_t)^*}{(Y_t/L_t)^*} = As - (n+\delta)$	$\frac{\Delta(Y_t/L_t)^*}{(Y_t/L_t)^*} = g > 0$
Rendimientos:		
1. Empresa	constantes	constantes
2. Agregados	crecientes	constantes

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- Proposición 2: *A lo largo de la senda de crecimiento sostenido, el output y el capital en unidades eficientes crecen a la misma tasa, que es igual a la tasa de ahorro menos la tasa de depreciación*:

$$\frac{\Delta y^*}{y^*} = \frac{\Delta k^*}{k^*} = As - (n + \delta) \tag{8}$$

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- Proposición 3: *A lo largo de la senda de crecimiento sostenido el output per cápita crece a la tasa* $As - n - \delta$

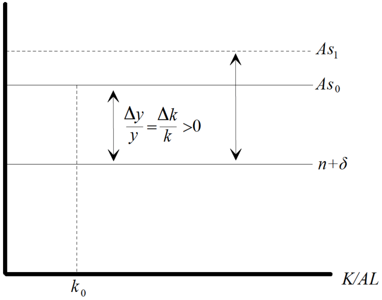
$$\gamma^*_{(Y/L)} = \frac{\Delta(Y/L)^*}{(Y/L)^*} = \frac{\Delta y^*}{y^*} + \frac{\Delta A}{A} = As - n - \delta \tag{9}$$

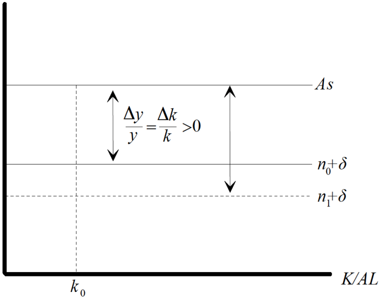
- Proposición 4: *A lo largo de la senda de crecimiento sostenido hay pleno empleo de trabajo y capital.*
- Proposición 5: *La tasa de crecimiento de la renta per cápita en la senda de crecimiento sostenido es una función de* s y n :

$$\frac{\partial \gamma^*_{(Y/L)}}{\partial s} > 0; \frac{\partial \gamma^*_{(Y/L)}}{\partial n} < 0 \tag{10}$$

2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

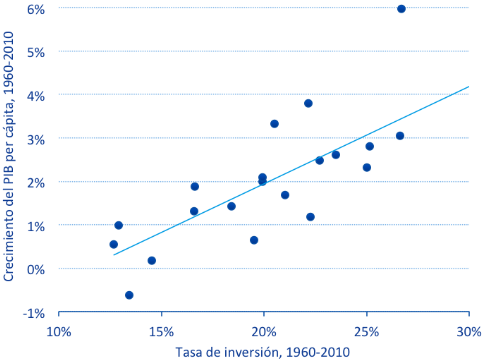
- Aumentar s o reducir n incrementan la tasa de crecimiento de la renta en la senda de crecimiento sostenido





2. Crecimiento endógeno: el modelo Ak

- La evidencia empírica es favorable al modelo Ak utilizando datos de corte transversal para una muestra de 105 países desde 1960.



Fuente: elaboración a partir de PWT 8, tomado medias de 5 países ordenados según su tasa de crecimiento de la renta per cápita, como McGrattan (1998)

3. Crecimiento endógeno y capital humano: Lucas, 1993

- Consideremos la función de producción estándar del tema anterior

$$Y = K^{\alpha}(\widetilde{A}L)^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1 \tag{11}$$

pero supongamos la siguiente interpretación para $\widetilde{A}$,

$$\widetilde{A} = Aeh \tag{12}$$

donde h representa un índice de capital humano per cápita, e es la proporción en la dotación de tiempo dedicada a trabajar, y $(1 - e)$ la proporción de tiempo dedicada a acumular más capital humano de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\Delta h = (1 - e)\psi h \tag{13}$$

ψ representa la eficiencia en el proceso de acumulación de capital humano (¿relación con el sistema educativo?).

3. Crecimiento endógeno y capital humano: Lucas, 1993

- Representemos de nuevo la función de producción en unidades de trabajo eficiente:

$$\frac{Y}{AL} = \left(\frac{K}{AL}\right)^{\alpha} (eh)^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1$$

  que nos proporciona la siguiente estructura en relación con la tecnología y la acumulación de factores:

$$y = k^{\alpha}(eh)^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1 \tag{14}$$

$$\Delta k = sy - (n + g + \delta)k \tag{15}$$

$$\Delta h = (1 - e)\psi h$$

- Consideraremos que la tasa de ahorro (s) y la proporción de tiempo dedicada a acumular capital humano ($1 - e$) son exógenas.

3. Crecimiento endógeno y capital humano: Lucas, 1993

- Diferenciando la función de producción obtenemos

$$\frac{\Delta y}{y} = \alpha \frac{\Delta k}{k} + (1-\alpha)\frac{\Delta h}{h}$$

o:

$$\frac{\Delta y}{y} = \alpha\left(s\frac{y}{k} - (n+g+\delta)\right) + (1-\alpha)(1-e)\psi \tag{16}$$

- Esta ecuación y las anteriores implican la siguiente condición para una tasa de crecimiento constante (estado estacionario): $\frac{y}{k}$ es constante, lo que implica que: $\frac{\Delta y^*}{y^*} = \frac{\Delta k^*}{k^*}$. De aquí:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta y^*}{y^*} &= \alpha\frac{\Delta k^*}{k^*} + (1-\alpha)\frac{\Delta h}{h} \Longrightarrow \\ \frac{\Delta y^*}{y^*} &= \frac{\Delta h}{h} \end{aligned}$$

  - Por lo tanto:

$$\gamma_y^* = \gamma_k^* = \gamma_h^* \tag{17}$$

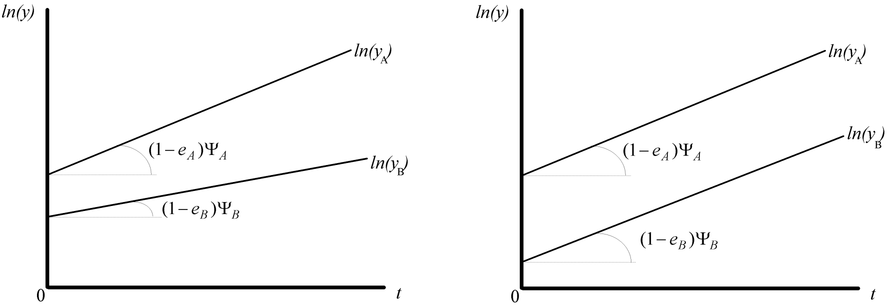
3. Crecimiento endógeno y capital humano: Lucas, 1993

- Proposición 1: La tasa de crecimiento de todas las variables en unidades de eficiencia está determinada por la acumulación de capital humano:

$$\gamma_y^* = \gamma = \gamma_h^* = (1 - e)\psi \tag{18}$$

Los principales determinantes del crecimiento son la eficiencia del sistema de producción de capital humano (ψ) y la proporción del tiempo dedicada a acumular capital humano ($1 - e$).

3. Crecimiento endógeno: un modelo de capital humano (Lucas, 1993)



- *Dinámica del output en dos economías:* $\psi_A > \psi_B$ *y/o* $e_A < e_B$

- *Dinámica del output en dos economías:* $\psi_A = \psi_B$ *y* $e_A = e_B$

3. Crecimiento endógeno y capital humano: Lucas, 1993

- Proposición 2: La tasa de crecimiento de la renta per cápita viene determinada por:
$$\gamma^*_{(Y/L)} = g + \gamma^*_y = g + (1 - e)\psi \tag{19}$$
Los principales determinantes del crecimiento son g más la eficiencia y los recursos dedicados a acumular capital humano.

3. Crecimiento endógeno y capital humano: Lucas, 1993

- Proposición 3. La acumulación de capital (físico) no reduce el rendimiento marginal del capital en la medida en que su acumulación se produzca al mismo ritmo que la del capital humano. Por lo tanto, aunque la productividad marginal del capital, manteniendo constante el capital humano, tiende a caer cuando k aumenta, el aumento permanente en h mantiene la productividad marginal constante, por lo que el crecimiento de esta variable determina el crecimiento de estado estacionario.
  - Nótese que

$$\frac{\partial y}{\partial k} = \alpha k^{(\alpha-1)}(eh)^{1-\alpha} = \alpha\left(\frac{eh}{k}\right)^{1-\alpha}$$

  - Por tanto, $\left[\frac{\partial\left(\frac{\partial y}{\partial k}\right)}{\partial k}\right]_{\frac{\Delta h}{h}=0} = \left((\alpha-1)\alpha k^{(\alpha-1)}(eh)^{1-\alpha}\right) < 0$,

$$\left[\frac{\partial\left(\frac{\partial y}{\partial k}\right)}{\partial k}\right]_{\frac{\Delta h}{h}=\frac{\Delta k}{k}} = 0$$

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- Para entender el proceso de convergencia en este modelo pensemos en un mundo compuesto por dos economías 1 y 2. Estas economías tienen los mismos parámetros de largo plazo (α, ψ y e) pero tienen un nivel diferente de renta (en unidades de eficiencia) en el periodo $t = t_0$.
- Hay perfecta movilidad de capital físico entre las dos economias, pero el capital humano no se traslada. El supuesto de perfecta movilidad de capital implica que la tasa de rendimiento del capital se iguala entre países $i = I, II$:

$$r_i = \alpha \left(\frac{eh_i}{k_i} \right)^{1-\alpha} = r \tag{20}$$

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- Definamos las siguientes magnitudes medias

$$k_W \equiv \frac{k_I + k_{II}}{2}, \qquad h_W \equiv \frac{eh_I + eh_{II}}{2} \tag{21}$$

así

$$r_i = r \Rightarrow \frac{k_i}{h_i} = \frac{k_W}{h_W} \tag{22}$$

- Introduciendo este resultado en la función de producción:

$$y_i = \left(\frac{k_i}{eh_i}\right)^{\alpha} eh_i = \left(\frac{k_W}{eh_W}\right)^{\alpha} eh_i$$

lo que implica que las diferencias en renta entre países se explica completamente a partir de las diferencias en capital humano:

$$\frac{y_{II}}{y_I} = \frac{\left(\frac{Y_{II}}{L_{II}}\right)}{\left(\frac{Y_I}{L_I}\right)} = \frac{h_{II}}{h_I} \tag{23}$$

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- Si las dos economías tuvieran los mismos parámetros estructurales crecerían a la misma tasa ($(1-e)\psi$) pero las diferencias absolutas en el nivel de renta en unidades de trabajo eficiente (y por tanto también en términos per capita) persistirían.
- Proposición 4. El modelo no está dotado de un mecanismo para asegurar la convergencia. Sin supuestos adicionales predice que las diferencias absolutas en la renta per capita persistirán.

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- Para explicar la convergencia entre algunas economías, el modelo podría aumentarse con un mecanismo como el siguiente. Supongamos que aunque el capital humano no se puede trasladar entre países, la acumulación de capital humano se aprovecha de los spillovers internacionales, de modo que la acumulación en cada país es una función del nivel mundial agregado de capital humano: difusión internacional de las ideas.

$$\Delta h_i = (1-e)\psi h_i^{(1-\phi)} h_W^{\phi} \tag{24}$$

donde $0 < \phi < 1$ capta el efecto spillover.

- Nótese que esta expresión implica que la acumulación de capital humano crecerá más rápidamente (lentamente) en el país que tenga su capital humano por por debajo (por encima) del capital humano medio (efecto *catch up*). Este concepto se puede racionalizar en términos de difusión de ideas,

$$\frac{\Delta h_i}{h_i} = (1-e)\psi \left(\frac{h_W}{h_i}\right)^{\phi}$$

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- La difusión de ideas permite que, a lo largo del estado estacionario, todos los países tengan el mismo nivel de capital humano:

$$\lim_{t \to \infty} h_i = h_W^* \ , \ \ \forall i = I, II$$

y la misma tasa de crecimiento:

$$\frac{\Delta h_i^*}{h_i^*} = (1 - e)\psi \ , \ \ \forall i = I, II$$

- Esta forma de catch up internacional en el capital humano incorpora un mecanismo de convergencia de la renta per capita entre los países: los países con capital humano más bajo crecerán más rápidamente que aquéllos con un capital humano h mayor.

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- Este mecanismo de difusión implica la convergencia a largo plazo en capital humano, con independencia del punto de partida de cada país:
- Una vez se alcanza el estado estacionario $h_i^* = h_W^*$. Por lo tanto,

$$\begin{aligned} \frac{\Delta y_i^*}{y_i^*} &= \alpha \frac{\Delta k_i^*}{k_i^*} + (1-\alpha)\frac{\Delta h_i^*}{h_i^*} = \\ &= \alpha \frac{\Delta k_i^*}{k_i^*} + (1-\alpha)(1-e)\psi \left(\frac{h_W^*}{h_W^*}\right) = \alpha \frac{\Delta k_i^*}{k_i^*} + (1-\alpha)(1-e)\psi \end{aligned}$$

- Como

$$\frac{\Delta y_i^*}{y_i^*} = \frac{\Delta k_i^*}{k_i^*}$$

$$\frac{\Delta y_I}{y_I} = \frac{\Delta y_{II}}{y_{II}} = \frac{\Delta k_I}{k_I} = \frac{\Delta k_{II}}{k_{II}} = \frac{\Delta h_I}{h_I} = \frac{\Delta h_{II}}{h_{II}} = \frac{\Delta h_W}{h_W} = (1-e)\psi$$

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- Pero recuérdese que

$$y_i = \left(\frac{k_i}{eh_i}\right)^{\alpha} eh_i$$

y además $\frac{k_i}{eh_i}$ es igual entre países (perfecta movilidad de capital), por lo que

$$\frac{y_{II}^*}{y_I^*} = \frac{\left(\frac{Y_{II}}{L_{II}}\right)}{\left(\frac{Y_I}{L_I}\right)} = 1$$

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

- Proposición 5. En los modelos de crecimiento endógeno la convergencia puede o no suceder, depende de los supuestos sobre el modelo. En nuestro caso, hemos presentado un modelo guiado por el crecimiento de h, i.e, por e y ψ, en el que los países pueden llegar a converger debido a la difusión internacional del conocimiento y a la movilidad internacional del capital:
  - Libertad en la movilidad del capital asegura que:

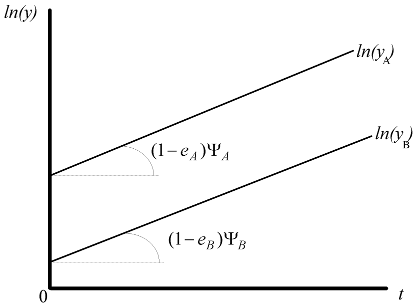
$$\frac{k_i}{eh_i} = \frac{k_W}{h_W}$$

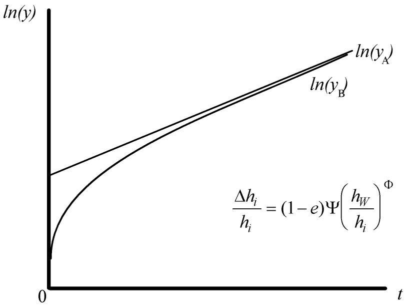
  - La difusión internacional de las ideas favorece que:

$$h_i = h_W$$

Ambos mecanismos implican la convergencia total en el nivel de renta per capita y en tasas de crecimiento.

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas

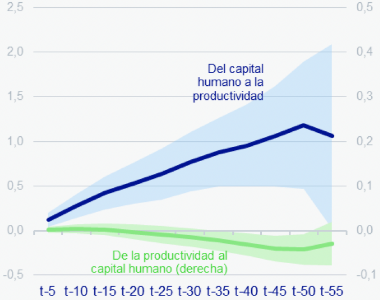




- *Ausencia de movilidad del capital y de difusión internacional de las ideas* $\Rightarrow$ *No convergencia.*
- *Libertad en la movilidad del capital y difusión internacional de las ideas* $\Rightarrow$ *Convergencia.*

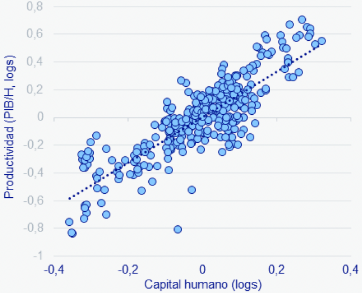
Evidencia: el capital humano causa y explica la productividad

CAUSALIDAD ENTRE CAPITAL HUMANO Y PRODUCTIVIDAD, OCDE
1960-2019



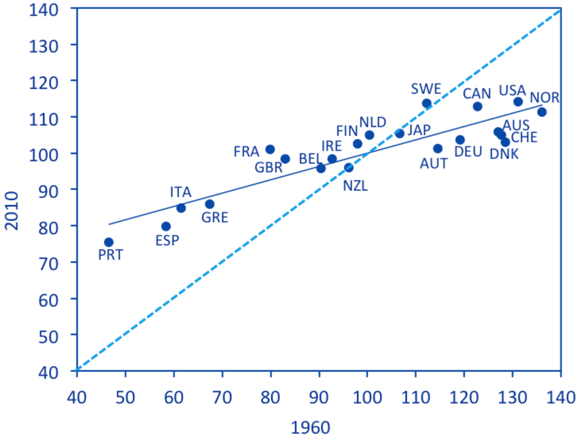
Fuente: de la Fuente y Doménech (2025). Coeficientes estimados para distintos horizontes temporales, controlando por las variables dependientes retardadas

CAPITAL HUMANO Y PRODUCTIVIDAD, OCDE
1960-2019



Fuente: de la Fuente y Doménech (2025). La productividad mide el componente ortogonal al stock de capital físico no explicado por el capital humano. Ambas variables aparecen en desviaciones respecto a efectos temporales

3.1 Convergencia en el modelo de Lucas: evidencia



Inteligencia Artificial y Crecimiento Económico

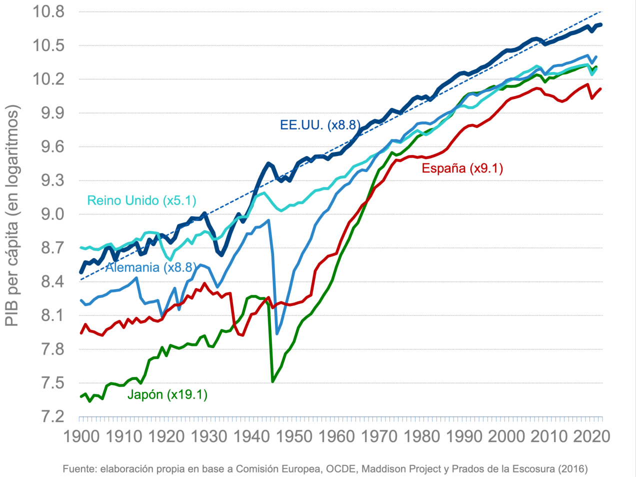
- La IA es tecnología de propósito general, que transforma la manera en que se generan ideas y conocimientos.¿Puede la IA sostener el crecimiento en un mundo con bajo o nulo crecimiento poblacional?
- En el modelo de Lucas, el tiempo y recursos dedicados a mejorar el capital humano determina el crecimiento de la renta. Un supuesto similar subyace en el modelo de crecimiento endógeno con generación de ideas (Romer, 1990) en función del empleo dedicado a actividades de I+D (L_{I+D}):

$$\Delta A = f(L_{I+D}, A)$$

- ¿Cómo explica este modelo el hecho de que el crecimiento del PIB per capita en EE.UU., el país en la frontera se haya mantenido constante, pese al aumento de la población dedicada a actividades de I+D?
- Una posible explicación es la existencia de rendimientos decrecientes en la generación de nuevas ideas e innovaciones (hipótesis de "low-hanging fruit innovation", Bloom et al., 2020) se ve exactamente compensada por el aumento de los recursos dedicados a estas actividades.

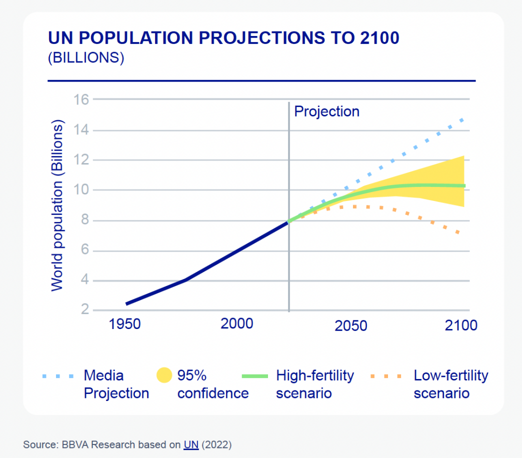
Inteligencia Artificial y Crecimiento Económico

Gráfico: Crecimiento de Y/L desde principios del siglo XX



Inteligencia Artificial y Crecimiento Económico

Gráfico: Las previsiones apuntan a que la población mundial empezará a diminuir en las próximas décadas e incluso antes en las economías avanzadas



Inteligencia Artificial y Crecimiento Económico

- Una manera de contrarrestar el impacto del envejecimiento y de la disminución de la población sobre la innovación es mediante un porcentaje mayor de empleo dedicado a actividades de I+D de manera que pueda seguir aumentando L_{I+D}.
- Otra es contrarrestar la existencia de rendimientos decrecientes en las actividades de I+D mediante la inteligencia artificial (IA).
- Con IA:

$$\Delta A = f(L_{I+D}, A, IA)$$

- La IA aumenta la productividad de cada investigador.
- La IA compensa la caída en el número de investigadores, manteniendo o acelerando la innovación.
- Nace la cointeligencia (humana + artificial), Mollick (2024)

IA: Escenarios de impacto potencial

- Escenario optimista: la IA multiplica la productividad de la I+D $\Rightarrow$ crecimiento sostenido más alto. ¿Singularidad? Korinek (2023)
- Escenario pesimista: escaso impacto económico (1 ó 2 décimas al año) en comparación con otras revoluciones industriales, concentración del conocimiento en pocas empresas, menor difusión de ideas. Por ejemplo, Acemoglu (2024) estima un aumento de la PTF de sólo 0,71 pp en 10 años.
- Escenario intermedio: entre 0,5 y 1 punto anual, con retos de equidad y empleo (por ejemplo, Aghion y Bunel, 2024).

5. Conclusiones

1. Los modelos de crecimiento endógeno son capaces de explicar razonablemente bien muchos de los hechos estilizados del crecimiento económico.
2. Los modelos de crecimiento endógeno explican el crecimiento de la renta per cápita a largo plazo como resultado de rendimientos crecientes (efectos externos), inversión en I+D, la acumulación de capital humano, etc.
3. En los modelos de crecimiento endógeno se puede dar o no convergencia, dependiendo de los supuestos concretos del modelo ⇒ heterogeneidad entre países.
4. Si el crecimiento es endógeno: las políticas económicas y la calidad de las instituciones pueden mejorar las perspectivas de largo plazo de un país.
5. La Inteligencia Artificial introduce un nuevo canal en los modelos de crecimiento endógeno: más ideas con menor crecimiento del número de investigadores, de máxima relevancia en un mundo con bajo crecimiento demográfico. La cointeligencia (humana + artificial) puede convertirse en el motor del crecimiento del siglo XXI.